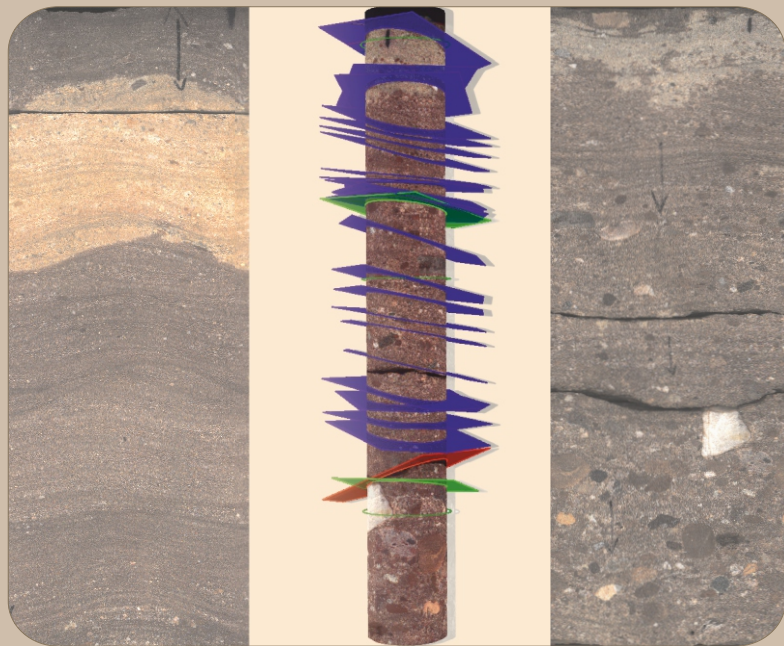


Földtani Közlöny



A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society



Budapest, 2020

150/1

Felelős kiadó

BUDAI Tamás, az MFT elnöke

Főszerkesztő

SZTANÓ Orsolya

Vendégszerkesztők

BUDAI Tamás, MAROS Gyula

Műszaki szerkesztőkBABINSZKI Edit
KOVÁCS Zoltán
BARTHA István Róbert,**Nyelvi lektor**

Philip RAWLINSON

SzerkesztőbizottságBUJTOR László, CSERNY Tibor, FODOR
László, PAPP Gábor, SZAKMÁNY György,
SZANYI János, TÖRÖK Ákos**Főtámogató**

Mol Nyrt.

TámogatókBaumit Kft., Biocentrum Kft., Colas
Északkő Kft., Elgoscscar 2000 Kft.,
Geo-Log Kft., Geoproduct Kft.,
Geoteam Kft., Josab Hungary Kft.,
Mecsekérc Zrt., Mineralholding Kft.,
OMYA Hungária Kft., O&G
Development Kft., Perlit-92 Kft.,
Terrapeuta Kft., VIKUV Zrt., ANZO
Perlit Kft., Kvarchomok Bányászati és
Feldolgozó Kft.**A kéziratokat az alábbi felületen kérjük
benyújtani**

www.foldtanikozlony.hu

Responsible publisherTamás BUDAI,
President of the Hungarian Geological
Society**Editor-in-chief****Guest editors**

Tamás BUDAI, Gyula MAROS

Technical editorsEdit BABINSZKI
Zoltán KOVÁCS
István Róbert BARTHA,**Language editor**

Philip RAWLINSON

Editorial boardLászló BUJTOR, Tibor, CSERNY, László
FODOR, Gábor PAPP, György SZAKMÁNY,
János SZANYI, Ákos TÖRÖK**Sponsors**Mol Nyrt.
Baumit Kft., Biocentrum Kft., Colas
Északkő Kft., Elgoscscar 2000 Kft.,
Geo-Log Kft., Geoproduct Kft.,
Geoteam Kft., Josab Hungary Kft.,
Mecsekérc Zrt., Mineralholding Kft.,
OMYA Hungária Kft., O&G
Development Kft., Perlit-92 Kft.,
Terrapeuta Kft., VIKUV Zrt., ANZO
Perlit Kft., Kvarchomok Bányászati és
Feldolgozó Kft.**Submission of manuscripts through**

www.foldtanikozlony.hu

Földtani Közlöny is abstracted and indexed in**Crossref.org****Scopus****GeoRef** (Washington),**Pascal Folio** (Orleans),**Zentralblatt für Paläontologie**

(Stuttgart),

Referativny Zhurnal (Moscow) and**EPA, MTA REAL** (Budapest)

Földtani Közlöny



150/1

**A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society****Tartalom — Contents**

| | |
|---|-----|
| PAPP Gábor: A Földtani Közlöny története. — <i>History of Földtani Közlöny, Bulletin of the Hungarian Geological Society.</i> | 3 |
| KECSKEMÉTI Tibor: Emlékezés Dr. KASZAP Andrásra. | 37 |
| BUDAI Tamás, MAROS Gyula: Szerkesztői előszó — <i>Editorial preface.</i> | 42 |
| TÖRÖK, Kálmán: Multiple fluid migration events and REE+Th mineralisation during Alpine metamorphism in the Sopron micaschist from the Eastern-Alps (Sopron area, Western Hungary). — <i>Fluidum migrációs események és RFF+Th ásványosodás a Soproni Csillámpala alpi metamorfózisa során.</i> | 45 |
| THAMÓNÉ BOZSÓ Edit, FÜRI Judit, KOVÁCS István János, BIRÓ Tamás, KIRÁLY Edit, NAGY Attila, TÖRÖKNÉ SINKA Mariann, KÓNYA Péter, MÉSZÁROSNÉ TURI Judit, VÍGH Csaba: Hazai képződményekből szeparált kvarcok jellemzői az OSL kormeghatározás szempontjából. — <i>Characteristics of quartz separates of different formations in Hungary from the aspect of OSL dating.</i> | 61 |
| MAROS Gyula, SZABADOSNÉ SALLAY Enikő, ÁDÁMNÉ INCZE Szilvia, HATVANI István Gábor, PALOTÁS Klára, KOVÁCS József, GYENIS Ákos, GRÓF Gyula, PÁSZTOR Szilárd, ANDRÁSSY László, MARA József, VIHAR Levente, SZONGOTH Gábor: Az ImaGeo magszkennelés módszerei egy mecseki fúrás nagyfelbontású értelmezésének példáján. — <i>Methods of ImaGeo Corescanning and a case study of a high resolution borehole evaluation from the Mecsek Mountains.</i> | 81 |
| KOVÁCS Zsolt, CSERKÉSZ-NAGY Ágnes, GULYÁS Ágnes, GÚTHY Tibor, KISS János, PÜSPÖKI Zoltán, SZENTPÉTERY Ildikó, SZALAY István: A Salgótarjáni és Ózdi paleogén részmedence térképezése szeizmikus és gravitációs mérési adatok alapján, és az eredmények szénhidrogénföldtani vonatkozásai. — <i>Mapping of the Salgótarján and Ózd Palaeogene subbasins based on seismic and gravity measurement data, and its hydrocarbon geological aspects.</i> | 103 |
| KERCSMÁR Zsolt, BUDAI Tamás, SZUROMINÉ KORECZ Andrea, SELMECZI Ildikó, MUSITZ Balázs, LANTOS Zoltán: A zsámbéki Strázsa-hegy és környékének kainozoos képződményei. — <i>Cenozoic formations of the Strázsa Hill at Zsámbék and its surroundings.</i> | 129 |
| CSERKÉSZ-NAGY Ágnes, BAUER Márton, TAKÁCS Ernő, CSABAFI Róbert, GÚTHY Tibor, KÖBORNÉ BUIDOSÓ Éva, TÖRÖK István, †REDLERNÉ TÁTRAI Marianna, SZÓTS Gergely, KOVÁCS Attila Csaba, HEGEDŰS Endre: A szeizmikus reflexiók módszerek szerepe a nem szénhidrogénipari kutatásokban Magyarországon — Példák a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat és elődei tevékenységéből. — <i>Significance of the reflection seismic methods in the non-hydrocarbon explorations in Hungary — Case studies from the the Mining and Geological Survey of Hungary and its predecessors.</i> | 151 |
| KUTI László, HALUPKA Gábor, CSÖRGHE-ANDÓ Anita: A településgeológiai kutatások a Földtani Intézet 150 éve alatt. — <i>Urban Geology during 150 years of the Geological Institute of Hungary.</i> | 169 |
| GALAMBOS Csilla, BREZSNYÁNSZKY Károly, TIMÁR Gábor: Magyarország első közepes méretarányú (M=1:144 000) földtani térképsorozatának georeferálása. — <i>Georeference of the first medium scale (M=1:144,000) geological map series of Hungary.</i> | 185 |
| HÁMOR Tamás: A hazai földtani szakigazgatás története. — <i>The history of the geological administration in Hungary.</i> | 195 |
| Hírek, ismertetések (összeállította CSERNY Tibor) | 209 |

Első borító: A Jakabhegyi Formáció szkennelt képei és a rétegszerű objektumok 3D ábrázolása (MAROS Gyula).
Hátsó borító: A bukkszéki boltozat földtani szelvénye kövalajkutató fúrások alapján (SCHRÉTER 1951).

Budapest, 2020

ISSN 0015-542X

Rövidített útmutató a Földtani Közlöny szerzői számára

Kérjük olvassa el részletes útmutatónkat a www.foldtanikozlony.hu weboldalon.

A Földtani Közlönybe a földtudományok széles köréből várunk a Kárpát-Pannon térség földtani felépítésével foglalkozó magyar vagy angol nyelvű kéziratokat. Magyar nyelvű cikkek esetében annak címét, kulcsszavait, összefoglalóját, az ábrák és táblázatok címét, feliratait angol nyelven is meg kell adni, angol nyelvű cikkek esetén fordítva. Az angol nyelvű szövegek elkészítése a szerző feladata.

A kéziratot bírálatra pdf formátumban, egyetlen fájlként kell benyújtani, a szöveg mögé sorrendben elhelyezett számozott ábraanyaggal. A fájl neve a szerző nevéből és a cikk témáját lefedő néhány szóból álljon (pl. *szujto_etal_villanyi_kavicsok*). Kéziratok a fenti honlapon keresztül küldhetők be. Bármilyen technikai probléma esetén forduljon a technikai szerkesztőhöz (piros.olga@mbfsz.gov.hu) vagy a főszerkesztőhöz (szano.orsolya@gmail.com).

Az **értekezések** eddig publikálatlan adatokat, új eredményeket következtetéseket közölnek, széles tudományterületi képbe helyezve. A rövid közlemények célja az adatközlés, adatmentés, vagy az új eredmény gyors közzététele. A szemle széleskörű, szakmailag közérthető áttekintést nyújt egy tudományterület új eredményeiről, vagy kevésbé ismert, új módszereiről, annak alkalmazásáról. Vitairat a vitatott cikk megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhető be. A vitatott cikk szerzője lehetőséget kap arra, hogy válasza a vitázó cikkel együtt jelenjen meg. A gyakorlati rovatba a földtani kutatással – bányászattal kapcsolatos kéziratok kerülnek, melyek eredménye nem elsősorban tudományos értékű, hanem a szakközösség tájékoztatását, szolgálja. **A tömör fogalmazás, az állításokat alátámasztó adatszolgáltatás, a szabatos szaknyelv használata és a nem specialista olvasók érdekében a közérthetőség mindegyik műfajban alapkövetelmény.**

A KÉZIRAT TAGOLÁSA ÉS AZ EGYES FEJEZETEK JELLEMZŐI (kötelező, javasolt)

a) Cím (magyarul, angolul) Rövid, informatív és tárgyira törr, utal a fő mondanóra.

b) Szerző(k), munkahelye, postacím (e-mail cím)

c) Összefoglalás (magyarul, angolul) Kizárólag a tanulmány célját, az alkalmazott módszereket, az elért legfontosabb új eredményeket és következtetéseket tartalmazza, így önállóan is megállja a helyét. Hossza legfeljebb 300 szó. Az angol nyelvű összefoglaló lehet bővebb a magyarnál (max. 1000 szó).

d) Targyszavak (magyarul, angolul) Legfeljebb 8 szó / egyszerű kifejezés e) Bevezetés A munkához kapcsolódó legfontosabb korábbi szakirodalmi eredmények összefoglalása, és ebből következően a tanulmány egyértel- műen megfogalmazott célja.

f) *Anyag és módszerek* A vizsgált anyag, esetleg korábról származó adatok, a mérési, kiértékelési eszközök és módszerek ismertetése. Standard eljárások esetén csak a hivatkozott módszertől való eltérést kell megfogalmazni.

g) Eredmények Az új adatok és kutatási eredmények ismertetése, dokumentációja ábrákkal és táblázatokkal.

h) Diskusszió A kapott eredményeknek a saját korábbi eredményekkel és a szakirodalmi ismeretekkel való összevetése, beágyazása a tágabb tudományos környezetbe.

i) Következtetések Az új következtetések tézisszerű, rövid ismertetése az eredmények és a diskusszió ismétlése nélkül.

j) Köszönetnyilvánítás

k) Hivatkozott irodalom Csak a szövegközi, az ábrákhoz és táblázatokhoz kapcsolódóan megjelenő hivatkozásokat foglalja magába (se többet, se kevesebbet).

l) *Ábrák, táblázatok és fényképtáblák (magyar és angol felirattal)* A szemléltetni kívánt jelenség, vagy összefüggés megértéséhez szükséges mennyiségű.

m) Ábra-, táblázat- és fényképmagyarázatok (magyarul és angolul) Az illusztrációk rövid, összefogott, tartalmában érdemi magyarázata.

FORMAI KÖVETELMÉNYEK

Értekezés, szemle maximális összesített **terjedelme** 20 nyomdai oldal (szöveg, ábra, táblázat, fénykép, tábla együttesen). Ezt meghaladó tanulmány csak abban az esetben közölhető, ha a szerző a többletoldal költségének térítésére kötelezettséget vállal. A rövid közlemények összesített terjedelme maximálisan 4 nyomdai oldal.

A **szöveg** doc, docx vagy rtf formátumban készüljön. Az alcímeknél ne alkalmazzanak automatikus számozást vagy ábécés jelölést, csak a tipográfiával jelezzék a címrendet. A hivatkozásokban, irodalomjegyzékben a **SZERZŐK** nevének kis kapitálissal, ósmaradványok faj- és nemzetségeit dőlt betűvel, fajok leírót szintén kis kapitálissal kell írni. A kézirat szövegében az ábrákra és a táblázatokra számozásuk növekvő sorrendjében a megfelelő helyen hivatkozni kell.

A szövegközi **hivatkozások** formája RADÓCZ 1974, vagy GALÁCZ & VÖRÖS 1972, míg három vagy több szerző esetén KUBOVICS et al. 1987. Több hivatkozás felsorolásakor ezek időrendben kövessék egymást. Az irodalomjegyzék tételei az alábbi minta szerint készüljenek, szoros ábécében, ezen belül időrendben álljanak. Kérjük a folyóiratok teljes nevének dőlt betűvel történő kírását. Ezen kívül, ha a hivatkozott műnek van DOI száma, azt meg kell adni teljes URL formátumban. Hivatkozott egyedi kiadványok esetén a mű címét kérjük dőlt betűvel szedni. Magyar szerzők idegen nyelvű publi- kációi esetén a vezetőknél után vesszőt kell tenni.

CSONTOS, L., NAGYMAROSY, A., HORVÁTH, F. & KOVÁC, M. 1992: Tertiary evolution of the intra-Carpathian area: A model. — *Tectonophysics* **208**, 221–241. [http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951\(92\)90346-8](http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(92)90346-8)

JÁMBOR Á. 1998: A Tiszai nagyszerkezeti egység karbon üledékes képződményei rétegtanának ismertetése. — In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. MOL Rt. — MÁFI kiadvány, Budapest, 173–185.

VARGA A. 2009: A dél-dunántúli paleozoos–alsó-triász sziliciklasztos kőzetek közzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei. — PhD értekezés, ELTE Közéttan–Geokémiai Tanszék, Budapest, 150 p.

WEAVER, C. E. 1989: *Clays, Muds, and Shales*. — *Developments in Sedimentology* 44, Elsevier, Amsterdam, 819 p. [http://dx.doi.org/10.1016/s0070-4571\(08\)7036-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0070-4571(08)7036-0)

Az **ábrákat** a szerzőknek kell elkészíteni, nyomdakész állapotban és minőségben a tükörméretbe (170×240 mm) álló, vagy fekvő helyzetben beilleszthetően. A fotótábla maximális magassága 230 mm lehet. Az ábrákon a vonalvastagság 0,3 pontnál, a betűméret 6 pontnál ne legyen kisebb. Az illusztrációkat X4-nél nem frissebb CorelDraw ábraként, az Excel táblázatokat és diagramokat word vagy cdr formátumban tudjuk elfogadni. Egyéb esetben a fekete és színes vonalas ábrákat 1200 dpi felbontással, tif kiterjesztéssel, a szürkeárnyalatos fényképeket 600, a színes fényképeket 300 dpi felbontással, tif vagy jpg kiterjesztéssel kérjük beküldeni. A színes illusztrációkat a megfelelő nyomdai minőség érdekében CMYK színprofilal kérjük előállítani, ezért az online megjelenő pdf esetében előfordulhat némi színváltozás. A színes ábrák, fotótáblák nyomtatási költségeit a szerzőknek kell fedezniük. Ha a költséget a szerzők nem tudják vállalni, már benyújtáskor szürkeárnyalatos illusztrációkat használjanak.

A cikk benyújtásakor, kérjük a szerzőket, hogy **nevezzenek meg legalább négy olyan szakértőt**, akik annak tartalmáról érdemi véleményt adhatnak, és adják meg e-mail címüket. A bírálatot követően a szerzőtől egy vagy két hónapon belül várjuk vissza a javított változatot, ekkor **még mindig egyetlen összesített pdf-ben** (eredeti fájl név_átdolgozott megjelöléssel). E mellé kérünk csatolni egy **tételes jegyzéket**, melyben bemutatják, hogy lektorai megjegyzéseit, tanácsait hogyan vették figyelembe, valamint esetleges egyet nem értésüknek milyen szakmailag alátámasztható indokai vannak.

A közlésre elfogadott kéziratok szövegét, ábráit, táblázatait egyesével kérjük a szerkesztőségi felület megfelelő menüpontját használva feltölteni. Tördelést követően a szerzők feladata a korrekktúrálás. Különnyomatokat még külön költségért sem tudunk biztosítani.

A Földtani Közlöny története

Természetes, hogy a Földtani Közlöny megindulása, (...) élete, sorvadása vagy felvirágzása összefügg a Társulat sorsával. A folyóirat története egyben a Társulat története is, vagy fordítva. (TASNÁDI KUBACSKA András, 1970)

PAPP Gábor

Magyar Természettudományi Múzeum, Ásvány- és Kőzettár, 1083 Budapest, Ludovika tér 2.
papp.gabor.min@nhmus.hu

History of Földtani Közlöny, Bulletin of the Hungarian Geological Society

Abstract

Földtani Közlöny (hereafter: the Bulletin), with its 150 volumes, is one of the oldest scientific periodicals in Hungary still in print. Its history has always been a faithful mirror of the changes in the organization and in the financial situation of its publisher, the Hungarian Geological Society (Magyarhoni Földtani Társulat, MFT, hereafter: the Society).

Precedents. The Bulletin replaced Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai [Proceedings of the Hungarian Geological Society]. The five volumes of this first periodical of the Society were published irregularly since 1856 but the last three issues (1867–1870) appeared nearly annually. Vols II–V contained both shorter and longer papers, as well as reports and documents of the life and activities of the Society. In addition to these, the Bulletin, which replaced the Proceedings in 1871, also includes geological news and reviews of geological books and periodicals due to its frequent publication schedule.

Period of founding and finding the profile of the journal (1871–1885). The publication of the Bulletin was made possible by the organizational and financial strengthening of the Society and by the establishment of the Royal Hungarian Geological Institute (Magyar Királyi Földtani Intézet, MKFI, 1869). The Institute took over the task of publishing annals with voluminous papers and annual reports on the geological surveying of the country, whereas the Society published its Bulletin issued in several numbers per year containing shorter articles. The Bulletin was edited by the first and second secretaries of the Society until 1948. Society members received it until 2000 for the membership fee or for a reduced subscription fee. The first 15 years of the Bulletin was a period of frequent changes. In 1878 [Vol. 8] the format changed from small to large octavo. In 1879 [9] the journal became practically bilingual. In order to strengthen its scientific character, in 1880 [10] Földtani Értesítő [Geological Reports], a new journal was founded, which published popular articles and took over all the sections of the Bulletin other than original papers. In 1883 [13] Földtani Értesítő discontinued, and not only the “exiled” sections returned to the Bulletin, but the Annual Reports of the Geological Institute were also added. Being too burdensome for the Society, the joint publication lasted until only 1885 [15], but the alliance of the Society and the Institute survived: until 1949 [79], the Bulletin had been the “official journal” of the Geological Institute as well. For a long time, the journal exchanges for the Bulletin were also managed by the library of the Institute.

Years of consolidation (1886–1918). From 1886 to 1918, the Bulletin changed little in character, although József SZABÓ, president of the Society, wanted to develop it into a reference journal of Hungarian geology, maintaining its role as a publication forum of the members of the Society. Publication costs amounted to 40-60% of the annual expenses of the Society but publishing has never been a real problem, thanks in large part to state subsidy received annually from 1887 [17] and tripling by 1910 [40]. The systematic recruitment of members from 1908, a controversial matter, and the establishment of two new Sections (Speleological, 1910/13 [40/43] Hydrological, 1912 [42]) contributed to the further increase of the volume of the journal. World War I broke this trend, but by 1918 [48] it was only a decline in the number of pages, as the number of copies reached its peak (1,200) in this year, surpassed only in as late as 1955.

A period of struggle from the end of World War I till the Communist takeover (1919–1948). After the collapse of 1918, assets of the Society lost their value and state subsidy became unpredictable. During this period, mining industry companies became important supporters. Publication costs of the Bulletin amounted to 70-80% of the annual expenses. Therefore, until 1933 [63], generally only one, usually rather slender, issue was published per year, with two, then one year delay. This led to the shortening of articles, and omission or shrinking of sections other than the one containing original papers. In 1931 [61] the bilingualism of the journal changed, articles were published either in Hungarian or in a foreign language (mainly German) with a foreign or Hungarian abstract, respectively. From 1943 [73], a period of long delays in publication and of combined volumes with limited content started again. The first (combined) volume [73/74] was published only in 1947.

Under state control (1949–1989). In 1948 [78], the MFT had to join the state-created Federation of Technical and Scientific Societies (MTESZ). This umbrella organization, providing state control of scientific associations, also took

over the publication of the Bulletin. Then, after several changes, the Bulletin had been published by the Akadémiai Kiadó (Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences) from 1954 [84] to 1989 [119]. State subsidy, which came mainly through the MTESZ and through special membership fees paid by state-owned mining companies, provided financial security and stability as compared to the previous period. Editing was done by a permanent editor (from 1967 [97] the president of the Society) helped by an editorial board and by a technical editor (who was also a geologist). It was a great disadvantage, however, that science policy defined the role of the Bulletin as a journal of strictly national reach. Therefore, papers have almost never been published in foreign languages, except for their abstracts. Number of copies peaked at 2,100 in the early 1980s, when the Society itself reached its peak membership (1,680 in 1980). By this time, however, stability increasingly transformed into stagnancy. From 1986, the decline in state subsidy led to an increase in the delay of publications, reaching as much as two years by 1989/1990.

The Society and the Bulletin again on their own feet — the first steps (1990–2000). In 1989, scientific societies were freed from state control but deprived of state support. The era of delays of publication combined with the shrinkage of the volume of the Bulletin once again arrived. However, compared to the years between the two world wars, this period lasted for a shorter time, and ended by the mid-1990s, mainly thanks to the support of MOL Plc. The changeover to computer-aided editing, layout and digital printing was done, and since 1995 [125] the quality of paper and print has been excellent. Since 1997 [127], an editor-in-chief oversees and controls the editing process.

From separate subscription fees to free online access — Radical changes in the new millennium (2001–2019). From the turn of the millennium, IT revolution and financial troubles have brought about drastic changes in the access to the Bulletin. Until 2000 [130] Society members received the Bulletin for their membership fee. In 2001 [131], a special subscription fee had to be introduced, which caused the fall of the number of printed copies from about 1250 to 600. In 2008 [138] the print format was changed from B5 to A4, the cover and the inside were both redesigned. Papers have been available through the web from 2013 [143] for a subscription fee, from 2015 [145] for the membership fee, and from 2017 [147] for free. Since then, papers are supplied with a DOI. Thanks to retrospective digitization, all the volumes of the Bulletin are downloadable from the web for free (including the journals of the Sections of the Society). At the same time, a web-based editing process was introduced. These developments led to the decrease of the number of printed copies to 270 by 2019. The journal is still predominantly Hungarian, although foreign (English) language papers are regularly published.

Keywords: cultural history, journal history, Földtani Közlöny (Bulletin of the Hungarian Geological Society), Magyarhoni Földtani Társulat (Hungarian Geological Society), science history

Összefoglalás

A tanulmány Magyarország egyik legrégebbi tudományos folyóirata történetének áttekintésével a Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) történetének egyfajta vetületét is adja.

A Földtani Közlöny az MFT időszakosan megjelenő, hosszabb-rövidebb tanulmányokat, a társulati élethez kötődő írásokat és dokumentumokat egyaránt tartalmazó Munkálatait váltotta fel. A Közlönyben — évi többszöri megjelenése miatt — szakmai hírek és irodalmi ismertetések is helyet kaphattak.

A Közlöny 1871-es elindítását az MFT szervezeti és anyagi megerősödése és a földtani kutatás intézményesülése (Magyar Királyi Földtani Intézet [MKFI], 1869) tette lehetővé. Az első tizenöt év az útkeresés jegyében telt. A folyóirat 1879-től [9. évf.] gyakorlatilag kétnyelvű (magyar és német) volt. 1880–1882 közt [10–12] kizárólag eredeti értekezéseket közölt, mert az összes többi rovatát átvette a — népszerű cikkeket is tartalmazó — Földtani Értesítő. 1883-tól [13] e rovatok visszakerültek a Közlönybe, sőt 1885-ig [15] az MKFI Évi Jelentései is itt jelentek meg. A lap ezután is (1949-ig [79]) viselte a Földtani Intézet hivatalos közlönye megjelölést.

Az 1886–1918 közötti konszolidált évek során a lap jellege keveset változott. Megjelenéséhez biztos háttérrel adott a rendszeres és növekvő állami támogatás. A tagborzás és az új szakosztályok alakulása tagdíjbevételt, a terjedelmet és a példányszámot is tovább növelte, de az I. világháború megtörte ezt a fejlődést.

Az I. világháborús összeomlás után a társulat vagyona elértéktelenedett, és az állami támogatás is esetlegessé vált. E küzdelmes időszakban egészen 1933-ig [63] általában csak évi egy füzet jelent meg — az is több-kevesebb késéssel. A cikkek megrövidültek, az eredeti értekezéseken kívüli rovatok kimaradtak vagy összezsugorodtak. 1931-től [61] a cikkeket vagy magyarul, vagy németül közölték, ellentétes nyelvű kivonattal. 1943-tól [73] újból a csúsások és a drasztikus terjedelemsökkenés időszaka jött el. A fordulat évével (1948 [78]) bezárólag ismét legfeljebb csak évi egy füzet jelent meg.

1948-ban [78] az MFT-t betagolták a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségébe (MTESZ). Az „államosított” Közlönyt — több változás után — a 84.-tól a 119. évfolyamig az Akadémiai Kiadó adta ki. A lapot az MFT titkárai helyett egy állandó szerkesztő (1967-től [97] a Társulat elnöke) által vezetett bizottság szerkesztette. A Közlönyre a hazai hatáskörű földtani szaklap szerepét osztották, ezért idegen nyelvű cikk alig jelent meg benne. Az állami támogatás nyújtotta stabilitást 1986-tól [116], a dotáció leépülése nyomán, újra a csúsások és technikai fogyatékoságok kora váltotta föl.

1990-től [120] az állami kontrollal együtt az állami szubvenció is megszűnt, de a csúsások és a terjedelmi korlátok periódusa — főként a MOL Nyrt. támogatásának köszönhetően — az 1990-es évek közepére elmúlt. Lezajlott a számítógépes áttérés, megjavult a papír és a nyomtatás minősége, 1997-ben [127] a főszerkesztői poszt bevezetésével megújult a szerkesztés menete is.

Az új ezredében az informatikai forradalom és a pénzügyi gondok drasztikus változásokat hoztak. 2001-ben [131] be kellett vezetni a külön előfizetési díjat. 2008-ban [138] a Közlöny A4-es méretű lett. A cikkek 2013-tól [143] előfizetés, 2015-től [145] tagdíj ellenében, 2017-től [147] viszont már ingyenesen hozzáférhető a világhálón, sőt a retrospektív digitalizálásnak köszönhetően ugyanez a korábbi számokra is elmondható. A digitálisan szerkesztett lap továbbra is — de már nem kizárólagosan — magyar nyelvű maradt.

A történeti rész után egy tematikus áttekintést nyújtó Adattár zárja a tanulmányt.

Tárgyszavak: folyóirat-történet, Földtani Közlöny, kultúrtörténet, Magyarhoni Földtani Társulat, tudománytörténet

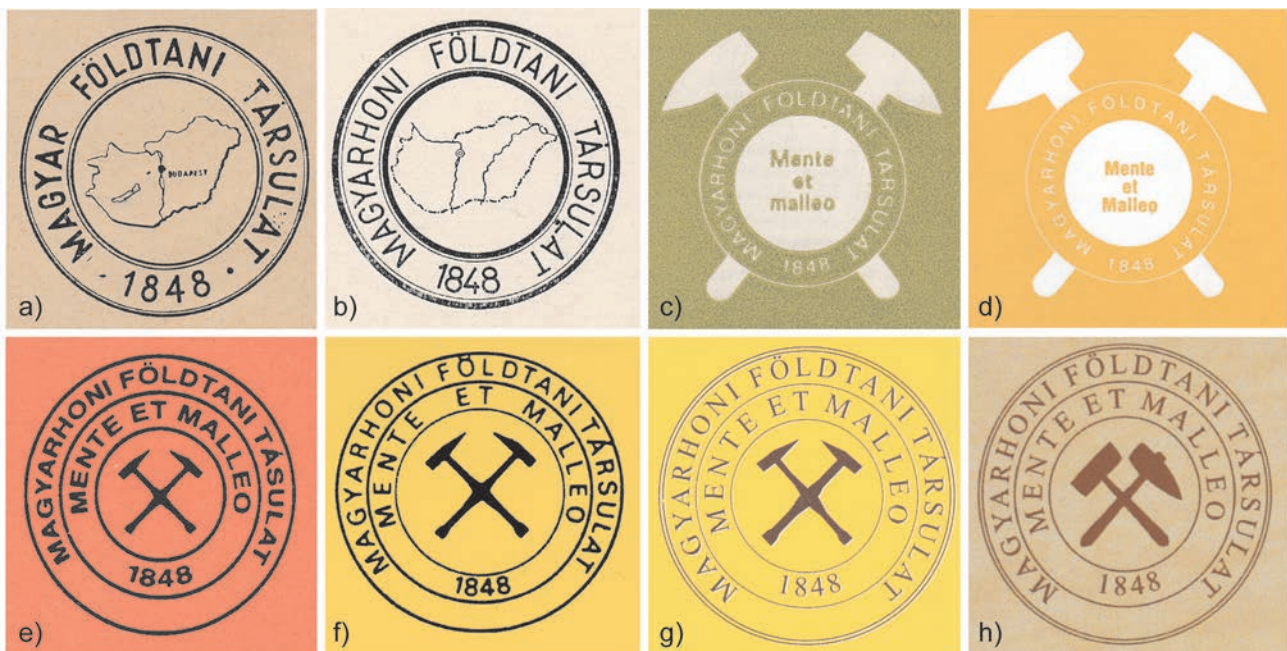
Bevezetés

A Földtani Közlöny 150. évfolyamának megjelenése alkalmából íródott jelen áttekintés előzménye a Közlöny honlapján online elérhető összefoglaló volt, melynek megírását BAKSA Csaba, a Magyarhoni Földtani Társulat néhai elnöke kezdeményezte. Ahhoz hasonlóan e cikk sem tudománytörténeti, hanem kiadványtörténeti célzatú, tehát nem a Közlöny tudományos tartalmának változását tekinti át, hanem a Közlönynek, mint e tartalom hordozójának történetét (1. ábra). A kronológiai sorrendet követő fő rész után egy függelékként közölt tematikus adattár ad további hasznos információkat listák, illetve a hozzájuk kapcsolódó vagy önálló szöveges részek formájában. Az áttekintés forrásául az irodalomjegyzékben felsorolt, a Közlönyben szokásos módon hivatkozott önálló publikációk, illetve maga a Közlöny szolgált, elsősorban a közgyűlések elnöki megnyitói és (fő)titkári jelentései, az 1918 előtti időszakra nézve ezeken felül még a választmányi ülések kivonatos jegyzőkönyvei. Ezekre szögletes zárójelben megadott kötet számmal és a kettőspont után következő oldalszámmal hivatkozom (pl.: [7: 37], a kötet szám előtt M. a Munkálatokat, FÉ. a Földtani Értesítőt, R.

a repertóriumokat jelzi. Az oldalszámot hasonlóképpen megadtam a hivatkozott könyvek esetében is. Igen fontos forrást jelentettek a Társulat több, a köszönetnyilvánításban név szerint felsorolt tisztségviselőjének közlései is.

Előzmények

A Magyarhoni Földtani Társulat működésének első két évtizedében több okból sem vállalkozhatott rendszeres folyóirat kiadására. Egyik oldalról ennek hiányoztak az anyagi feltételei. A Bach-korszak, majd a Schmerling-provizórium alatt a Társulat nem számíthatott állami támogatásra, és önerőre sem igen támaszkodhatott, mert a rendes tagok száma a kiegyezés előtt nem érte el a kétszázat sem, és ők 1862-ben már összesen 735 évi tagdíjjal voltak adósak [M.II: 207]. Állami földtani intézményrendszer híján a potenciális cikkírók száma is viszonylag kicsi volt. Így a kiadványok megjelenítésében a korra és a frissen alakult társulatokra is jellemző egyszeri nekibuzdulások és hosszú szünetek váltakoztak egészen a kiegyezésig, amikor megteremtődtek egy évkönyvszerű kiadvány megjelenítésének anyagi feltételei.



1. ábra. Változó szimbólumok. A Társulat (és a Közlöny) történetének lenyomatai a lap címlapján lévő társulati emblémán

(a) 1952 [72] – 1965 [85]: Az 1950-es közgyűlési határozat nyomán a Magyarhoniól eltűnt a „honi”. Az emblémába belerajzolták a határokat, melyeket nem lehetett fizikailag és nem illett szakmailag átlépni, alul pedig a „legendás” alapítási évszám áll. (b) 1966 [86] – 1969 [89]: Az 1962-ben visszaállított névalak csak négy év késéssel került a címlapra. (c): 1970 [100] – 1991 [121]: Kezd színesedni a világ (bár csak egyszínű), és a hagyományos formájú geológuskalapáccsokkal kiegészített embléma közepén az országhatárok helyett már a nemzetközi geológus-jelmondat található. (d): Ugyanaz, a borító lassú „elsárgulását” tükrözve. (e) 1992/1 [122/1]: A visszanyert önállóság kezdeti nehézségei: Megújult embléma a hírhedt piros számok egyikéről, modernizált geológuskalapáccsokkal. (f) 1992/2-4 [122/2-4] – 2000 [130]: Ugyanez, kis tipográfiai korrekcióval. (g) 2001 [131] – 2007 [137]: Sokkal szebb kivitel, egy – a 2001-ben befizetett külön előfizetési díj miatt – sokkal drágább lapról. (h): 2008 [138] –: Modernizálás és tradíció: színes nyomású embléma a többszínnyomású címlapról – a geológuskalapácsok helyett bányászkalapáccsal és -ékekkel

Figure 1. Changing symbols. Impressions of the history of the Society (and the Bulletin) on the emblem of the Society printed on the front cover of the journal

(a) 1952 [72] – 1965 [85]: The new name of the society, introduced in 1950, can be read in the legend. The emblem also shows the frontier of the county, which was impossible to cross physically and inadvisable to cross scientifically in those days. The “legendary” year of foundation of the Society stands below. (b) 1966 [86] – 1969 [89]: The traditional name was restored in 1962 but the emblem was replaced only four years later on the cover of the Bulletin. (c): 1970 [100] – 1991 [121]: There are again colours in the world (though only one), and instead of national borders, the international motto of geology is in the middle of the emblem, which also features the crossed geologists’ hammers (of the traditional design). (d): The same in the yellowish colour of the later covers. (e) 1992/1 [122/1]: Teething troubles of recovered independence: The first version of the new emblem with geologists’ hammers of the present-day design from the issues with the notoriously miscoloured cover. (f) 1992/2-4 [122/2-4] – 2000 [130]: The same with a slight typographic correction. (g) 2001 [131] – 2007 [137]: A design, which was much more attractive on the cover of the Bulletin, which was much more expensive (due to the special subscription fee introduced in 2001). (h): 2008 [138] –: Modernization and tradition: A redesigned emblem printed in colour from the multicolour cover of the Bulletin. Miners’ hammer and axe replaced geologists’ hammers

A Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) első saját kiadványa a szűk két évnyi tényleges működés után 1852-ben megjelent „Első jelentés a Magyarhoni Földtani Társulatról” volt. A németül is kiadott füzetkét, mellyel a fiatal társulat hírt adott létezéséről, KOVÁTS Gyula titkár szerkesztette. Egy történeti áttekintés és a működési jelentés mellett az alapszabályokat, a tagok és tisztviselők névsorát, a pénztári jelentést és a Társulatnak küldött ajándékok listáját tartalmazta, valamint utolsó lapján az ígéretet, hogy „egy második jelentés, melly a szakgyűlésekben tartott tudományos értekezéseket, legalább kivonatképpen tartalmazandja, még ez év folytán sajtó alá kerülend” [M.I: 35]. E második jelentés azonban nem jelent meg. Az 1855. III. 22-i választmányi ülés elhatározta, hogy a Társulat magyar és német nyelvű évkönyveket fog kiadni (VENDL 1958: 55). Évkönyv helyett azonban a Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai első kötetének kizárólag tudományos értekezéseket tartalmazó első füzetét jelent meg 1856-ban. KOVÁTS Gyula szerkesztői előszava szerint „ezen füzetel kezd meg a magyarhoni földtani társulat tudományos munkálatainak kiadását, mellyek vagy tagjaitól származnak, vagy megbízásából készültek. (...) Fényes kiadásokat csak az állam által pénzzel segített testületek eszközölhetnek, s még ezen kiadás is lehetetlenné vált volna, ha ezt magas pártfogójának herceg Eszterházy Pál Ő nagyméltóságának fényes bőkezősége lehetővé nem teszi [M.I: 5].” A füzet németül is megjelent, már csak azért is, mert kiadását a német orvosok és természetvizsgálók Bécsben rendezett összejövetelére időzítették [M.II: 4]. A kötet csonkán maradt, noha a Munkálatok kiadása az 1856-ban elfogadott társulati alapszabály 5. §-ában a társulat működésének jelentékenyebb eszközei közt a 3. helyen szerepel [M.III: 198]. Továbbra sem jelent meg a társulat működéséről beszámoló, „rövid időn kiadandó” második jelentés sem. SCHMIDT (1880) visszatekintése szerint „a kiadványok szerfölött késedelmes közzététele” volt az, ami a társulat iránti „érdeklődést folyton apasztá, úgy hogy csakis a geológok és bányászok szokott szívósságának köszönhető, hogy a társulat ügye az enyészet homályába nem költözött”.

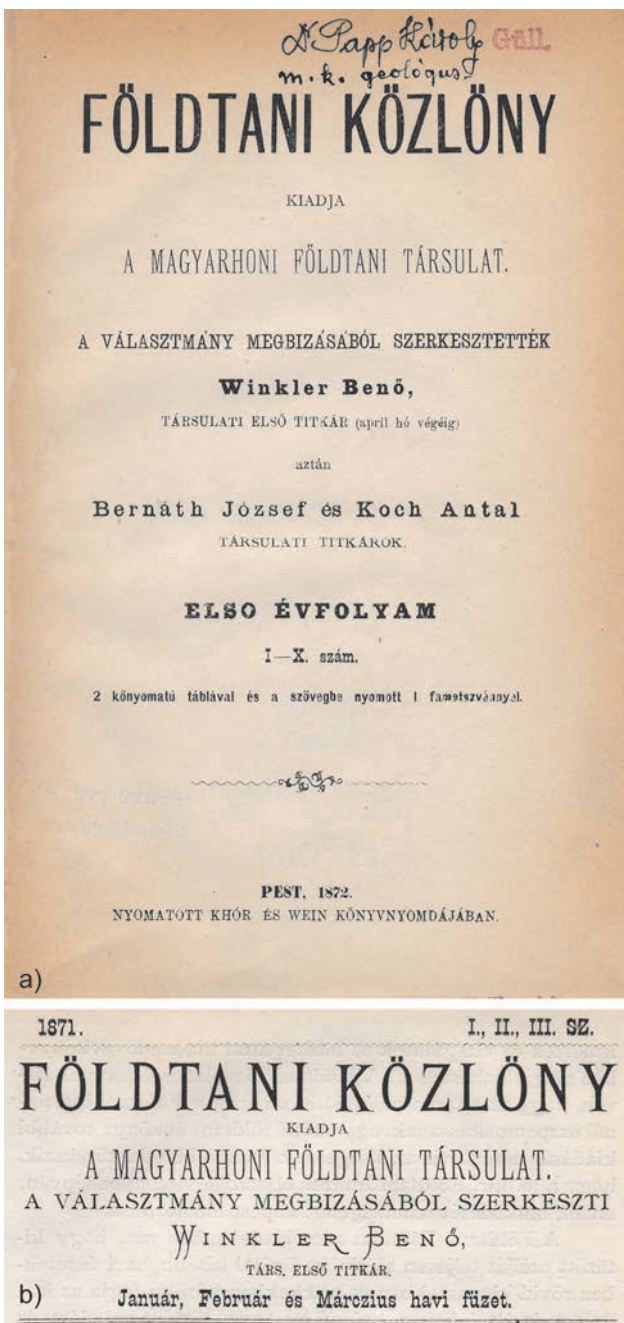
Hét év szünet után, melyet VENDL (1958: 64) az anyagi fedezet hiányával magyarázott, SZABÓ József szerkesztésében végre 1863-ban megjelent az MFT Munkálatainak II. kötete. Ezúttal az alkalmat az orvosok és természetvizsgálók pesti vándorgyűlése szolgáltatta, mely hosszas szünet után követte azt az 1847-es soproni gyűlést, ahol az MFT megalapítására vonatkozó indítvány elhangzott [M.II: 4]. A kötet 17 szakcikk mellett tartalmazta a társulat működési adatait is (ülések, alapszabályok, tagok és tisztségviselők, pénztári jelentés, könyvtári jelentés). Újabb négy év kihagyás után jelent meg HANTKEN Miksa szerkesztésében a hasonló felépítésű III. kötet, mely HANTKEN előszava szerint „a társulat viszonyai jobbra fordultának közvetlen eredménye” volt [M.III: 17]. Ez az 1866. IV. 25-i választmányi ülés határozata nyomán már csak azokat az előadásokat tartalmazta a szaküléseken tárgyaltak közül, melyeket a választmány erre érdemesnek tartott (VENDL 1958: 69). Korábban az 1866. III. 14-i közgyűlés arról határozott,

„hogy a beadott szakértekezések a társulat közlönyébe, mint forrásmunkába azon nyelvben vétessenek fel a melyben beadatnak” [M.III: 179]. A Munkálatok ezután, HANTKEN Miksa titkársága alatt már csaknem évi rendszerességgel jelentek meg (IV. kötet: 1868, V. kötet: 1870), jelezve egy szabályszerű szakfolyóirat indításának igényét és lehetőségét is. 1867-től már az évente beérkező 900 osztrák értékű forint (a továbbiakban: frt) körüli tagdíj már fedezte a kiadás költségeit, hiszen például 1869-re — amikor végül is nem jelent meg — 900 frt volt a Munkálatok költségelőirányzata [M.V: 216].

A megalapítás, majd az útkeresés periódusa (1871–1885)

1869-ben megalapították a Magyar Királyi Földtani Intézetet (MKFI), és az állami támogatással folyó rendszeres földtani kutatás beindításával „ezen nevezetes momentum levette a társulat bilincseit” (SCHMIDT 1880). Egy évre rá az MFT 1870. november 9-i közgyűlése új alapszabályt fogadott el, és döntött arról, hogy „az eddig megjelenő évkönyv helyett havi füzetekben megjelenő közlöny (2. ábra, A) szerkesztessék” [1: 88]. Az első másfél évtized alatt a folyóirat több koncepcionális változáson esett át, de 1886-ra kiforrott az azóta is kisebb módosulásokkal fennálló jelleg és szerkezet. A kiadás maga nem okozott megoldhatatlan problémákat a Társulatnak, bár a beérkező, átlagban 1100–1200-ról 1700–1800 frt-ra növekvő évi tagdíjbefizetések a periódus végén már alig fedezték a Közlönynek 6–700 frt-ról 2000 frt közelébe emelkedő nyomdaköltségét, amely a Társulat évi kiadásainak általában 40–60%-át tette ki.

Az új társulati alapszabály 3. §-ában a társulat működésének jelentékenyebb eszközei közt a szakgyűlések tartása után már a 2. helyen szerepel a „Földtani Közlöny kiadása” [1: 49]. A szerkesztő az alapszabály 17–18.§. alapján a társulat első titkára volt, munkájában a másodtitkár segítette vagy helyettesítette [1: 51]. Az 1871 tavaszán megjelent első szám (2. ábra, B) szerkesztői előszava [1: 1–2] rámutatott arra, hogy a folyóirat e formában történő megszületéséhez is hozzájárult az MKFI alapítása. A Társulat ugyanis ezzel mentesült az alól, hogy az ország földtani viszonyainak kutatására vonatkozó terjedelmes közleményeket kelljen közreadnia, ezek ugyanis megtalálják a helyüket az Intézet kiadványaiban. A Társulat vezetése úgy döntött, hogy „egy önálló földtani évkönyv további kiadását nem tartja szükségesnek”, és azt a célt tűzte ki maga elé, hogy „havi füzetekben rövid kivonatokban és cikkekben közölni fogja az irodalom s általában a tudomány terén történt haladást és felfedezéseket, figyelemmel kíséri a hazai tudományos intézetek működéseit, szakgyűléseket rendez, s az ezekben előadott tárgyakat a tagok tudomására hozandja. Ezen havi füzetek által a társulat kettős célt remél elérni; egyrészt erejéhez képest igyekezni fog a földtani tudományok iránt szélesebb körökben is kedvet és érdekeltséget gerjeszteni, másrészt a külső tagokkal is folytonos összeköttetésben lévén, inkább lesz alkalma azok nézeteit és kívánalmait megismer-



2. ábra. a) A Földtani Közlöny első évfolyamának címlapja. PAPP Károly (1940–1941 közt elnök) példánya, rajta GÜLL Vilmos (1907–1909 közt másodtitkár) bélyegzőnyomatával. b) A legelső szám első oldalának címfeje

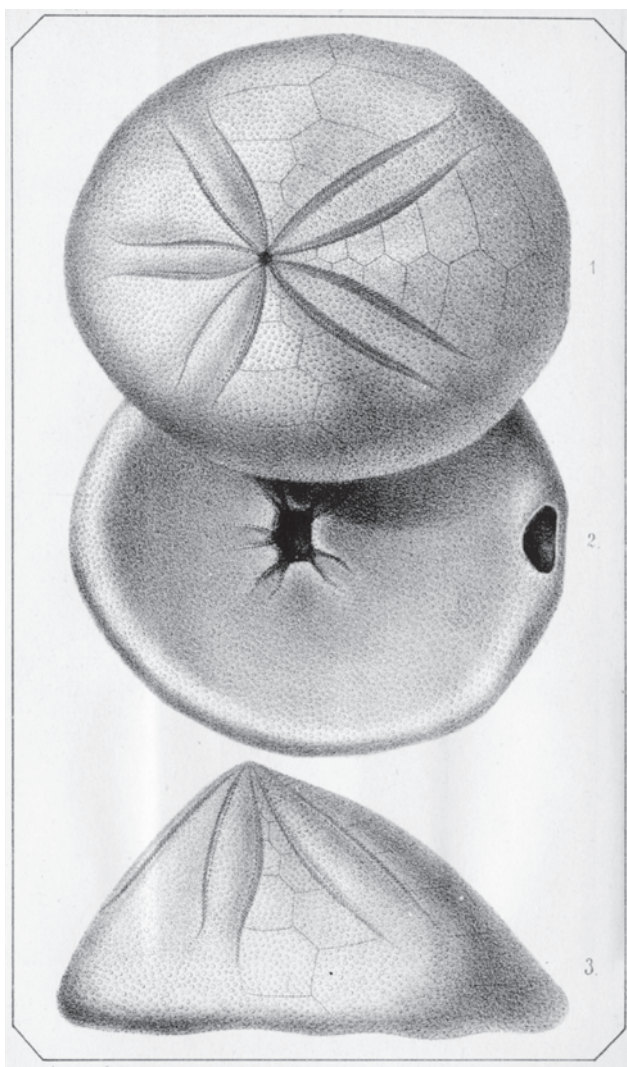
Figure 2. a) Front cover of the Bulletin from the copy of Károly PAPP (president between 1940–1941), bearing also the stamp mark of Vilmos GÜLL (second secretary between 1907–1909). b) Headline from the first page of the very first issue

ni s azokat lehetőleg teljesíteni.” E célkitűzéseknek a Földtani Közlöny — a lényegében azóta is csak a belső árnyokban változó — hármas tartalmi tagozódással tett eleget, közölve (1) értekezéseket, vagyis eredeti cikkeket, (2) leginkább magyar vonatkozású irodalmi ismertetéseket és (3) vegyes közleményeket, köztük a társulati életre vonatkozó beszámolókat.

A Közlöny elsősorban a szaküléseken elhangzott elő-

adások anyagát tartalmazta, de a társulati bemutatás hiánya nem volt kizáró ok [l. pl. 7: 37, 9: 52]. Amint VENDL (1958: 80) írja, „az 1871. évtől kezdve tehát a Földtani Közlöny volt a Társulat tudományos munkásságának tükré és lényeges eszköze”. VENDL az 1950-ig terjedő időtartamra nézve megállapította, hogy a Közlöny kötetében jelentek meg „a legfontosabb eredeti kutatásokon alapuló földtani értekezések; a nagyobb monográfia jellegű munkák és az állami felvételek eredményei kivételével. Noha a M. Kir. Földtani Intézetnek külön kiadványai voltak, az intézet geológusai mégis szívesen közöltek a Közlönyben rövidebb értekezéseket. Ez a folyóirat ugyanis (...) mozgékonyabb volt, hamarabb jelent meg (...), mint a Földtani Intézet nagyobb kiadványai”. Az említett MKFI kiadványok közül az *Évi Jelentés* (1876-tól) az Intézet földtani felvételeit és működési adatait, az *Évkönyv* (1871-től) a munkatársak önálló közleményeit adta közre. A korabeli — nagyjából a Közlönyvel egyidős — a tág értelemben vett geológia területével is foglalkozó, bizonyos „konkurenciát” jelentő egyesületi szaklapok közül a *Bányászati és Kohászati Lapok* (1868-tól) tematikailag csak kevésbé érintkezett a Közlönyvel; a *Természettudományi Közlöny* (1869-től) általában nem közölt eredeti tanulmányokat. Az Erdélyi Múzeum-Egylet Orvos-Természettudományi Szakosztálya 1876-tól adott ki változó című folyóiratot. Az akadémiai kiadványok közül az *Értekezések a természettudományok köréből* (1869-től) az MTA ülésein elhangzott előadásokat adta közre. A *Mathematikai és Természettudományi Közlemények* (1861-től) főleg Magyarországra vonatkozó, többnyire hosszabb lélegzetű dolgozatokat tartalmazott. A *Mathematikai és Természettudományi Értesítő* (1882-től) az előbbinek rendszeresebben megjelenő és rövidebb közleményeket is megjelentető kiegészítője volt. A *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn* (1882-től) különböző hazai természettudományos folyóiratok (köztük a Földtani Közlöny) hasábjain megjelent cikkek német változatát tartalmazta. Az MNM természetrajzi osztályainak kétnyelvű folyóirata, a *Természetrajzi Füzetek* (1877-től) a múzeum munkatársainak ásványtani, kristálytani és paleontológiai írásait (is) közölte.

A Földtani Közlönyt a társulati tagok a tagdíj fejében, tagi járandóságként kapták. A társulat a földművelési, ipari és kereskedelmi minisztériumtól kérvényezte a lap ingyenes postai szállítását, ami ugyan nem volt lehetséges, de az MFT is megkapta a Természettudományi Társulat által élvezett kedvezményt, mely szerint „a társulat közlönyét havi füzetekben minden 2 1/2 lat [43,5 g] után egy újságjeggyel (1 kr. díj mellett) küldheti szét” [1: 91]. A Földtani Közlöny kötetei tehát hivatalosan havi füzetekből álltak, de az elvileg 10, majd 1873-tól [3. évf.] 12 füzet valójában mindig összevonva jelent meg, eleinte évi 7–8, majd 4–5 alkalommal. A cikkeket kísérő vonalas ábrák száma az első években tíz körül mozgott. A nagyobb terjedelmű térképek, szelvények, illetve az árnyaltos illusztrációk (litográfiák, 3. ábra) és szintén litografált kristályrajzok külön táblákra kerültek, ezek száma általában kötetenként tíz alatt volt. A lap formátuma 1877-ig [7] a mai A5 mérethez hasonló kis, majd az 1878. I. 20-i választmányi



3. ábra. Kőnyomatos illusztráció a Földtani Közlöny 3. évfolyamából (*Echinolampas conoideus*, PÁVAY Elek rajza)

Figure 3. Lithography illustration from Vol. 3 of the Bulletin (*Echinolampas conoideus*, drawing by Elek PÁVAY)

ülés határozata nyomán [9: 54] a B5 mérethez közeli nagy oktáv volt. Eleinte Khór és Wein nyomdájában készült, majd 1874-től [4] — vélhetőleg annak nyomán, hogy az 1873. XI. 20-i választmányi ülés szebb kiállításban és jobb papiroson történő megjelentetést határozott el [4: 23] — a Légrády testvérek nyomdájában. A 4. évfolyam mellékleteként jelent meg POŠEPNÝ „bányageológ úrnak nagyobb terjedelmű, gyönyörű táblázatokkal ellátott, Rézbánya vidékére vonatkozó nagybecsű műve” [4: 29, 1. az Adattárat is].

Már kezdetben igyekeztek a Földtani Közlöny túlnyomórészt magyar nyelvű tartalmát külföldön is megismertetni úgy, hogy a cikkek német kivonatát megküldték a bécsi cs. k. földtani intézet igazgatójának a *Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt* füzeteiben történő megjelentetés céljából [8: 34, 9: 54]. Sajátos megoldás volt, amikor 1873-ban [3] PÁVAY cikkét egy (a 3. ábrán bemutatott) új *Echinolampas*-fajról kéthasábos tördelésben, hasábonként magyarul, illetve németül közölték, vagy 1877-ben [7] HERBICH „Geo-



4. ábra. A Földtani Közlöny német nyelvű szupplementumának címfeje [19/7-8]
Figure 4. Headline of the German supplement of the Bulletin [19/7-8]

lógiai tapasztalatok az erdélyi érchegység keleti szélén” című tanulmányának magyar és német szövegét a szembe-néző oldalpárokon helyezték el. 1879 e téren fontos változást hozott. A március 5-i rendkívüli közgyűlés elfogadta a választmány előterjesztését arra vonatkozóan, hogy „a Földtani Közlöny eredeti értekezései a folyó évtől kezdve a magyar szövegen kívül még német, francia vagy angol nyelven is közzététessenek” [9: 64, 9: 136], „melyet a tudomány nemzetközi összefüggése követelt” [FÉ.1: 19]. Ettől kezdve, amint a kétnyelvű címlap is tükrözte, a cikkeket, sőt a társulati élet híreit is hol a magyar cikkekkel egy füzetben, hol szupplementum gyanánt (4. ábra) idegen nyelven közzétették. Noha francia és angol nyelvű közlések is lehetségesek voltak, túlnyomórészt a cikkek német fordítása jelent meg. Mindennek üdvös hatása volt a Társulat csereviszonyaira, hiszen a — főként külföldi — cserepartnerek száma a kétnyelvűsítés előtti 25-30-ról a MKFI-n keresztül elbonyolított cseréket beleszámítva 1892-re 160, 1902-re 170, 1912-re 200 fölé nőtt (1. az Adattárat is).

Már a következő évben a 10. évfolyammal újabb nagy horderejű átalakulás történt. Az 1880. I. 18-i választmányi ülés elhatározta, hogy a kéthavonta megjelenő Földtani Közlöny csak eredeti értekezéseket fog tartalmazni, beleértve a korábbi „Vegyesek” rovatból kivett Rövid közleményeket, míg az Irodalom, a (tényleges) Vegyesek és a Társulati ügyek rovatok, népszerűsítő cikkekkel megtoldva, a Földtani Értesítő címmel évi nyolc füzetben, minden szakülést követő vasárnap megjelenő mellékclapba kerülnek át. Az új orgánus céljai a következők voltak: 1. Meghatározott időben és gyorsabban jelenvén meg, a Társulat tagjai közt rendszeres és élénk összeköttetést tart fenn. 2. A földtani ismeretek részére nagyobb és általánosabb érdeklődés felkeltésére törekedve beszámol a Társulat működéséről, s nyilvántartja a hazai és a hazánkra vonatkozó irodalmat. Emellett ismeretterjesztő cikkeket közöl a művelt magyar közönség számára ([FÉ.1: 28–29] és VENDL 1958: 100). A reményteljesen induló folyóirat 3. kötetének utolsó öt füzeté helyett azonban már csak két összevont szám jelent meg, ami előre jelezte, hogy a rövid életű „profiltisztítás” a mellékclappal együtt az 1882-es évvel [a Közöly 12. kötetével] bezárólag véget ér. Ennek okaként a választmány azt jelölte meg, hogy a kicsiny számú közreműködő hat olyan társulat és folyóirat között oszlik meg, ahol földtani és rokon tárgyú írásokat közölnek ([13: 69] és VENDL 1958: 102).

A 13. kötet első lapján „Olvasóinkhoz” címmel megjelent közlemény így újabb változást harangozhatott be. Első mondata szerint „a Földtani Közlönynek 1883 január hónapjától kezdve új folyama indul” [13: 1]. A Földtani Értesítő megszűntével ugyanis nem egyszerűen a korábbi helyzet állt vissza, hanem a Társulat és az MKFI az 1883. I. 24-i közgyűlés döntése, illetve az Intézetet felügyelő miniszter egyetértése nyomán szövetségre lépett egymással, így a Közlöny címlapjára felkerült az „egyszersmind a m. kir. Földtani Intézet hivatalos közlönye” felirat is. A lépéshez az MKFI-nek az a terve vezetett, mely szerint a korábban nem hivatalosan a Közlönyben megjelentetett felvételi jelentéseket saját maga adta volna ki. A megállapodás szerint ezek és az Intézet egyéb tudósításai végül továbbra is a Földtani Közlönyben jelentek meg immáron hivatalos formában, ennek fejében a Társulat 1883-ban 300 frt segélyt kapott. A Társulat az Intézet cserepéldányosai számára a Földtani Közlönyből mintegy 100–200 példányt engedett át, és felajánlotta, hogy a terjedelmesebb eredeti értekezéseket az Intézet Évkönyvének adja át közlésre [13: 69].

E koalíció nem volt előzmény nélküli, hiszen az MFT és az MKFI között a Társulat alapszabályában rögzített — és az állam által elismert, sőt anyagilag is támogatott — szoros kapcsolat volt. Az illetékes miniszter az MFT-nek 1871-től 200 [2: 62], 1873-tól 300 [4: 22.], 1876-tól 400 példány [7: 24] erejéig ingyenesen, azon felül önköltségi áron engedélyezte az intézeti évkönyv átvételét tagjai részére. A Társulat viszont az 1876. I. 24-i közgyűlés határozata nyomán a társulati könyvtárat átadta az MKFI-nek [7: 24]. Az MFT–MKFI koalíció megkötésekor egy szerkesztőbizottság is alakult (l. bővebben az Adattárban), az „Irodalom” rovat megtöltését pedig egy tizenkét tagú referáló bizottságra bízták [13: 2]. Elhatározták, hogy „a Közlöny ezentúl ismét rövidebb időközökben fog kiadatni, lehetőleg úgy, hogy a nyári szünetek [sic!] kivételével minden egy-két hónapra essék egy füzet” [13: 1], de ezt ezúttal sem sikerült megvalósítani. Ugyanezkor nyomdát is váltottak, a Közlöny 1883-tól [13] egészen 1920-ig [50] a Franklin Társulat nyomdájában készült. Említésre méltó még, hogy 1883-tól a tartalomjegyzék mellett (és azzal együtt elkülönítve római számmal lap számozott) 20–30 oldalas, részletes betűrendes tartalommutató (tárgyszavas index) is volt. Korábban csak a legelső évfolyam tartalmazott ilyet, viszont az 1884-ben HALAVÁTS Gyula szerkesztésében megjelent — és 1882-ig az MFT összes addigi kiadványát felölelő — tartalommutató ([R1] az Adattárban) retrospektíve pótolta e hiányosságot.

Az „Irodalom” rovat tervezett megerősítése nem sikerült olyan mértékben, mint amennyire az elnök, SZABÓ József kívánta volna, aki a Közlönyt a tagok munkálatainak közlésére szolgáló fórumon túlmenően — mai kifejezéssel élve — a magyar geológia referáló folyóirataként képzelte el: „társulatunk Közlönyének mindez ideig egy lényeges hiánya van. Füzeteinek homlokára oda vannak nyomtatva a sokat ígérő szavak, hogy havi folyóirat «Magyarország földtani, ásványtani és őslénytani megismertetésére s a földtani ismeretek terjesztésére.» (...) a magyarhoni földtani társulat Közlönye nem egészen az, a minnek lennie kellene,

nem egészen hű tükre annak, a mi Magyarországon a geológia és társtudományai terén történik. S ezt az érzékeny hiányt nem egyéb, mint irodalmi rovatának hézagos és tökéletlen volta okozza!” [15: 164]. Ez a Szabó által máskor is hangoztatott óhaj [16: 58] később sem válhatott valóra, e téren a legtöbb, amit a Közlöny adni tudhatott, a magyar szerzők geológiai tárgyú közleményeinek éves repertóriumuként, mely 1900 és 2000 között jelent meg (JÁMBOR 2006).

A Közlöny ezen „új folyama” is csak három évig tartott. Ahogy az 1885-ös titkári előterjesztés fogalmaz: „a Közlöny terjedelme az idén ismét fenyegetően kezd növekedni” [15: 359]. Ekkor a lap a tervezett 26–30 helyett már 37 nyomtatott íves volt, ebből 18 ívet foglaltak el az intézeti jelentések. Emiatt évről évre növekedett a következő évre átcúsuló cikkek száma. Ezenfelül a minisztérium által az MKFI-n keresztül fizetett 300, majd 1885-ben 350 frt „szövetségi kvóta” sem fedezte a tényleges költségeket. Az 1885. XII. 23-i választmányi ülésen a társulati titkár bejelentette, hogy tudomása szerint az MKFI rövid időn belül „összes munkálkodásainak eredményeit kizárólag a saját zászlaja alatt készülni közelebbre”. A választmány láthatólag nem igyekezett az Intézetet erről lebeszélteni, inkább arra törekedett, hogy az általa önállóan kiadandó Évi Jelentéseket is megszerezze tagjai számára, emellett továbbra is felajánlotta a Közlönyt „a m. kir. földtani intézet hivatalos közlönyéül”, valamint azt is, hogy az Intézet „csere kötelezettségei számára a kellő példányokat ezentúl is kész örömet kiszolgáltassa” [16: 71–72]. Az 1886. II. 3-i választmányi ülésen már *expressis verbis* elhangzott, hogy „a «Jelentések» kinyomtatása terjedelmükénél fogva (...) egy idő óta oly mérvű financiális és szerkesztési nehézségekkel járt, melyeknek legyőzése sem a szerkesztők, sem a társulati pénztár hatalmában nem áll”. Végül az a megállapodás született, hogy az Intézet és a Társulat szövetségi viszonya továbbra is fennmarad, és így a Közlöny címlapján az „egyszersmind m. kir. Földtani Intézet hivatalos közlönye” kitétel is megmarad, de az Intézet Évi Jelentéseit saját neve alatt és költségén maga adja ki. A Társulat lemond a segélyről, de az Évi Jelentésekből saját tagjai és csereviszonyosai részére saját költségén különnyomatokat készíttethet [16: 116–117]. A századforduló után megritkultak a Közlönyben publikált intézeti közlemények is, mindazonáltal a „szövetségi viszonyt” jelző, idézett kitétel egészen 1949-ig megmaradt a címlapon (5. ábra).

Konszolidált évek (1886–1918)

1886-tól tehát a Földtani Közlöny megállapodott tartalmában, formájában és rendszerességében is. Megjelentése annak ellenére nem jelentett állandósult gondot — mint a Társulat későbbi története során oly sokszor —, hogy költsége az évi kiadásoknak általában 40–60%-át felemésztette. A Társulat ugyanis 1887-től biztosan számíthatott a kultuszminisztériumtól rendszeresen kapott 1000 frt (= 2000 K) országos segélyre (vagyis állami dotációra), melynek összege 1907-ben 3000 K-ra nőtt [38: 67], 1910-től pedig a föld-



5. ábra. A 23-tól a 79. kötetig a címlapon olvasható alcím tudatta, hogy a Földtani Közlöny egyben a Földtani Intézet hivatalos közlönye is. A felirat híven tükrözte az Intézet névváltozásait. a) Az Intézet eredeti neve a „m. kir.” (magyar királyi) jelzőkkel [62]. b) A Közlönynek a királyság idején (1943-ra) esedékes, de csak a köztársaság alatt (1948-ban) megjelent füzetének címlapján gordiuszi megoldással az 1943-ban használatos „királyi” és az 1948-ban használatos „állami” jelzők egyikét sem írták bele az Intézetnek a címlapra nyomott megnevezésébe [73/10–12]. c) Az Intézet 1946 utáni neve, érdekes módon a „magyar” jelző nélkül [77]

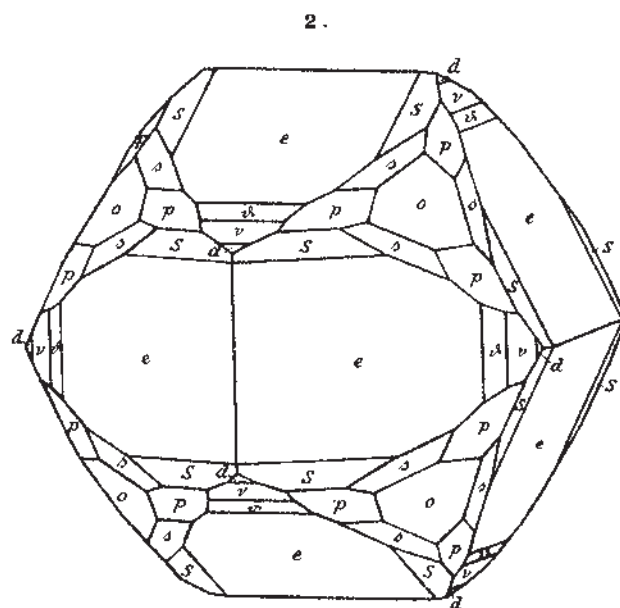
Figure 5. From Vol. 23 to Vol. 79, a subheading on the front cover announced that the Bulletin was also the official journal of the Földtani Intézet (Geological Institute). The inscription faithfully reflected the changes of the official name of the Institute. a) The original name of the Institute, “m. kir.” is the abbreviation of “magyar királyi” (Hungarian royal) [62]. b) The last number of Vol. 73 of Bulletin was to be published in 1943, during the monarchy but was printed only in 1948, during the republic. As a Gordian solution neither of the terms “királyi” (royal) to be used in 1943 and “állami” (state) to be used in 1948 was included in the name of the institute printed on the cover [73/10–12]. c) The name of the Institute after 1946 with “állami” (state) instead of “királyi” (royal), interestingly here without the adjective “magyar” (Hungarian) [77]

művelésügyi minisztériumtól további 4000 K államsegély érkezett [40: 643]. Mindez a tagdíjbevéttel együtt már megalapozta a Közlöny egyre bővülő terjedelemben és jó minőségben történő kiadását. Ennek ellenére többször visszatérő panasz volt a terjedelemben korlátozottsága. 1890: A kéziratok „bőségét alig bírta Közlönyünk, mely meg mindig nyög anyagi viszonyaink korlátoltsága alatt” [20: 109]. 1898: „Közlönyünk tavalyi [27] évfolyama nem is győzte a sok anyagot, dacára annak, hogy ez évben kedvező anyagi helyzetünk megengedte Közlönyünknek a megszokottnál nagyobb terjedelmet adni” [28: 58]. 1907: „Sajnos, hogy pénzügyi helyzetünk nem engedte meg [a Közlöny] terje-

delmének további emelését, mert a nyomdák ismeretes 15 százalékos díjemelése azt lehetetlenné tette” [37: 48]. Megemlítendő, hogy a nyomdaköltségekhez hozzájárult még az MKFI Évi jelentéseiből a tagok számára illetményként eljuttatott különlenyomatok ára is.

A rovatokat tekintve a lap gerincét az értekezések és rövid közlemények képezték, mellettük gyászjelentések és nekrológok is megjelentek. Az 1880-as évek közepétől az irodalmi ismertetések közül a bővebbeket az „Ismertetések”, a pársorosakat az „Irodalom” rovatba sorolták. A mai hírrovat elődjét a „Vegyesek”, „Különlélek”, illetve „Geológiai események” (1910–18) jelentették. Itt jelentek meg a társulat egyes hivatalos közleményei is, magukat a rendezvényeket a „Társulati ügyek” rovat mutatta be. (Részletesebben l. A Földtani Közlöny szerkesztésére vonatkozó szabályok [46: 129–132].) Részben tárgyihiány miatt rövid életűnek bizonyult a Budapest geológiájáról 1910-ben [40] nyitott rovat. 1897-ben [27] jelentek meg az első — mai kifejezéssel élve — tematikus számok „A millenniumi év végén” címmel, a millenniumhoz és a millenáris kiállítás geológiai és montanisztikai részéhez, illetve 1896-os szakmai összejövetelekhez kapcsolódva (l. az Adattárat). 1900-tól [30] kezdődően jelent meg az előző évi magyar geológiai irodalom repertórium. Az 1881-ben felállított társulati földregelési bizottság 1902–1906 [32–36] közt publikálta megfigyelési adatait, melyeket az MKFI pincéjében 1901-ben felállított Bosch-féle „strassburgi ingapárral” nyert. Az ábrák száma fokozatosan megnőtt, a legnagyobb terjedelmű kötetekben (az 1910-es évek elején) 60–70-et is elért (6. ábra). Az 1890-es évektől az ábrák közt már fotók is voltak.

1908-ban az első titkár szerint „tudományos életünknek egészségesebb mederbe való terelődését látjuk közlönyünkben meghonosodni azzal, hogy tudományos viták jelennek



6. ábra. Kőnyomatos illusztráció a Földtani Közlöny 35. évfolyamából (pirit-kristály, MAURITZ Béla rajza) [35: III. tábla, 2. ábra]

Figure 6. Lithography illustration from Vol. 35 of the Bulletin (pyrite crystal, drawing by Béla MAURITZ) [35: Plate III, Fig. 2]

meg. Eddig ugyanis a tudományos vitáknak hiánya, vagy ritka jelenségként való megjelenése, megbénította a magyar geológiai irodalmat” [38: 71]. Ugyanazon évben a 38/5. szám — a Szabó-szikla emléktáblájának leleplezése kapcsán kiadott „Szabó-füzet” volt a Közlöny első emlék-avagy dedikált száma. Ennek megjelenését az MTA 1000 K segéllyel támogatta [39: 52]. 1910. III. 20-án a választmány kimondta, „hogy nem szívesen látja azt, ha a szerző azt a munkáját, amely a Földtani Közlönyben megjelenik, ugyanabban a terjedelemben és kidolgozásban más hazai vagy külföldi szakközlönyben is kiadja. Mégis mérlegelve bizonyos eseteket, nem zárkózik el mereven az elől sem, hogy a szerző munkáját a Földtani Közlönyben való megjelenése után más helyen is közölhesse”, feltéve, ha ennek tényét feltünteti [40: 217–218].

A „konkurens” szaklapokat tekintve megemlítendő, hogy az MKFI 1914-től *Geologica Hungarica. Series Geologica* címmel terjedelmesebb értekezéseket tartalmazó idegen nyelvű sorozatot indított. 1894-ben megszűnt az MTA *Értekezések a természettudományok köréből* című periodikuma, az MNM természetrajzi osztályainak kétnyelvű folyóirata pedig 1902-től *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* néven jelent meg.

1910-ben a korábbi földrendési bizottság mintájára a választmány — tagja, LÓCZY Lajos javaslatára — megalakította a Barlangkutató Bizottságot [40: 62], melynek közleményei 1910–12 között [40–42] szintén a Közlönyben kaptak helyet. 1913-ban a bizottság Barlangkutató Szakosztállyá alakult, és „*Barlangkutató/Höhlenforschung*” néven saját, elvileg évente négy ízben megjelenő, kétnyelvű folyóiratot adott ki. Ez volt az MFT első önálló szakosztályi kiadványa, mely ilyen formában a Szakosztály feloszlásáig [57: 89], egyben a Barlangkutató Társulat 1926. II. 20-án történt megalakulásáig 13 kötetet ért meg (ezekből a 10–13 összevonva jelent meg). 1903-ban [33] megjelent a Közlöny következő repertórium, a 13–30. kötetek tartalommutatója CHOLNOKY Jenő szerkesztésében ([R2] az Adattárban). A 33/7–9. füzet ismét „tematikus szám volt”, a Bécsben tartott IX. Nemzetközi Geológiai Kongresszus utánra tervezett alföldi és aldunai kirándulásra írt kirándulásvezetőket tartalmazta, miután a kirándulások elmaradását követően engedélyezték a minisztériumi támogatás felhasználását a vezetők kinyomtatására [33: 78, 33: 485, 34: 74–77].

1908 és 1914 között, részben a Barlangkutató Bizottság közleményei miatt is, a Közlöny egy év kivételével végig 600 oldal fölötti vaskos kötetet tett ki, 1912-ben elérve minden idők legnagyobb, mutatók nélkül 988, azokkal együtt 1028 oldalas terjedelmét, annak ellenére, hogy 1904 óta a cikkek hosszát két ízben maximálták, és a két ív fölötti rész nyomdaköltségét a szerzői tiszteletdíjből fedezték [34: 250]. A Közlöny megjelentetése, bár költsége ugyanezen időszakban az évi társulati kiadás 45–70%-át tette ki, mindazonáltal nem forgott veszélyben. Az 1908-ban megkezdett szisztematikus tagtoborzásnak és az 1912 végén már 114 tagú Barlangkutató Bizottság megalakulásának is köszönhetően a társulati tagság az 1910-es közel 400-ról 1913-ra 730-ra nőtt, a Hidrológiai Szakosztály megalakulása után, 1917-ben pedig elérte a 755-öt. Magánszemélyek mellett

igen sok jogi személy is tag lett. LÓCZY Lajos például kieszközölte, hogy a földművelésügyi miniszter az összes állami erdőigazgatóságot, erdőhivatalt és erdőfelügyelőséget a tagok sorába léptette, s így 90 állandó taggal szaporodott a Társulat [46: 28]. Azt nem sikerült elérni, hogy az állami középiskolákat beléptessék [44: 515], de 1915-ben az iskolák fele így is a Társulat tagja volt [46: 28]. (A tagság ezen „felhígulása” volt egyébként a VADÁSZ Elemér, KORMOS Tivadar és BALLENEGGER Róbert nevével fémjelzett 1918/1919-es „társulati forradalmárok” által javasolt alapszabály-változtatások egyik hivatkozási pontja. Később MAURITZ is helytelenítette azt, hogy „a régebb múltban a titkárság arra törekedett, hogy a tagok száma minél nagyobb legyen, de nem nagyon vizsgálta azt, hogy a tagokat milyen erkölcsi, érzelmi vagy egyéb kapcsolatok kötik a Társulathoz” [55: 248–249].)

A befolyt tagdíjak ezen időszakban 4000 és 5800 K között mozogtak, és az évi 50–60 előfizető díjaival (550 K körül), valamint a 7000 K állami dotációval együtt meghaladták a Közlöny 9–12 000 K között változó közvetlen kiadási költségét. A választmányi üléseken több ízben tesznek említést SEMSEY Andornak egyes cikkek kinyomtatására fordítandó adományáról is [pl. 40: 642], 1910-ben ez összesen 2340 K volt, azonkívül egyes cikkek megjelentetésére olykor az állam és egyes intézmények, illetve társulatok is áldoztak több száz koronás összegeket [l. pl. 41: 304–305]. A Közlöny példányszáma a taglétszám növekedése miatt az 1908-as 650-ről 1914-re 1100-ra nőtt [40: 62, 46: 29]. Vélhetőleg a Közlöny terjedelmnövekedése miatt is, illetve „a titkárság helyzetét egyes felolvasók netalán teljesíthetetlen követeléseivel szemben megkönnyítendő”, SCHAFARZIK Ferenc társulati elnök javaslatára 1913. IV. 2-án szerkesztőbizottságot alakítottak (részletesebben l. az Adattárban) [43: 108, 356].

Az első világháború hatásai természetesen a Földtani Közlönyt is érintették, aminek első jele az volt, hogy az olvasót utoljára 1913-ban segítette a betűrendes tartalommutató (index). Az 1905–14 közt 660 oldalas átlagos terjedelem az 1915–1918-as években 2/3-ára (410 oldalra) esett vissza. Költségcsökkentési céllal 1915-től kezdve legfeljebb évi négy (rendes) folyóiratszám jelent meg — és ez mindmáig így van. A gondokat egyik oldalról a bevételek visszaesése okozta: a 7000 K államsegély 1914-ben 6500 K-ra csökkent, 1915-ben mindössze 2500 K volt; az utolsó békeév 5054 K tagdíjbevétele 1914-re 4360, 1915-re 3920 K-ra esett, a Társulat vagyonát pedig csaknem 7000 K adóssággal terhelte meg a hadikölcsönök jegyzése. Bár 1916-ban 6000 K, majd 1917-ben ismét 7000 K, 1918-ban pedig 11 000 K (!) államsegély érkezett, a másik oldalon még mindig ott volt a nyomdaköltségek állandó növekedése (1915. XII. 14-én 30%, 1916. XI. 8-án 30%; 1917. I. 1-én 40%; 1917. IX. 15-én 25%, 1918. III. 15-én 25%, 1918. VI. 1-jén 15%, 1918. IX. 1-én 25% [48: 292, 48: 400].

SCHAFARZIK Ferenc az 1916. II. 9-i közgyűlésen a szűk-ség helyzetben több lehetséges költségcsökkentési megoldást vázolt fel a Közlöny számára: a cikkek terjedelmi korlátozása; a népszerű cikkek és ábrák elhagyása vagy egy kü-

lön kiadványban való megjelentetése (vagyis a *Földtani Értesítő* „feltámasztása”), a „helyi jelentőségű” cikkekből teljes fordítás helyett csak kivonat közlése [46: 2–3]. SCHAFARZIK az 1916. III. 1-i választmányi ülésen is indítványozta a Földtani Közlöny szétválasztását egy tudományos és egy népszerű részre [46: 128]. MAURITZ később úgy emlékezett vissza, hogy „midőn a világháború előtt Társulatunkban, illetőleg a Földtani Közlönyben a népszerűsítő irányzat kezdett felülkerekedni, megint felmerült a gondolat, hogy a Földtani Értesítő újra életre keljen, de végül mégis csak az a vélemény alakult ki, hogy Társulatunk és a Földtani Közlöny maradjon meg eredeti rendeltetésénél, a földtannak és rokontudományainak tudományos művelésénél, a népszerűsítést pedig végezze az arra hivatott Kir. Magy. Természettudományi Társulat” [55: 8].

Ezen ülésén a választmány ismét szerkesztőbizottságot alakított [46: 128] (l. még az Adattárban). SCHAFARZIK Ferenc és SCHRÉTER Zoltán részletes szabályzatot dolgozott ki a Közlöny számára, ezt a választmány 1916. IV. 5-én elfogadta. „A Földtani Közlöny szerkesztésére vonatkozó szabályok” bevezetője leszögezi: „Minthogy a Magyarhoni Földtani Társulat alapszabályszerű feladata a földtan és rokontudományainak művelése és terjesztése, a Földtani Közlöny mindezen tudományágak szolgálatában áll. A szerkesztőség feladata gondoskodni arról, hogy valamely rokonszak a többi rovására túlsúlyra ne jusson és vigyázni arra, hogy az egyes füzetek tartalma változatos legyen s különösen, hogy a kevesebb tagtársunkat érdeklő rokonszakokból (pl. kristálytan, paleontológia) egy-egy füzetben több értekezés ne jelenjen meg. A Közlönyben a főszaknak, a geológiának, vezérszerepet kell biztosítani s ezért a földtani közlemények alkossák a Közlöny gerincét”. Részben a már korábban kialakult gyakorlatot írásba foglalva részletekbe menően szabályozták a Közlöny szerkezetét, az egyes rovatok tartalmát, sorrendjét és betűméretet, sőt azt is, hogy mi kerülhet a Közlöny borítólapjaira „a kiadványok jegyzéke, a tagsági díjak nyugtázása, valamint a vasúti menetrend is a borítékra valók, ahol csakis a m. kir. Földtani Intézet és a Magyarhoni Földtani Társulat kiadványai hirdethetők. Esetleges megkeresésre — amint a múltban is történt — méltányos díjazás mellett egyes hirdetések mellékelhetők a Közlönyhöz”. Egy cikk továbbra is csak kivételesen haladhatta meg a két nyomtatott ívet, a többlet költségét pedig levonták a két ívért járó írói díjból [46: 129–132]. 1916. VII. 7-én a választmány 20–25 ívre (320–400 oldalra) redukálta a 46. évfolyam oldalszámát [46: 297].

1917. I. 31-én a választmány javasolta a Hidrológiai Szakosztály megalakítását, ezt a II. 7-i közgyűlés elfogadta [47: 87]. Ezután rövid ideig (1918–1920) a Földtani Közlönyön belül újból egy „belső társlap” különült el, a *Hidrológiai Közlemények / Hydrologische Mitteilungen* (7. ábra). Ennek kiválásával, hivatalosan 1921-től, ténylegesen 1928-tól indult az MFT második szakosztályi szaklapja, a *Hidrológiai Közlöny*, melynek 1949-ig, az önálló Hidrológiai Társaság megalakulásáig 28 kötete jelent meg.

A világháború hétköznapijai a Közlönnyel kapcsolatos választmányi napirendi pontokban is tükröződtek, például



7. ábra. A Hidrológiai Közleményekre, a Földtani Közlöny „belső társlapjára” utaló alcím a 49. évfolyam címlapján [49: B1]

Figure 7. A subtitle on the front page of Vol. 49, referring to *Hidrológiai Közlemények (Bulletin of Hydrology)*, published within the *Bulletin of the Hungarian Geological Society* [49: B1]

az olyasféle hírekben, miszerint „igazolta az elnökség a cenzúra előtt a Földtani Közlöny felelős szerkesztőjét, az alapszabályok 20. §-a szerint az elsőtítkárt, s helyetteséül a másodtítkárt” [47: 285]. Ennek nyomán jelent meg a Közlöny hátsó belső borítóján 1917-ben „a hatóságoknál bejelentett felelős szerkesztő” neve. A választmány 1918. V. 8-i ülésén NOPCSA Ferenc már az ügyben tett javaslatot, hogy „a Társulat jelentse be papírszükségletét gróf Teleki Pál úrnál, az Országos Hadigondozó Hivatal elnökénél, aki a hadügyminisztérium révén esetleg nemcsak papírost, hanem ólmot is szerez a Társulatnak” [48: 290]. TELEKI el is kezdett intézkedni „a jövő évi papírszükséglet olcsóbb megszerzése ügyében”, mindazonáltal a választmány VI. 5-én úgy határozott, hogy „a Földtani Társulat lehetőleg óvja meg önállóságát s közvetlen a kereskedelemügyi miniszter úrhoz forduljon a papír megszerzése ügyében”. A papírt 1200 példányra és 30 ívre (480 oldalra) igényelték, mert a taggyűjtési mozgalom 130 (!) új taggal gyarapította a Társulatot, és emiatt már 1918-ban 1200 példányt nyomtak a lapból [48: 292].

A 36 000 ív papírra végül nem volt szükség, mert az összeomlás és a forradalmak miatt nemcsak a 49. évfolyam nem jelent meg 1919-ben [50: 67], hanem még az 1918. évi 10–12. füzetet [48/10–12] is csak 1920-ban nyomtatták ki. E füzet nyitó cikkének címe és sorsa is a történelem keze nyomát viseli magán. TREITZ Péter „Magyarország morfológiai egysége” című, térképmelléklettel ellátott értekezését [48: 357–380], amely az akkor még csak *de facto* megcsonkított ország természeti egységéről szólt, először a Tanácsköztársaság idején a tudományos társulatok direktóriuma vetette ki a füzetből „azzal az indokolással, hogy a Tanácsköztársaság nem ragaszkodván a területi épséghez, olyan cikket nem közölhet, mely a magyarság uralmát tovább is fenn akarja tartani”. Majd Budapest megszállásakor jött a román cenzor, és persze ő sem engedte az értekezés kinyomatását. A Franklin-Társulat főszerkesztője szerencsére elrejtette a szedést, és így a cikk 1920-ban megjelenhetett [50: 54]. További apró

történeti érdekességként említjük meg, hogy a Magyarhoni Földtani Társulat és a Földtani Közlöny a 4. helyen szerepel a magyar békeküldöttség által a Szövetséges és Társult Hatalmak elé terjesztett ún. Bemutató jegyzékben található, a „Magyar tudományos egyesületek és intézmények, alapításuk éve, céljuk és szakfolyóirataik” című, időrendi sorrendben összeállított listán (A magyar békeszerződés. A m. kir. külügyminisztérium kiadása, Budapest, M. kir. tud.-egyetemi nyomda, 1920: 57).

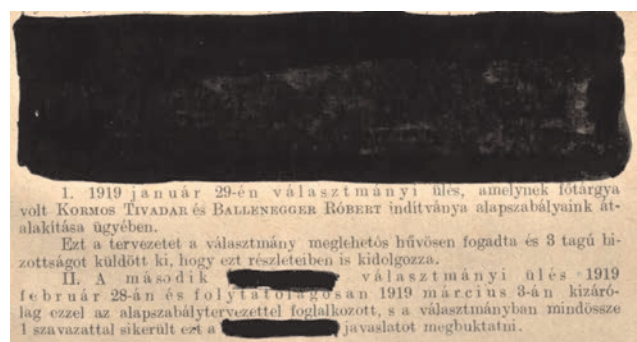
Küzdelmes időszak az I. világháború végétől a „fordulat évéig” (1919–1948)

A világháborús vereség, a forradalmak és az ellenforradalom megpróbáltatásai, a példátlan területi veszteségek ahogy az ország sorsára, úgy természetesen az MFT működésére, és így a társulati közlöny megjelenésére is kihatottak. A hadikölcsönbe fektetett vagyონrész elvesztett, a maradékot elvitte az infláció, melynek közepette különösen nehéz volt a működést fenntartani. Amint az 1930-as titkári jelentés rámutat, a pengő (P) bevezetésével, „1927 után a helyzet megjavult, de elvesztettük összes alapítványaink és értékpapírjaink értékét, úgyhogy tisztára szűkös bevételeinkre vagyunk utalva, ami meg is nyilvánul a Közlöny terjedelmében” [30: 144]. Ezen időszakban a Közlönyben nem nyomtattak ki részletes pénztári kimutatásokat, csak annyit ismeretes, hogy a bevételek 4000–8000 P, a kiadások 3000–7700 P között mozogtak. A ritka számszerű adatok szerint az 1918 előtti, megbízhatóan tervezhető, tekintélyes összegű segélynél jóval kisebb állami támogatás érkezett (1928-ban 1300 P = aranyparitáson 1121 K, 1930-ban 500 P = 431 K), bár a közgyűlési beszédekből arra lehet következtetni, hogy az államsegélynek e periódusban is komoly szerepe lehetett a Társulat működésében. Ezt az is valószínűsíti, hogy a hézagos adatokból kiindulva a tagdíjak, az egyéni (például a hivatalos pártfogótól, ESTERHÁZY Pál hercegtől érkező) adományok, illetve a bányá- és iparvállalatok viszonylag rendszeres és az MKFI időnkénti támogatása összességében jóval alatta maradt a Társulat éves bevételének. A Közlöny megjelentetési költségeiről annyit tudunk, hogy 1926-ban az éves bevétel 75%-át [57: 87], 1927-ben több mint 80%-át vitték el [58: 141], vagyis több mint 6000 P-t, 1935-ban 4900 P-t (a bevétel 87, a kiadások 88%-a). Ugyanebben az évben tagdíjból mindössze 1000 P folyt be. A bevételek csökkenése és kiszámíthatatlan alakulása magyarázza a Közlöny terjedelmének és füzetszámának erős visszaesését és fluktuációját, mely ezt az időszakot jellemezte.

Az anyagi alapok megrendülésének leglátványosabb jele az időbeli csúszások mellett az évi több füzet helyett az évenkénti egy kötetben (sőt 1921–22-ben összevont kötetként [51/52]) való megjelenés és a drasztikus terjedelmi visszaesés volt. Az 1923. IV. 3-i választmányi határozat egyébként a cikkek terjedelmét 8 nyomtatott oldalban maximálta és a fordítást is csak kivonatosan közölték, rajzokat pedig — a nagy költségre való tekintettel — „csak a leg-szükségesebb esetben” [51/52: B2]. Különös egybeesés,

hogy az utolsó „békeévtized” 660 oldalas átlagáról az 1919–28 közötti évtized 200 oldalára zsugorodó Közlöny terjedelmcsökkenése arányaiban csaknem megegyezett az ország területi veszteségével. Ahogy MAURITZ Béla fogalmazott 1925-ös közgyűlési beszédében: „Olyan ma a Földtani Közlöny, mint szegény hazánk, Magyarország: csonka” [55: 250]. Mindez bizonyos rovatok megszűnésével járt (csereviszonyosok listája, utoljára 1918-ban), mások évekig szüneteltek: a magyar földtani irodalom bibliográfiája (1918–23 [48–53] közt), ismertetések (1920–23 [50–53]), személyi hírek (1919–24 [49–54]), illetve a későbbiekben is csak elvétve bukkantak föl (pl. a társulati tagok névsora: 1925, 1928, 1932 [55, 58, 62]). Szűkebbre szabták a társulati ügyek ismertetését is, így a választmányi ülések jegyzőkönyvei 1919 után már nem jelentek meg, és csak az MFT titkárságán voltak megtekinthetők. Évekig nem volt táblamelléklet vagy csak egy-kettő akadt, az ábrák száma 10–30 körül mozgott. A cikkek kétnyelvűsége azonban változatlanul megmaradt.

Visszatérve a konkrét eseményekre (8. ábra), 1919-ben „a Földtani Társulat direktóriumát semmit sem publikált, a kéziratokat érintetlenül, a szedéseket széthányva vettük át (...), azonban a direktórium a Barlangkutatás folyóirat 4068 K 50 f számláját kiegyenlítette” — jelentette PAPP Károly az 1919. XII. 3-i választmányi ülésen. Közölte, hogy „a Földtani Közlöny széthányt szedéseit összeállítva, az elmaradt füzeteket néhány hét leforgása alatt elkészíti” [49: 78–81]. Az 1920-ban esedékes 50. évfolyam címlapja szerint 1921-ben jelent volna meg, de ennek ellentmond, hogy a belső borítón egy 1922. márciusi dátummal aláírt közleményben mentegetőztek a szerkesztők: „Összes tagjaink és olvasóink bizonyára türelmetlenül várták a Földtani Közlöny ezen évfolyamát, mert mint 50-iket, valamilyen különös ünnepi mezben óhajtották viszontláthatni. Most pedig, hogy közközre adjuk, épen az ellenkezőjét kell róla



8. ábra. Amikor a múltat tussal akarták végképp eltörölni: az ELTE TTK Földtani Tanszékének könyvtárából származó 1920-as Földtani Közlöny egy lapjának részlete. Vélhetőleg az egykori 1919-es „társulati forradalmár” VADÁSZ Elemér 1946 és 1964 közötti tanszékvezetősége idején PAPP Károly 1919-es titkári jelentéséből a „reakciós” részeket tussal elfedték (a II. pontban a „törvénytelen” minősítést húzták ki két ízben) [50: 55]

Figure 8. Obliterated past: Detail of a page from a copy of Vol. 60 (1920) of the Bulletin from the Library of the Dept. of Geology, Eötvös L. University, Budapest, containing the report of Károly PAPP, secretary, about the events of the year 1919 in the Society. Presumably when the department was chaired from 1946 to 1964 by Elemér VADÁSZ, one of the leaders of the 1919 “revolt” within the Society, the “reactionary” parts of the report were obscured by ink [50: 55].

megállapítanunk, mert nemcsak külső kiállításában, de méreteiben is tagadhatatlanul a mostoha időket tükrözti vissza. (...) Kérjük tehát tagjainkat és olvasóinkat, hogy egy jobb jövő reményében elnézéssel legyenek a Földtani Közöly hiányosságai és késedelmes megjelenése iránt és érdeklődésüket tőle ezután se vonják meg.” A közlemény az évi tagdíj 50 K-ra történő emelésének bejelentése mellett [l. még 51/52: 8] a tagok és jóakarók erkölcsi és anyagi támogatását kérte a „kétszer ad, ki gyorsan ad” mondást idézve — ekkor még természetesen latinul [50: B2]. (Az évenként következő további tagdíjemelésekről l. az Adattárat.)

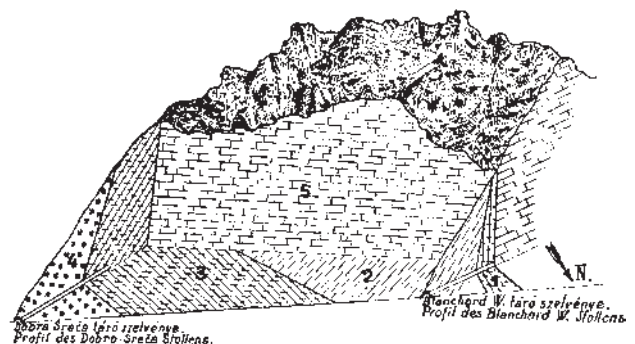
Az 51. és 52. évfolyam egy kötetben jelent meg 1923-ban részben takarékosági okokból, részben azért, mert 1924-ben újból két évfolyamot kiadva tervezték az elmaradások behozását. „Hogy az elmaradt két évfolyamot egyáltalán kiadhattuk, az tisztán ez évben befolyt tudományt pártoló adományok érdeme. (...) A befolyt új tagdíjak, amelyeket a február 7-i közgyűlés állapított meg (...), bizony csak olyan csekély összeget tettek ki, hogy még a társulati ügyek postai és adminisztratív költségeit sem fedezték” — írták a szerkesztők borítólapi közleményükben [51/52: B2]. A kiadást leginkább a KLEBELSBERG Kunó kultuszminiszter által nyújtott 2 640 000 K állami támogatás és a szintén általa biztosított kedvezményes árú papír tette lehetővé [54: 123–124]. 1924-ben újból 4 380 000 K államsegély érkezett [54: 131], ez az éves társulati bevétel csaknem 40%-át képezte, vállalatok és magánszemélyek hasonló nagyságrendben adakoztak. Így is csak egy kötetet adtak ki, ezért a Közöly még jó ideig egy év elmaradással küzdött. A felmerülő többletköltségek miatt arra még kevésbé volt mód, hogy a Közöly ismét évi több füzetben jelenhessen meg [55: 248]. A titkárok korábbi több száz aranykoronás díjazása már a múlté volt, mindazonáltal „mindennemű irodai munkát, a számos reklamációra való választ, de még a címszallagok írását is” maguk végezték el, a kézbesítést pedig lehetőleg az egyetemi altisztekkel oldották meg stb. [55: 248–249].

Az infláció végével és a pengő bevezetésével fölcillant a remény, hogy „nincs messze az idő, midőn a Földtani Közöly ismét régi terjedelmében fog megjelenni s megszűnnek a felette kellemetlen korlátozások is.” [56: 137]. A tagdíjat 8 P-ben állapították meg, ez aranyparitáson átszámolva 6,9 K-nak felelt meg. A társulat 75 éves fennállását ünneplő, 1925. évi 55. kötet, melyet TELEGDI ROTH Károlynak ajánlottak, a régi időket idéző 411 oldalas terjedelemben jelent meg, és az 1927. évi [57] Közölyt már füzetekben tervezték kiadni [57: 87]. Végül két füzetben jelent meg, ebből az első még valóban 1927. december elején [58: 141], de aztán (1932-vel bezárólag) visszaállt az egyfüzetes kivétel, és a terjedelemben is visszaesett valamivel 250 oldal fölé. Az 1928-as kötet már ismét késett, részben elég szokatlan okból: sikerült egy igen jó árajánlatot kínáló új — 1920, a Franklin Társulat elhagyása óta immár a harmadik — nyomdát találni, ez azonban a váci fegyintézeté volt, és az igénybevételéhez késő őszig kellett várni az igazságügy-miniszter engedélyére. Emellett ugyanekkor nyomták ki az új szakosztályi folyóirat, a *Hidrológiai Közöly* elmaradt nyolc évfolyamát [59: 79–80]. Az 1931. II. 4-i közgyűlésen

ismét arról esett szó, hogy „anyagi helyzetünk nagyon szomorú. Csak a legnagyobb nehézséggel tudjuk elteremteni azokat az összegeket, amelyek a Földtani Közöly ki nyomtatására szükségesek” [61: 119].

Fontos változást jelentett, hogy 1931-től [61] megszűnt a tanulmányok kétnyelvű közlése, a cikkeket vagy magyar vagy idegen (főleg német) nyelven jelentek meg, ennek függvényében idegen nyelvű (német) vagy magyar kivonattal. Ekkor a külön „*Supplement*” is megszűnt, de 1940-től [70] visszaállították, és a német nyelvű cikkeket, illetve a magyar nyelvű cikkeket német kivonatait ismét a magyar nyelvűektől elkülönítve közölték. Az 1931. évi [61] kötet 124 oldalával amúgy negatív rekordot állított fel, az 1932. II. 1-i közgyűlésen el is hangzott, hogy „az 1931. évről visszamaradt anyagi teher miatt az elmúlt évben kiadott 61. kötete a Földtani Közölyének jóformán csak füzet-számba ment, terjedelme 8 ív volt.” A Társulatot ez alkalommal is a kultuszminisztérium segítette ki a bajból, de több iparvállalat is összesen 732 P-t adományozott [63: 199].

A Földtani Közöly terjedelme csak 1934-től, a nagy gazdasági világválság elmúltával stabilizálódott 300 oldal fölé, és ekkortól ismét évi négy szám jelent meg. A lap jobban illusztrálttá is vált, az ábrák száma 1933-tól elérte (9. ábra), olykor meg is haladta a korábbi „rekordot” (pl. 1933: 87, 1937: 94 ábra), és ekkorra az ábrákhoz 10–20, sőt 1943-ban 61 fotótábla járult. 1942-ben és 1943-ban számos térképmelléklet is bővítette a terjedelmet. Az „Ismertetések” rovat azonban 1932–39 között — immáron nem terjedelmi, hanem nyilván koncepcionális okokból — ismét szünetelt. Az 1930-as évek második felében a vállalatok 600-ról 1000 P-re növekvő mértékű adománnyal járultak hozzá a Társulat 6000-7000 P évi bevételéhez, és ESTERHÁZY Pál herceg, a Társulat hagyományos pártfogóját adó ESTERHÁZY család feje is rendszeresen támogatta a Társulatot. Mindazonáltal a Közöly helyzetének javulása valószínűleg nagyrészt a közgyűlési beszámolókból nem számszerűsített állami támogatásnak volt köszönhető. Az MFT anyagi viszonyainak konszolidálódását mutatta, hogy 1936-ban újraindult a *Földtani Értesítő*, mely már az első évében 700 [37: 88],



9. ábra. Egy érdekes vonalas ábra a Földtani Közöly (folyamatos ábraszámzású) 64. évfolyamából (földtani szelvény két majdanpeki [ma Szerbia] bányavárat közt, KAPOSZTÁS Pál rajza) [64: 209, 23. ábra]

Figure 9. An interesting linear figure from Vol. 64 of the Bulletin (with consecutively numbered figures; geological section between two galleries [now Serbia], drawing by Pál KAPOSZTÁS) [64: 209, figure 23]

1939-ben pedig 823 [70: 34] előfizetőt vonzott (éves előfizetési díja 2 P volt). Az évi négy füzetben megjelenő kiadványnak csak a neve volt azonos 1880–82 közt megjelent elődjével, ugyanis attól eltérően kizárólag tudománypszerűsítő cikkeket és híreket közölt. Ennek ellenére e lap is gondokkal küzdött: Több ízben sem sikerült elérni, hogy az állami iskolák megrendeljék [68: 84], [69: 67]. Több mint 70 levelet írtak hirdetések érdekében, de azok úgyszólván mind eredménytelenek maradtak, csak két-három esetben sikerült személyes kapcsolatok révén néhány hirdetést szerezni [68: 84]. Ebben az időszakban sűrűn változtak a társulati kiadványokat készítő nyomdák, köztük több vidéki vállalkozás is volt (l. az Adattárat), a lapok a leghosszabb ideig (1932–41) a Mérnökök Nyomdájában készültek. A B5-höz közeli formátum változatlan maradt.

A Társulaton kívüli kiadványokat áttekintve először egy olyan új „konkurenst” kell megemlíteni, melynek megjelenését MAURITZ Béla elnök két közgyűlési beszédében is kárhoyzta, az anyagi erők szétforgácsolására vezető törekvést látva benne. Először 1924-ben említette az „efemer, bizonytalan jövőjű” folyóiratot, melyet „békés viszonyok között” örömmel üdvözölt volna [54: 123], de csak 1925-ben nevezte meg a — PAPP Károly az MFT volt első titkára által életre hívott — *Földtani Szemlét*, „mely csaknem kizárólag a kultuskormány állami támogatásából tudott megjelenni. Ha azonban abban az anyagi segítségben a Földtani Közlöny részesült volna, akkor Közlönyünk utolsó három kötetének nem kellett volna annyira szerény méreteket öltenie” [55: 252]. Az inkriminált lap valóban csak epizód szereplő volt a hazai földtani folyóiratok közt, első kötetének 6 füzet 1921 és 1943 (!) közt jelent meg a 2. — egyben utolsó — kötet egyetlen füzet 1944-ben, és ez is szerkesztője, PAPP Károly 25 éves tanári jubileumát ünnepelte(!). A MKFI *Geologica Hungaricájának* nagy kihagyásokkal megjelenő *Series Geologicájához* 1928-ban csatlakozott a jóval sűrűbben megjelenő, szintén idegen nyelvű *Series Palaeontologica*. Az MTA lapjai közül a *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn* 1931-ben, a *Mat(h)ematikai és Természettudományi Közlemények* 1944-ben megszűnt.

A II. világháború alatt újra csökkenni kezdett a füzetek száma, bár ez a terjedelmükre, érdekes módon, nem hatott ki, talán azért is, mert pl. az 1943-as kötet nyomdaköltségeit nagyrészt PAPP Simon, a Magyar Amerikai Olaj Rt. (MAORT) vezérigazgatója fizette. Az 1943. évi 4–9. füzet megjelenése után a lap évekig szünetelt. Az 1946. II. 6-i közgyűlésen az hangzott el, hogy „másodelnökünk, Tasnádi Kubacska András [természettudományi múzeumi] főigazgató úr nagylelkűségének köszönhető, hogy bár kisebb terjedelemben, de rövidesen megjelenik a Közlöny 75-ik évfolyama” [75/76: 111]. Rá egy évre már azt kellett az első titkárnak bejelentenie, hogy „az 1946-os infláció irama, amely az év elején hirtelen meggyorsult, az árak szorzószámának kéthetenként, hetenként, majd a nyár folyamán már végül is naponta változó tendenciája minden ebbéli reményünket elsöpörte” [77:85]. A Közlöny végül elég sajátos formában indult újra. Két összevont kötet jelent meg, ezeket

három évre (1944/45 és 1945/46) keltezték, viszont négy kötettszámmal viseltek (73/74 és 75/76), noha a 73. kötet elvileg az 1943. évi volt. Az első összevont kötet különös számozása mögött talán az rejlett, hogy kinyomtatásakor, 1947-ben a 73. (1943. évi) kötetből az utolsó (10–12.) füzet még nem jelent meg (végül azonban 1948-ban az eredeti füzetszámozással kiadták, csakúgy mint az 1942. évi tartalommutatót is). 1945–46-ban a *Földtani Értesítő* is szünetelt.

A Közlöny 1941–47 közti kötetei az I. világháború utáni évekből ismert szimptomákat mutatták: az illusztrációk számának drasztikus visszaesése, az ismertetések (1944–46) [73/74–75/76], a magyar földtani irodalom bibliográfiája (1941–46) [71–75/76] kimaradása, a társulati ügyek visszaszorulása (1941–47) [71–77]. Az 1920-as évekbeli visszaesés korszakától eltérően most az idegen nyelvű tartalom aránya is erőteljesen csökkent (20–30%-ról 5–10%-ra), annak ellenére, hogy a Földtani Közlöny címe alatt az 1944/45-ös [73/74] évfolyamtól kezdve már ötnyelvű felirat hirdette, hogy az MFT folyóiratról van szó (10. ábra). Már az, hogy ebben a német szöveg volt az utolsó, érzékeltette, hogy



10. ábra. A Földtani Közlöny 1944/45-ös összevont évfolyamának ötnyelvű címfeje [73/74 [!]: 1]

Figure 10. Title head in five languages from the first page of the combined volume of 1944/45 of the Bulletin [73/74 [!]: 1]

az idegen nyelvű tartalom elsöprő német túlsúlya megszűnt, és az idők változását tükrözve az 1945/46-os évfolyamban megjelent az első orosz kivonat is.

Az 1948-as kötet már újból több mint 200 oldalas volt, a szünetelő vagy karcsúsodott rovatok visszatértek, illetve ismét bővebb terjedelmet kaptak. Abban az évben az egyes minisztériumok 13 000, az Állami Szénbányászati Igazgatóság 24 000, a MAORT 1500 forint (a továbbiakban: Ft) támogatást nyújtott [79: 5], ez 1938. évi értéken mintegy 8500 pengőnek felelt meg, tehát meghaladta az akkori átlagos éves társulati összebevételt. Az évfolyam „A Magyarhoni Földtani Társulat alakulásának századik évében, 1848–1948” felirattal jelent meg, ugyanis a forradalom centenárius évében az MFT „hivatalos születési évét” az eredetileg tervezett (1848. VIII. 18–19-i) alakuló ülésnek a ténylegesen megtartotthoz (1850. VII. 6.) képest „jobbán csengő” évszámára tekintettel áthelyezték 1848-ra (és ez azóta is így maradt). Az MFT-nek a jubileumi évben a tudományos és szakmai társulatok gleichschaltolása keretében csatlakoznia kellett az akkor alapított Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségéhez (MTESZ). Az MFT (párt)állami kontroll alatt töltött négy évtizede új fejezetet nyitott a Közlöny történetében is. Ennek egyik első, még a Közlönyön kívüli jeleként az 1948-as összevont — és a meg nem jelent 1945–1946-os évfolyamokat is beszá-

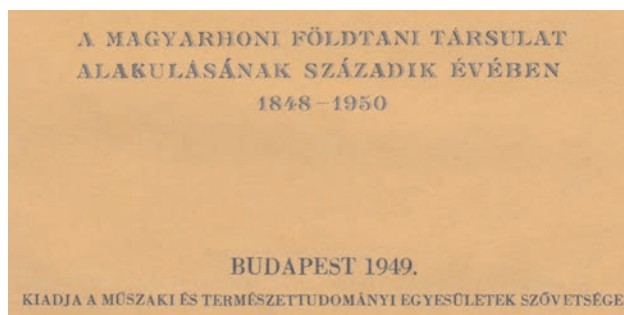
molva a 13. számot viselő — kötettel megszűnt a csak az előző évben újraindult *Földtani Értesítő*. E lapra ugyanis — SZUROVY Géza szerkesztői előszava szerint — csak az „új idők új szellemének megvalósulásáig” volt szükség. A Földtani Értesítő profiljába illő cikkekre a szerkesztői iránymutatás szerint az átszervezett Természettudományi Társulat *Természet és Technika* című folyóirata — a *Természettudományi Közlöny* utódlapja — várt. Az „új idők új szellemét” jól illusztrálta az előszóba beemelt GERŐ Ernő-idézet első mondata, amely szerint „tudásaink magukra vannak hagyatva, és a tudományos munka még szervezésre vár” [FÉ.13: 1]. A Földtani Közlöny következő évtizedei ezen államilag patronált, központosított és felülről szervezett tudományos élet áldásait és átkait tükrözik.

Az „államosított” Földtani Közlöny (1949–1989)

A szocialista állam 1949-re ellenőrzése alá vonta a földtudománnyal összefüggő gazdasági szereplők, az oktatási és kutatási intézmények, szakmai és tudományos egyesületek tevékenységét is. A nyersanyagtermelésnek csaknem a rendszerváltásig élvezett állami prioritása a nyersanyagkutatás „háttértudományaként” számon tartott földtudományoknak fontosságát és az utolsó évekig biztos anyagi háttérrel adott, valamint állami odafigyelést biztosított annak minden előnyével és hátrányával. Az MFT tagságával szembeni állami elvárás — az 1948. II. 11-i közgyűlésen a MTESZ-hez való csatlakozás bejelentése kapcsán elmondott társulati titkári beszéd tanúsága szerint — az volt, hogy „a földtani és bányászati kutatás szervezett és céltudatos folytatásával hozzájáruljunk az ország ásványi nyersanyagszükségletének biztosításához és ezen keresztül mi is megtegyük a magunkét a szocializmushoz vezető út kiépítésén hazánk és népünk javára”. Az ugyanekkor elhangzottak szerint a Társulat „cserében” a többek között „nemzetközileg elismert folyóiratának és kiadványainak fönntartását és kiadásának biztosítását” várta [78: 218]. A Közlönyt — mely éppen kétnyelvűségének e korszakban lezajlott megszüntetése miatt egyre kevésbé volt nemzetközileg elismert — 1986-ig tartotta markában avagy hordozta tenyerén a szocialista állam, amely a nyolcvanas évek közepétől már egyre kevésbé nyúlt a zsebébe, hogy biztosítsa az anyagi gondok nélküli megjelenést, mely kétségkívül előnyösen eltért az előző — és a következő — korszakban tapasztalt állandó bizonytalanságtól. Az MFT állami támogatásának zöme nem közvetlenül, hanem az állami vállalatok jogi tagdíján keresztül érkezett. 1958-ban az állami támogatás 15 000, a jogi tagdíj 24 000, 1959-ben 22 000, illetve 46 000 Ft volt [90: 264].

A Közlöny intézményesedése: a VADÁSZ-éra (1949–1967)

Az immáron nem az állami tudományos intézményrendszerbe betagolt MFT kiadásában megjelenő Földtani Közlöny 1949. évi [79.] kötetének címlapján a meglepett olvasó ismét „A Magyarhoni Földtani Társulat alakulásának száza-



11. ábra. Részlet a Földtani Közlöny 1949. évi (79.) kötetének borítójáról a három évig tartó centenáriumi paradoxonját hirdető felirattal. A kiadó (már és még) a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége [sic!] [79: B1]

Figure 11. Detail from the front cover of Vol. 79 of the Bulletin, 1949 (79), with a caption proclaiming the centenary of the Society. This volume was already published by the Federation of Technical and Scientific Societies [79: B1]

dik évében” felirattal találkozott, melyet az „1848–1950”[!] évszámok egészítették ki (11. ábra). A három évig tartó centenáriumi paradoxonja a fentebb említett „forradalmi időszámítás” következménye volt. A korra jellemző állandó változások és átszervezések lenyomataként egyébként az 1949-es és az 1951-es füzetek mindegyike tartamilag vagy tipográfiaileg eltérő címlapot viselt, ami már csak azért sem meglepő, mert az 1951-es négy füzet három különböző nyomdában készült. 1950-től egyébként már ismét évi négy füzet jelent meg, ami VADÁSZ elnöki megnyitójára szerint „elengedhetetlen előfeltétele a Társulat célját tevő szaktevékenységnek s összetartója a földtan szakmunkásainak” [79: 4–5]. A négy füzet 1953-ig még formailag havi számozást viselt (1–3, 4–9 stb.), 1954-től már 1-től 4-ig számozták őket, de 1969-ig még a címlapukon viselték az adott negyedév hónapneveit („január–március” stb.). Lényegesebb volt az a kedvező tördelési változás, hogy a korábban folytatólagosan következő cikkek 1949-től már kivétel nélkül új oldalon kezdődtek, 1952-től pedig megjelent a cikkek felett a szerző(k) nevét és a (rövidített) címet tartalmazó fejléc. 1949-re pótolták négy régebbi évfolyam tartalomjegyzékét is [80: 222].

A „rendszerváltozásnak” olyan látványos elemek mellett, mint az 1950-es évek elején olykor a tudományos tartalom elé biggyesztett politikai vezércikkek, vagy az 1950-ben az üres lapaljakat díszítő Rákosi-idézetek, kevésbé szembeötlő következményei is voltak. Némelyikük évtizedekig továbbélt, mint például a kivonatoknál az orosz nyelv erőltetése és a politikailag legkevésbé „kompromittált” nyugati nyelv, a francia előnyben részesítése a némettel és az angollal szemben. (A szerzői útmutató az orosz fordítás részére külön rövid tartalmi kivonatot kért, és leszögezte, hogy „az orosz kivonaton kívül idegen nyelvként elsősorban a francia jön tekintetbe”.) Ez utóbbiban talán az MFT-re és különösen a Földtani Közlönyre két évtizedig meghatározó befolyással bíró VADÁSZ Elemér személyes beállítottsága is tükröződött. Így aztán 1950-től 1989-ig a tartalomjegyzék alcímei magyar, orosz és francia nyelvűek voltak. Az 1966-ig a belső borítón olvasható szerzői útmutató iránymutatása szerint a külföldi könyvismertetéseknek elsősorban a rendelkezésre álló szovjet irodalmat kellett volna tárgyalniuk.

A fentebb említett felszíni jelenségek mögött alapvető

változások húzódtak meg. A mindaddig az MFT saját lapjaként megjelenő folyóirat a társulat állami kontroll alá helyezése után előbb a MTESZ kiadványa lett, de már az 1949. évi 5–8. számot a Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat jelentette meg, majd 1950 második felétől a Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat következett. Megváltozott a szerkesztés gyakorlata is. Korábban a folyóiratot az MFT első és másodtitkára szerkesztette. A 77–79. kötetek felelős szerkesztője viszont VADÁSZ Elemér, a letartóztatott PAPP Simont helyettesítő ügyvezető (al)elnök, majd megválasztott elnök volt, mellette a társulati titkárok voltak a szerkesztők. 1950–51-ben [80–81] egy időre KERTAI György (fő)titkár lett a felelős szerkesztő, a munkáját segítő (technikai) szerkesztő, JAKUCS Lászlóné (később VÉGH Sándorné) NEUBRANDT Erzsébet 1965-ig látta el e feladatot. 1950 és 1954 között a felelős szerkesztő személye többször is változott. A később sokak által „geocézár” néven aposztrofált VADÁSZ Elemér (12. ábra) csak 1954-től lett újra felelős szerkesztő, de szakmai befolyása nyilvánvalóan ez előtt is kiterjedt a Közlönyre. A szerkesztésben fontos újítás volt, hogy az 1949-es közgyűlésen szerkesztőbizottságot választottak, melynek 11 tagja ekkor a következő szakterületeket képviselte: ásványtan (1), kőzettan (2), teleptan (1), földtan (3), őslénytan (2), alkalmazott földtan (1) és geofizika (1) [79: 128]. Ez a szerkesztőbizottság a korábbiaktól eltérően nem volt efemer jellegű, bár tevékeny-



12. ábra. VADÁSZ Elemér (1885–1970), a Földtani Közlöny felelős szerkesztője (megszakításokkal) 1945 és 1967 között (Fotó a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Tudománytörténeti Gyűjteményéből)

Figure 12. Elemér VADÁSZ (1885–1970), responsible editor of the Bulletin (between 1945 and 1967, with interruptions). (Photo by courtesy of the Science History Collection of the Mining and Geological Survey of Hungary)

sége hosszú ideig formális maradt, az érdemi döntéseket a (felelős) szerkesztő, illetve a főszerkesztő hozta. A lap szerkesztése lényegében azóta is e keretben zajlik, csak a felelős szerkesztő státusa változott, illetve 1997 óta főszerkesztő áll a folyóirat élén (l. az Adattárat is). Valószínűleg az MFT kiadói státusának megszűntével párhuzamosan a Közlöny tagilletményi státusa is megszűnt, de a Társulat tagjai a tagdíjikkal együtt jelentős kedvezménnyel fizethettek elő rá [85/2: B4, 86/2: B4, 92: 367, 93: 422, 97: 360].

Bár 1949-től már nem az MFT volt a kiadó, a Társulat fenntartotta magának a cserépdányokkal való rendelkezést, tekintettel arra, hogy „a Földtani Közlöny egyetlen olyan szaklapunk, amelyért csereképpen biztosítani tudjuk hazai tudományunk részére a nélkülözhetetlenül szükséges [külföldi] szakirodalmat” [80: 223]. A csere szempontjából (is) hátrányos volt viszont, hogy nemcsak a korábbi gyakorlati kétnyelvűséget nem állították vissza, hanem a lapból úgyszólván teljesen eltűntek az idegen nyelvű közlemények. 1949-től, amikor a Közlöny újra nagyobb terjedelemben jelent meg, ennek már nyilvánvalóan nem terjedelmi korlátai, hanem szemléleti okai lehettek. Ezzel a Földtani Közlöny nemzetközi hatása minimálisra csökkent, amit az 1970-es évek óta alkalmasszerűen megjelenő, a lap terjedelmének 5–10%-át kitevő idegen nyelvű tartalmakkal már nem lehetett megváltoztatni. Érdemes ennek kapcsán visszautalni arra, hogy SCHMIDT Sándor másodtitkár már hét évtizeddel korábban, 1879-ben a kétnyelvűség bevezetése kapcsán elmondott előterjesztésében „hangsúlyozta, hogy az izolált tudományosság milyen visszás állapot” [9: 196]. A Közlöny „egynyelvűsítése” valószínűleg határozott tudománypolitikai célt követett, hiszen az 1952-es közgyűlésen „a magyar földtani tudomány eredményeit a külföld felé is bemutatni kívánó” kiadványként az MTA az évtől kiadott *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* (1983-tól *Acta Geologica Hungarica*) című orgánumát nevezték meg [82: 227–228]. Az *MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei*, mely 1951-től jelent meg magyar nyelven, a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának (X. osztály) különválásáig (1965) tartalmazott geológiai cikkeket. Utóda a *MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei* (1967–1971, 1971–1982 közt *Geonómia és Bányászat*) volt. Az idegen nyelvű kiadványok közt megemlítendő a Természettudományi Múzeum régóta megjelenő évkönyve (*Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*) és *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* című kiadványa (1969-től) és több egyetemi periodikum — a már létező szegedi *Acta Mineralogica-Petrographica*, és a miskolci, valamint (1954-től) a debreceni egyetem változó nevű kiadványai, az *ELTE Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geologica* című lapja (1957-től). Ezek leginkább az adott intézményben dolgozó munkatársak idegen nyelvű tanulmányait közzé tették. A nagyobb lélegzetű tanulmányok és monográfiák ez időszakban is a MÁFI *Geologica Hungarica* kiadványsorozatának földtani és őslénytani sorozataiban (*Series Geologica*, ill. *Series Palaeontologica*) jelentek meg.

Az 1951. VI. 6-i közgyűlésen a Közlöny szemrehányást

kapott VADÁSZ Elemér elnöktől: „több kiváló eredmény mellett is fennáll azonban még munkánkban a múlt említett hibáiból fakadó, sokszor egy helyen topogó szemlélődés. Ez mutatkozik meg Földtani Közlönyünkben is: Az étellel, a termelés fejlődésével, a haladó és élenjáró tudománnyal való kellő kapcsolat hiánya” [81: 342]. 1952-ben, csaknem negyedszázad után ismét közzétették a társulati tagnévsort [82: 326–327]. 1952. VI. 4-én az akkori elnök, SZÁDECZKY-KARDOSS Elemér részletesen beszélt a geológiai kiadványokról. Megállapította, hogy „a Földtani Közlöny eddigi terjedelme feladataink számára és munkatársaink számának és aktivitásának növekedése következtében kétségtelenül szűk lett”, és „feltétlenül szükséges a Földtani Közlöny terjedelmének fokozatos emelése, rovatainak átrendezése, újjakkal kiegészítése, sőt egy a geológus-technikusaink és bányász-kartársaink fejlesztését biztosító külön ismeretterjesztő folyóirat megindítása is” [82: 227–228]. A Földtani Értesítő újraindítására vonatkozó, a közgyűlés által támogatott javaslat [82: 325] nem valósult meg.

A számos kisebb-nagyobb változás után 1952-ben a Földtani Közlöny külalakja elnyerte azt a formáját, amely csaknem húsz évig csak kevéssé módosult. Praktikus újítás volt, hogy 1954-től a füzeteket a fő bibliográfiai adatokat feltüntető gerincnyomással látták el (mely csak rövid ideig, az 1964. évi 4. füzetétől az 1969. évi 4. füzetig szünetelt). Ez valószínűleg az Akadémiai Kiadóhoz való átkerülés egyik eredménye volt. A kiadó 1954-től egészen 1989-ig végre stabil hátteret nyújtott a lapnak, a sűrűn változó nyomdak helyébe ugyanekkor lépett az Akadémiai Nyomda. A megrendelő (a kiadói számlák kifizetője) azonban még 1987-ig a MTESZ volt. A kiadó- és nyomdaváltás hátterét az 1953. XII. 10-i társulati elnökségi ülés egy napirendi pontjának címe „A Közlöny Akadémiai kiadásának kérdése” [84: 180] és az 1954-es közgyűlési titkári beszámoló világítja meg. Eszerint „a MTESZ vezetőségével való tárgyalás során felmerült annak lehetősége, hogy a Társulat a MTESZ kötelékéből kiválva, közvetlenül a MTA patronálása alá kerüljön, amelynek Földtani Főbizottsága eddig is szakmai felügyeletet gyakorolt a Társulat felett. Ezt megelőzően már a Földtani Közlöny kiadása a Nehézipari Kiadótól az Akadémiai Kiadóhoz került.” [84: 291]. A kiválásra végül nem került sor.

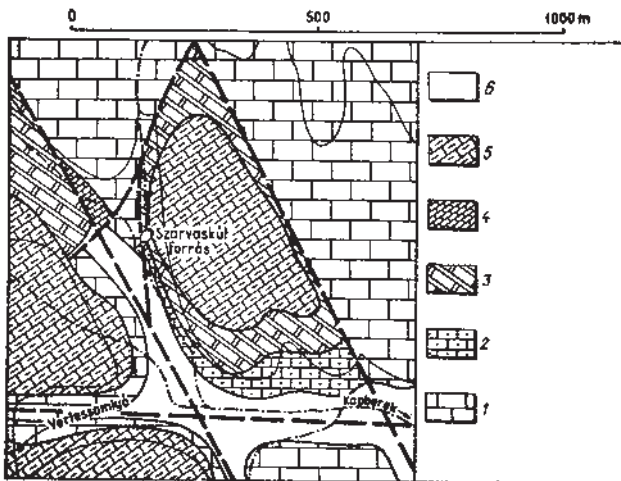
1954-től nemcsak a kiadó és a nyomda (bő három és fél évtizedre), hanem a felelős szerkesztő személye is (több mint egy évtizedre) állandósult. 1967-ig VADÁSZ Elemér határozta meg, mi (és mi nem) jelenhetett meg a Földtani Közlönyben (DUDICH et al. 1998: 29). Az 1955. évi (85.) kötetet egyébként éppen neki ajánlották 70. születésnapja alkalmából. FÖLDVÁRI Aladár társelnök az 1954-es közgyűlésen a kor elvárásainak megfelelően a következőképp hasonlította össze a háború előtti és az akkori Közlönyt: „A Földtani Közlönyben a földtan minden ágából találunk dolgozatokat. Valamikor ez nem volt így. Egy-két specialistának mindig azonos témakörből vett írásai töltötték meg a Földtani Közlöny hasábjait. Ma viszont a kristálytantól kezdve ásványtani, kőzettani, földtani és őslénytani dolgozatokat, tehát az egész földtan egyenletes fejlődésének spektrumát tükrözik vissza a Közlöny oldalai. Különösen öröndetes, hogy mindig új nevek

tűnnek fel a dolgozatok szerzőiként, világos jelül az ifjú gárda tudományos fejlődésének”. Ugyanő javasolta, hogy a Társulat működésének súlypontja a szakülések helyett kerüljön át a Közlöny szakmai továbbképző szerepére, mert „a jövőben a tagság zöme a fővárostól távoleső munkahelyeken, főleg ipari földtani szolgálatban lesz, és ezért a Társulat működésében főként ezek érdekeit kell szem előtt tartani” [84: 281]. A nagy tervek végrehajtását persze akadályozták az olyasféle gondok, mint hogy 1953-ban „a szükséges papírkontingenst csak VADÁSZ E. akadémikus közbenjárására sikerült biztosítani” [83: 291].

A rovatok lényegében a folyóirat hagyományos szerkezetét tükrözték: Értekezések, Rövid közlemények, Megemlékezések, (Könyv)ismertetések, Hírek, Társulati ügyek. Minden évben közölték a magyar földtani irodalom bibliográfiáját is. Az éves tartalomjegyzékekben „Bevezetés” címen szereplő új rovatba eleinte a politikai tartalmú „vezércikkek” kerültek, később az elnöki megnyitók, főtítkári beszámolók, jubileumi köszöntések és egyéb társulati vonatkozású hosszabb közlemények, amelyek azóta is a „Társulati ügyek” rovatból elkülönülve találhatók a lapban. A néhány rövid életű rovat egy része a kort is jellemzi: az akadémiai határozat nyomán [82: 323] indított „Továbbképzés” (1953, 1954, 1956), a határok korlátozott megnyitása után az „Úti beszámolók” (1960–61). Az 1950-es években élte fénykorát az igen heterogén „Szemle” rovat, amelybe egyaránt bekerültek szakmai állásfoglalások, hírek, külföldi földtani intézmények, kutatások ismertetései, tudományelméleti fejtegetések, kutatás-módszertani, tudománytörténeti írások, emlékezések, a szaknyelvvvel, egyes szakkifejezésekkel foglalkozó eszme-futtatások stb., mindezek tekintélyes részét VADÁSZ Elemér írta. Az 1955–57 közti „Irodalom” rovat a hazai és külföldi szaklapok „általánosabb érdekű” cikkeinek címét közölte. 1959-től kezdve a cikkeknél feltüntették, hogy tartalma melyik társulati rendezvényen hangzott el előadás formájában (ez a gyakorlat 1992-től szűnt meg), hiszen ez elvileg a Földtani Közlönyben való megjelenés egyik kritériuma volt.

A Földtani Közlöny formátuma változatlan maradt. Az illusztrációk száma már 1949-ben elérte a korábbi szintet, a külön fényképtáblák száma az 1950–60-as években 20–30 között mozgott, de néha meghaladta az 50-et, mivel a szöveg közt a papír gyenge minősége és az alkalmazott nyomdatechnika színvonala miatt lényegében csak vonalas ábrákat lehetett közölni (13. ábra). 1954-ben, több évtized után újra megjelent egy színes térképmelléklet. A példányszám — az MFT taglétszámát eleinte jócskán meghaladva — az 1950-es évek elejei 600 körüliről 1954-ben 1000-re, 1955-ben 1300-ra emelkedett, és 1969-ig 1200–1350 között váltakozott. Általában valamennyi füzet megjelent a tárgyévben, bár időről időre a negyedik füzet átcúsúzott a következő évre. 1964–67 között a hosszabb cikkeknél általában feltüntették a kézirat lezárásának idejét.

Több mint félszázados kihagyás után, 1961-ben kiadták a Földtani Közlöny regiszterkötetét az 1901–60 évekre (részletesebben l. az Adattárban). 1962-ben újra megjelent a Társulat alapszabálya, melynek 3. § 8. pontja szerint a Társulat „Biztosítja a MTESZ Vezetőségével együtt a társulati munka



13. ábra. Vonalas ábra a Földtani Közlöny 90. évfolyamából (a Vértessomlótól K-re lévő Szarvaskút környékének földtani térképe, FÜLÖP József cikkéből) [90: 21, 3. ábra]

Figure 13. Linear figure from Vol. 90 of the Bulletin (geological map of Szarvaskút area to the east of Vértessomló, from the paper of József FÜLÖP) [90: 21, figure 3.]

pénzügyi és technikai feltételeit, valamint a Földtani Közlöny és egyéb szakmai külön kiadványok megjelentetését.” A 8. § kimondta, hogy „a Társulat hivatalos lapja a Földtani Közlöny” [92: 366, 369]. (A továbbiakat I. az Adattárban.) 1963-ban a lapnak egy különszáma, az „Agyagásvány-füzet” is megjelent NEMECZ Ernő szerkesztésében, az MFT Agyagásványtani Szakcsoportja, a Szilikátipari Tudományos Egyesület és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közös kiadványaként. Ez is jelezte, hogy az 1960-as évek elején megalakult tematikus szakosztályok tevékenysége nyomán a Földtani Közlöny által biztosított publikációs keret immáron szűknek bizonyult. Hamarosan meg is indultak, rendszertelenül, de többnyire évente egyszer, néhány száz példányban megjelenő, stencilezve, illetve később rotaprint eljárással sokszorosított szakosztályi kiadványsorozatok, időrendben az *Őslénytani Viták* (1963-tól), a *Mérnökgeológiai Szemle* (1964-től), az *Általános Földtani Szemle* (1971-től) és a *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* (1972-től).

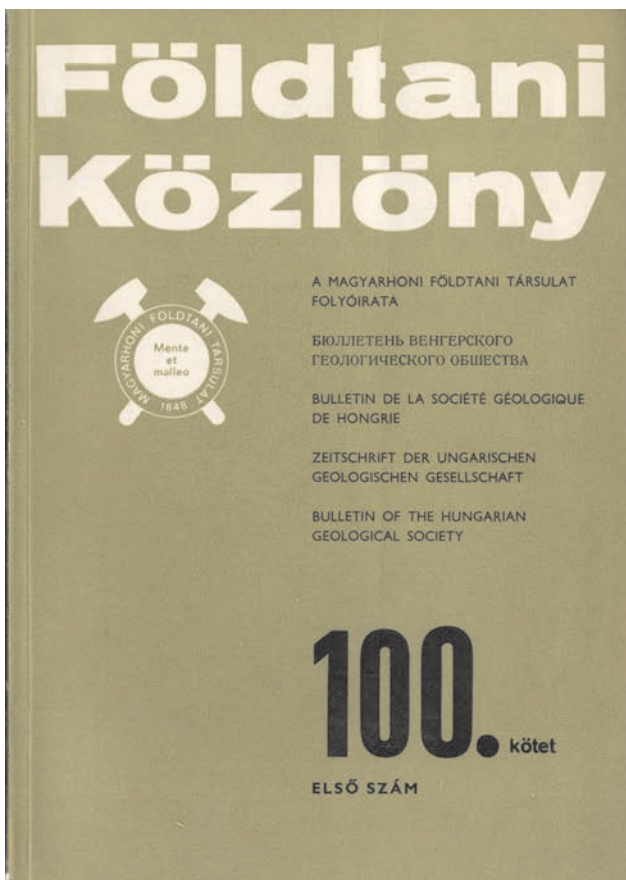
Az 1960-as évek második fele tartalmi és formai változásokat is hozott a Közlöny számára. Az 1964. 12. 16-i (!) közgyűlésen elhangzott főtítkári beszámoló szerint „1965-re a Társulat saját kezelésébe veszi az eddig akadémiai kiadványként kezelt Földtani Közlöny szerkesztését”. Az ekkor bejelentett tagdíjmelés kompenzációja gyanánt a KFH (Központi Földtani Hivatal) vezetőivel tárgyalásokat folytattak annak érdekében, „hogy az új formában, új tartalommal megjelenő Földtani Kutatás c. folyóiratot a jövőben minden társulati tagtársunk illetménykötetként, díjtalanul megkaphassa” [95: 363–364]. MEISEL Jánosné lett a technikai szerkesztő, e munkát 1983-ig végezte. Az MTA X. osztálya megszervezésével kapcsolatos munkálatok miatt szintén decemberre csúszott 1965-ös „évváró közgyűlés” főtítkári beszámolója szerint a választmány a Földtani Közlönyvel kapcsolatban „konkrét és kiterjedt kifogásokat támasztott, főként a megjelenési formátum, a kihozatali minőség tekintetében”, és munkabizottságot ho-

zott létre, „amely a Földtani Közlöny kiadását egészen a formátumig és a papírminőségig terjedően, esetleg más kiadó választásával, sürgős ügyként reformálni akarja” [96: 127]. A kiadváltás elmaradt, mint ahogy az Akadémiai Kiadó is letett azon tervéről, hogy változatlan terjedelemben ugyan, de csak két füzetben vállalja el a lap kiadását. A fontosabb változások 1967-től, a VADÁSZ-korszak végével köszöntöttek be. Korábban a felelős szerkesztőt az alapszabály 8. §-a szerint az elnökség javaslatára a közgyűlés választotta meg [93: 369], az új alapszabály 8. §-a szerint viszont a felelős szerkesztő (a szerkesztőbizottság elnöke) a Társulat mindenkor elnöke lett. Így az 1967. évi 2. füzetet véget ért VADÁSZ Elemér felelős szerkesztőségének négy év (1950–1954) megszakítással 1947 óta tartó korszaka.

A Közlöny „csúcsidőszaka” (1967–1984)

A tagszámrekorddal és a Földtani Közlöny, illetve a szakosztályi lapok legmagasabb példányszámaival fémmjelzett korszak terjedelemsökkenéssel és tagdíjmeléssel kezdődött. Az új felelős szerkesztő, NEMECZ Ernő elnök az 1968-as közgyűlésen elmondta, hogy elkészült az új ügyrend, mely „biztosítja, hogy a szerkesztőségbe érkező cikkek kizárólag tartalmi alapon bíraltassanak el” (amivel vélhetőleg arra utalt, hogy korábban ez nem mindig volt így). Elhatározták, hogy a magyar szöveg rovására növelik az idegen nyelvű kivonat terjedelmét, hogy az „teljes képet adjon a külföldi olvasó számára”. A Földtani Intézet kiadványainak és a Földtani Kutatásnak a szerkesztőivel egyeztettek azon célból, hogy „a Földtani Közlöny bármely földtani munka (...) elvi alapkérdéseire irányuló kutatás eredményeinek publikációs helye” legyen. A beszámoló szerint elhatározták, hogy a Közlönyt jobb minőségű papírra nyomják, de a nyomdai árak eleve másfélszeresükre nőttek, így végső esetben a terjedelem csökkentése vagy a pénzügyi teher továbbhárítása is felmerült [98: 332]. 1969–70-ben a lap oldalszáma valóban 15–20%-kal csökkent, és 1969-ben a tagdíjakat is emelték. A kéziratok 1969-től maximum 25 szabvány oldal (vagy két részletben megjelentetve 40 oldal) terjedelműek lehettek (korábban egy nyomdai ív volt a korlát). A formai változások egyik első elemeként 1969-től a cikkek címlapján feltüntették a cikk bibliográfiai adatait (amelyek közt a Földtani Közlöny neve után már angolul szerepelt, hogy „Bull. of the Hungarian Geol. Soc.”). 1970-ben a zöldes színű borítót kapott Közlönyön egy hatalmas 100-as szám hirdette a folyóirat eljövendő centenáriumát (és azt, hogy a római kötetszámozásról a címlapon is az arabra tértek át, 14. ábra). 1970-től a táblákat (15. ábra) és a szöveges részeket azonos — és a korábbinál jobb minőségű — papírra nyomták, így a szöveg közti fotók aránya is növekedett. Ez az állapot az 1980-as években is fennmaradt, bár a papír — és ezzel párhuzamosan a fotók — minősége újból romlani kezdett, különösen az ún. papírhány (eufemisztikusan: „papírkontingens-problémák”) 1985-ben beköszöntött korszakában.

Az 1960-as évek közepétől az 1980-as évek elejéig tartó időszak az ankétok, kollokviumok, szimpóziumok virágko-



14. ábra. A Földtani Közlöny 100. kötete első számának borítólapja
 Figure 14. Front cover of the first issue of Vol. 100 of the Bulletin



15. ábra. Fotó a Földtani Közlöny 107. kötetéből (*Reticulofenestra lockeri* kokkolit pásztázó elektronmikroszkópos képe BALDINÉ BEKE Mária cikkéből) [107: 87, IX. tábla, 1. ábra]

Figure 15. Photograph from Vol. 107 of the Bulletin (scanning electron microscope image of *Reticulofenestra lockeri* from the paper of Mária BALDINÉ BEKE) [107: 87, plate IX, figure 1]

ra volt, ami a Földtani Közlönyben is tükröződött. Egyes füzetek (vagy összevont füzetek) kizárólag az adott rendezvény előadásait tartalmazták (a bibliográfiai adatokat I. az Adattárban). Így a Közlöny terjedelme kezdett olyannyira szűkösnek bizonyulni, hogy az 1973-as főtítkári jelentésben el is hangzott, miszerint „az évi ötödik szám megjelentetése rendkívüli indokolt és időszerű lenne” [103: 98], ami csak alkalmoszerűen valósult meg, egy-egy pótfüzet (*supplementum*) kiadásával 1975-ben és 1976-ban (utóbbi az OKGT támogatásával). A Közlöny tehermentesítésére a rotaprint kiadásban rendszeresen megjelenő szakosztályi lapok (*Mérnökgeológiai Szemle*, *Őslénytani Viták*, *Általános Földtani Szemle*, *Földtani Tudománytörténet Évkönyv*), illetve a különböző ankétek és továbbképzések hasonló kivitelű alkalmi kiadványai szolgáltak. 1974-ben fölmerült a *Mérnökgeológiai Szemle* társulati folyóiratként történő kiadása, illetve annak az igénye, hogy a fenti kiadványokat is egy közös szerkesztőbizottság vegye kézbe, „hogy az e téren kialakult bizonyos mértékig rendezetlen állapotokat szakszerűvé és jogszerűvé tegye” [104: 360]. A legtöbb szakosztályt rá egy évre is fel kellett szólítani, hogy „az alapszabály lazasága ellenére válasszanak vagy jelöljenek ki egy felelős szerkesztőt, mert az idevonatkozó törvényes rendelkezéseknek csak így tudunk eleget tenni” [105: 391].

1969-ben a szerkesztőbizottság újra megindította a „Válasz” rovatot, mely egyszeri reflexióra nyújtott lehetőséget a kérdéses cikk megjelenése után. Az 1970-es évek közepétől önálló rovatként jelent meg a „Tudománytörténet”, az évtized végétől pedig a „Vitaforum”. Az 1970–80-as évek külföldi expedíciós kutatásainak visszfényeként az 1980-as években néhány cikk erejéig élt „A külföld földtanából” rovat (ilyen jellegű cikkek inkább a *Földtani Kutatásban* jelentek meg). 1979-ben — tíz év után — a kiadványok árát, és ezzel a tagdíjat újból meg kellett emelni. Kuriózusként említhető, hogy ekkor vezették be az 1985-ös újbóli tagdíjemeléssel „élő” legalacsonyabb, középiskolás tagsági díjkategóriát [109: 330]. Szintén az érdekességek közé tartozik, hogy a 110. kötetben az 1977. február 14-i Földtani Tudománytörténeti Nap teljes anyaga, 12 előadás angol nyelven jelent meg. 1981-ben kiadták a Közlöny újabb (immáron negyedik) regiszterkötetét (részletesebben I. az Adattárban). Az 1981-es főtítkári beszámoló mellett, hogy a szakosztályi lapok fenntartásának szükségességét hangsúlyozta, „felhívta a figyelmet ezek takarékosabb technikai szerkesztésére, terjedelmének behatárolására és tudatosabb kiadási politika szükségességére” [111: 404]. 1982-ben a MTESZ Sajtóbizottság segítségével megvizsgálták, „milyen kezdeményező lépéseket tehetünk a Földtani Közlöny terjedelmének bővítésére” (!) [112: 317]. 1983-ban MEISEL Jánosnétól VADÁSZ Elemér egy másik tanítványa és egykori munkatársa, KASZAP András vette át a technikai szerkesztői tisztséget.

A papírhánytól a pénzhányig (1984–1989)

Az 1970-es évek elejétől kezdve vált rendszerré, hogy a Földtani Közlöny 4. száma már jócskán átcúszott a következő évre, noha a folyóirat impresszuma szerint a kéziratok

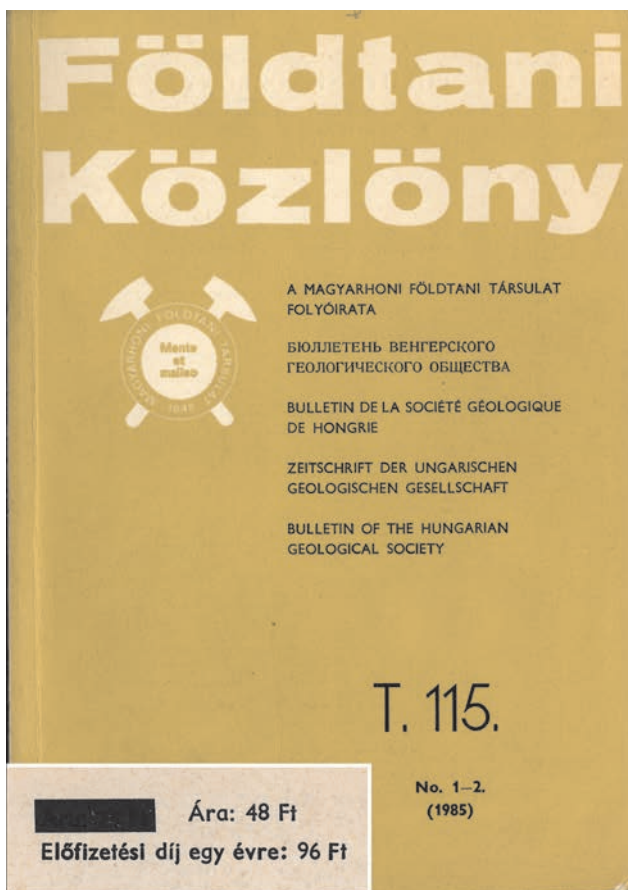
többnyire már nyáron a kiadónál voltak. Nyilván nem azért, hogy a késést számszerűsíteni lehessen, de 1984-től az egyes cikkek alatt is olvasható a beérkezés dátuma. Az 1984-es titkári jelentés hallgatóinak fülében már ismerősen csenghetett a bejelentés, miszerint a 114. évfolyam 4. füzetére „papírkontingens problémák miatt kissé várni kell” [114: 418]. 1985-ben már arról kellett beszámolni, hogy „sajnos az Akadémiai Nyomda késedelmes munkája kb. 1 éves elmaradást »eredményezett« a beszámolási időszak végére.” Viszont a „szakosztályi kiadványok (...) időszakos megjelenése rendben levőnek minősíthető” volt [115: 339]. Abban az évben (16. ábra) elkerülhetlenné vált az újabb tagdíjmelés. A direkt állami támogatás egészen az 1980-as évek közepéig biztosította a lap kiadásának pénzügyi fedezetét. Ez az anyagi biztonság az 1986. évi 3. számig [116/3] tartott. E füzet már közel egyéves csúszással, 1987 júliusában jelent meg, és ez volt az utolsó, melyet az Akadémiai Kiadó a MTESZ-nek számlázott, a közvetkező számtól a számlát már a Magyarhoni Földtani Társulat kapta és egyenlítette ki. Az 1986-os főtítkári jelentés ki is emelte,

„jól látszik, hogy a Közlöny állami támogatásának megszűnése billentette meg közel egyensúlyban lévő költségvetésünket. Feltűnő az aránytalanság a nyomdaköltségek és a kiadványokból befolyó bevételek között” [117: 342]. A 116. kötet 4. füzetében a borító harmadik oldalán feltűnt a „szerzőtársainkhoz” — a 120/3–4. számmal bezárólag — intézett közlemény, melynek 2. pontja szerint „a fokozódó papírhiány miatt és a hosszú átfutási idő lerövidítése érdekében” egy-egy kézirat hossza mindennel együtt legfeljebb 15 szabvány oldal lehetett.

A 117. évfolyamból már csak az első szám jelent meg a tárgyévben, azután pedig már éves, sőt több éves késések halmozódtak föl. Mindemellett az előállítási ár a korábbi 200–250 eFt-ról 400 eFt-ra nőtt (118/3 füzet). „Korábban a papírkontingens, azután az idő változásával a költségoldal volt az a szorító tényező, amely miatt állandóan, mint Dmoklész kardja, lebegett a fejünk fölött a szakosztályi lapok beszüntetésének, illetőleg a Földtani Közlöny oldalszámának redukálási veszélye” — foglalta össze a társulati szakmai folyóiratokat fenyegető körülményeket az 1988-as főtítkári jelentés [119: 346]. Az elnökség 1988-ban a szakosztályi „könymosok” megszüntetésével próbált az aktuális anyagi gondokon segíteni, ezt azonban a választmány nem támogatta (KÁZMÉR 2004). A Földtani Közlönynek az Akadémiai Kiadó által jegyzett utolsó, elvileg 1989. évi kötete [119] 1991-ben hagyta el a nyomdát füzetenként csaknem félmillió forintos áron. 1989-ben a Társulat a Földtani Közlöny esetében az évtized elején megszüntetett direkt állami támogatás visszaállításáért folyamodott [120: 2–3].

Az első lépések ismét saját lábán (1990–2000)

1989/90 az MFT és ezzel a Földtani Közlöny életében is rendszerváltást hozott. Megszűnt a szakmai egyesületek állami kontrollja, de az állam egyszersmind anyagilag kihárta az olyan, korábban saját maga által létrehozott szervezetek mögül, mint a MTESZ. A Társulat így ismét kezébe vette folyóiratának kiadást, majd számos pénzügyi és technikai nehézséget legyűrve, 1991 után anyagilag elsősorban a MOL Nyrt. támogatásának, emberileg pedig számos tagja erőfeszítésének köszönhetően, sikeresen fenntartotta azt. A nehézségeket jelentős mértékben anyagi tényezők okozták. Az állami fenntartás majdnem egyszerre szűnt meg vagy vált csak részlegessé és kiszámíthatatlanabbá a társulatot jogi tagdíjukon keresztül támogató bányavállalatok, az állami földtani kutatási és oktatási intézmények körében — az élet más területein is lezajló gyökeres átalakulások és az ezt kísérő gazdasági válság és infláció közepette. Az állam, illetve a helyébe lépő magánvállalatok szemében a hazai nyersanyagkutatás elvesztette fontosságát, és ezzel a földtudományok hagyományos szerepe is leértékelődött, a környezetvédelem irányába történő, „átpozicionálódás” pedig egyelőre nem hozott látványos eredményeket a folyamat sokak számára kényszerű mivolta miatt sem. A Közlöny kiadása körüli állandósult mizériák okát talán jól megvilágítja az az egyszerű tény, hogy míg 1918-ban, tehát az I.



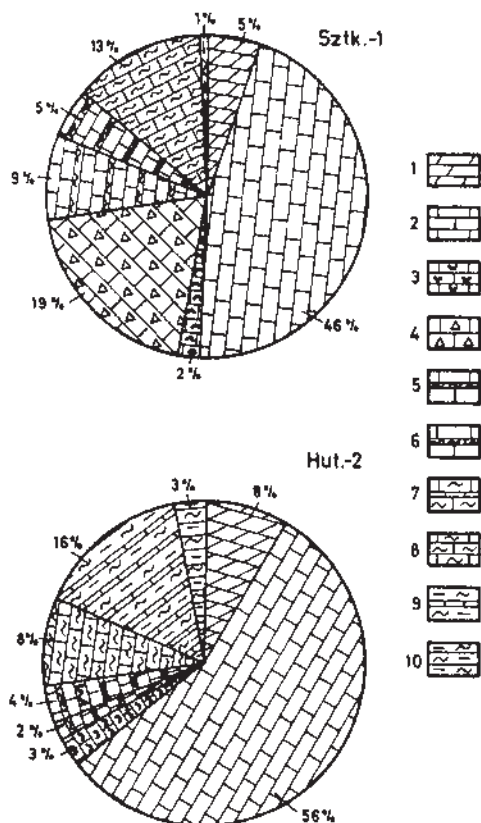
16. ábra. A Földtani Közlöny 115. évfolyamának egyik – a hátlap részletét mutató inzer alapján az az évi áremelés nyomán már 48 forintba kerülő – összevont füzet, a 100. kötettől megszokott borítóval, mely az évek folyamán fokozatosan egyre sárgásabb árnyalatot öltött (vö. a 14. ábrával)

Figure 16. A double issue of Vol. 115 of the Bulletin (which, as shown by the inset of a detail of the back cover, was sold for 48 forints as a result of the rising of the price of the Bulletin in that year), with the front cover introduced from Vol. 100 that gradually became more yellowish over the years (cf. Figure 14)

világháború utolsó évében a Társulat 11 000 korona közvetlen állami támogatást kapott, ami megegyezett a Közlöny az évi csaknem teljes kiadási költségével (11 344 korona) [48: 404 és 407], addig 1991 óta a közvetlen évi állami támogatás értéke gyakorlatilag 0 Ft.

Az 1986–1990-es időszakra vonatkozó főtitkári jelentés szavá tette, hogy „az Akadémiai Kiadó most sem állt feladata magaslatán” és felvetette, hogy új kiadót és nyomdát kellene keresni [121: 16]. A választmány döntése nyomán a 120. évfolyamtól kezdve az 1989-es egyesülési törvény nyomán ismét önálló jogi személyként bejegyzett Társulat adta ki a lapot. A 120/1–2. összevont szám megjelenése után a főtitkári jelentés úgy ítélte meg, hogy a „kiadóváltás kétségtelenül gyorsított a megjelenésen, ugyanez a pozitívum nem mondható el a minőséggel és az árral kapcsolatban” [122: 303]. A Közlöny a következő, 120/3–4. számtól kezdve (17. ábra) sokáig a MOL Nyrt. — különböző névváltoztatásokon átesett, majd privatizált — szolnoki nyomdájában készült, ami az említett negatívumokat is orvosolta.

1990 volt az utolsó év, amikor a Társulat a Központi Földtani Hivatalnál (KFH) előfizette tagjai számára a *Földtani Kutatás* számonként 1000 példányát. A lap 1991-ben meg is szűnt, bár az 1989-es főtitkári jelentés még ajánlotta az egyéni előfizetést a tagságnak. 1990-től [120] emelkedett



17. ábra. Vonalas ábra a Földtani Közlöny 120/3–4 számából (a ladiniai és a karni karbonátos rétegek közet típusainak aránya a Szentkatalin-1 és Husztót-2 fúrásokban, WÉBER Béla cikkéből) [120/3–4: 155, 2. ábra]

Figure 17. Linear figure from issue 120/3–4 of the Bulletin (proportions of rock types of the Ladinian and Carnian carbonate rocks in the Szentkatalin-1 and Husztót-2 boreholes, from the paper of Béla Weber) [120/3–4: 155, figure 2]

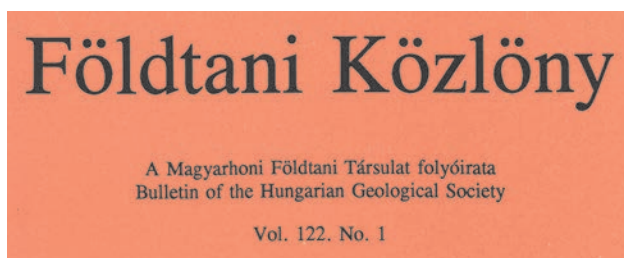
a Közlöny árát is tartalmazó tagdíj, a korábban ennek fejében a tagoknak (néhány lapnál egyetemi tanszékekre is cse-realapként) ingyenesen küldött szakosztályi lapokat pedig egységes 50 Ft-os előfizetési díj fejében kívánták elérhetővé tenni, évenként legfeljebb egy-egy számot kiadva, kivéve, ha a szakosztály külső támogatót szerez [120: 2–3]. Az 1990-es főtitkári jelentés úgy vélte, hogy e téren „érdemi, érezhető változás csak 1991-ben várható. Ugyanakkor a következő tisztikarnak mindent el kell követni, hogy a gazdaságosság határain belül igyekezzenek a szakosztályi lapok nyomdai minőségén javítani” [1991: 17]. Öröm volt a sok ürobmben, hogy 1990-ben sikerült állami céltámogatást szerezni a Közlöny kiadására [121: 18].

A Földtani Közlöny szerkesztőbizottsága legfontosabb feladatának azt tekintette, hogy legkésőbb 1994 elejéig, de inkább 1992 végéig szűnjön meg a Földtani Közlöny két éves kisése [122: 302–303]. Az 1991-es közgyűlés elhatározta, hogy megreformálja „a nagy késésben levő (és emiatt sokak által elhanyagolt) Földtani Közlöny szerkesztését” (DUDICH et al. 1998: 77). KECSKEMÉTI Tibor elnök 1991 áprilisában megbízott egy alkalmi bizottságot a helyzet felmérésére. A „Szempontok a Földtani Közlöny korszerűsítéséhez” c. stratégiai anyag BREZSNYÁNSZKY Károly, BALLA Zoltán, KASZAP András, KÁZMÉR Miklós és VETŐ István javaslatai alapján májusra készült el. Fontos változást és egyben némi megtorpanást hozott a — KÁZMÉR Miklós által bevezetett — számítógépes szerkesztésre, tördelésre és digitális nyomdai kivitelezésre történő átállás. Ennek a szerzők egy része már vagy még nem tudott megfelelni, így e probléma áthidalása is a szerkesztőbizottságra és leginkább a szerkesztőkre hárult. Az új érárt jelentő 1992. évi kötet első füzeté [122/1] így is már 1992-ben, vagyis két évvel hamarabb jelent meg, mint az 1994-ben kijött, elvileg 1991. évi összevont szám [121]. Még egy fontos tényező járult hozzá az átalakulás nehézségeihez. A társadalmi rendszer megváltozásáig a Földtani Közlöny megjelentetésében sokan szívességből a szabad idejük, illetve — főnöki jóváhagyással vagy éppen ösztönzéssel — a munkaidejük alatt segédkeztek. Az egyre inkább rohanó élettempó következtében összezsugorodott a szabad idő, az új rendszerben a szívességi közreműködést kiszorította a piaci alapú, illetve egyre kevesebb helyen lehetett munka-időben társadalmi tevékenységet végezni.

A szakosztályi lapok előfizetési modellje nem bizonyult működőképesnek. Az 1992-es főtitkári jelentés szerint „1993-tól csak akkor tudjuk a szakosztályi lapokat megjelentetni, ha szponzorokat találunk” [123: 309]. Ennek következtében az 1980-as évek közepén még évi több száz példányban megjelenő kiadványok 1992 óta sorban leálltak: 1992 óta szünetel a *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* (1972–1990, 13 szám) és a *Mérnökgeológiai Szemle* (1964–1992, 40 szám), 1993 óta az *Őslénytani Viták* (1963–1993, 39. szám, ebben egy összevont és egy különszám). Az „utolsó mohikán” 1995-ben az *Általános Földtani Szemle* (1971–1995, 27 szám) volt, amely később sajátos feltámadást ért meg a Hantken Kiadó (azaz KÁZMÉR Miklós) „print on demand” alapú kiadásában (2004–2014, 28–31. szám). Az idézett főtitkári beszámoló szerint a Földtani Közlönny „csak a

Magyar Földtanért Alapítvány pénzügyi lehetőségeihez mérten tudjuk megjelentetni”. E kijelentés végül is egy pozitív fejleményt takart, ugyanis a MOL Nyrt. az említett, a Társulat által létrehozott alapítvány rendszeres támogatásával megteremtette a Földtani Közlöny anyagi hátterének biztonságát, és azóta is jelentős szerepet játszik a Társulat fenntartásában. Az alapítványi befizetések elérték a 2,5, majd 1996-ra a 3,5 millió forintot [129: 154].

Az átalakulást a két világháború utáni pénzügyi évek-ből már ismerős tünetek kísérték. A Földtani Közlöny korábbi 440–450 oldalas átlagos terjedelme az 1991-es mélypontra [121], amikor csak egy füzet jelent meg, 260 oldalra csökkent, 1990-ben [120] és 1992-ben [122] is csak két füzetet adtak ki. A megcsappant terjedelem s a szakosztályi kiadványok ellehetetlenülése miatt a publikálási lehetőségek beszűkültek. KECSKEMÉTI Tibor elnök ezért azt szorgalmazta, hogy a Közlönyben elsősorban az eredeti cikkek, tanulmányok jelenjenek meg, lehetőség szerint, a nemzetközi vérkeringésbe való intenzív bekapcsolódás érdekében, idegen nyelven. A társulati ügyeket, az irodalmat, az ismertetéseket az addigi havi helyett kéthavi megjelenésű, „feljavított” társulati programfüzetben tervezte megjelentetni, ehhez azonban nem sikerült elnyernie a választmány támogatását. Mindazonáltal a Közlönynek a tudományos cikkekén kívüli rovatai egy ideig szüneteltek, illetve összezsugorodtak. A borító külső és belső oldalai az 1990-es évek elején az átmeneti periódusokra korábban is jellemző váltakozást mutatták. Ennek leginkább szembeötlő epizódját 1992-ben a 122. kötet „piros számainak” anekdotába illő esete (18. ábra) jelentette annak előjátékként, hogy a következő évben a teljes külső borító a korábbi borítócímlapok 1980-as évektől megszokott sárgás színét öltötte. A borító belsején az idők változását jelezte, hogy a magyar–orosz–francia címetek rövid időre (1990–91, [120–121]) háromnyelvű (magyar–angol–orosz) tartalomjegyzék váltotta fel, ugyancsak háromnyelvű kivonatokkal minden cikkhez, majd 1992-től [122] a címlap és a borító szövegei, beleértve a tartalomjegyzéket, a magyar mellett már kizárólag angol nyelven íródtak csakúgy, mint a kivonatok. 1995-ben [125] a megalapítás óta létező — és általában rovat szerinti bontással közölt — éves tartalomjegyzék megszűnésével egy fontos segédeszköz tűnt el a folyóiratból. A példányszám a korábbi 2000-ről fokozatosan 1200-ra csökkent (részletesebben l. az Adattárban).



18. ábra. Részlet a Földtani Közlöny egyik hírhedt „piros számának” borítójából. Érdekes, hogy e füzet [122/1] két évvel hamarabb került ki a nyomdából, mint az – elvileg – előző évi 121. összevont kötet

Figure 18. Detail of the front cover of one of the notorious “red issues” of the Bulletin. Interestingly, this issue [122/1] came out of the press two years earlier than the (theoretically) precedent Vol. 121

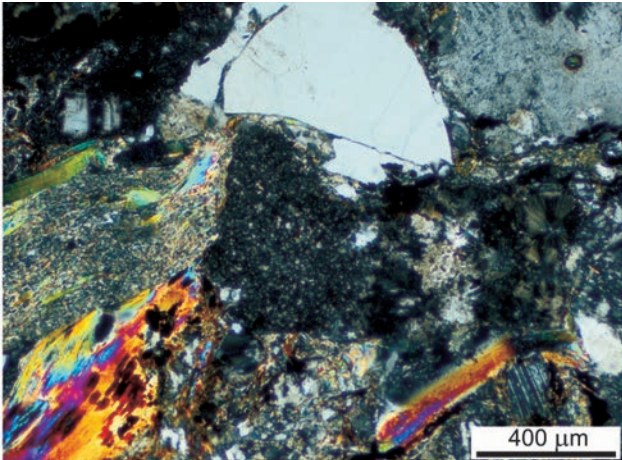
A korábbi, 15 szabványoldalal méretkorlátozás utáni első új, a 122. kötet borítóján megjelent szerzői utasítás már úgy fogalmazott, hogy „terjedelmi korlátot nem kívánunk szabni”. Így a folyóirat már a következő évben „kikerekedett”, visszaállt az általában évi négy füzet. Az 1993-as (*nota bene* csak 1998-ban megjelent) főtítkári jelentés „a még meglévő késés ellenére” jogos büszkeséggel állapította meg, hogy a Társulat „olyan mennyiségben és minőségben (természetesen külső támogatásokkal) jelentethet meg folyóiratot, szakosztályi lapot, egyéb kiadványokat, mellyel bármelyik hazai intézménnyel felvonná a versenyt” [118: 719]. A terjedelem 1993-tól [123] tartósan 500, majd 600, alkalmanként 700 oldal fölé nőtt, vagyis elérte az 1980-as évek szintjét. Ezt részben az is okozhatta, hogy a szakosztályi lapok megjelentetésére nem volt lehetőség, az oda szánt cikkeket, tanulmányok egy részét is a Közlönyben közölték, amit különben a főtítkár is ajánlott [119: 137]. A cikkek számát szaporíthatta az is, hogy a fentebb említett szerzői utasításból kimaradt az a korábbi megszorító kitétel is, mely szerint „a Földtani Közlönyben csak olyan cikket közlünk, amelyet megelőzőleg a Társulat fórumán előadtak és megvitatottak. Ezt a címhez tartozó lábjegyzetben minden esetben fel kell tüntetni”. E látszólagos aprósággal egy igen hosszú gyakorlat ért véget, ami tükrözte mind a Társulaton belül szakmai élet jellegének változását, mind a Társulaton kívüli szakemberek irányába történő nyitást igényét és annak szükségességét, hogy a Közlöny továbbra is általános geológiai publikációs fórum legyen.

Ezen időszakban már ismét rendszeresen, de kis számban és terjedelemben jelentek meg idegen nyelvű közlemények a Közlönyben. A hasonló profilú, idegen nyelvű lapok (l. IV.1.) közül a *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica* 1996-ban jelent meg e formájában utoljára, de 2000-től *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* névvel, címének megfelelően szűkített profillal ismét megjelenik. A Földtani Intézet *Geologica Hungarica, Series Geologica* és *Paleontologica* c. sorozataiból mindössze 1-1 kötet jelent meg 1990 és 2000 között. Az Intézet magyar nyelvű kiadványai közül az *Évkönyvet* 1991-ben adták ki utoljára, az *Évi Jelentések* komoly késésekkel ugyan, de megjelentek.

A csúszások fokozatosan rövidültek, és 1998-ra „a Földtani Közlöny utolérte magát, felszámolta hosszan elhúzódt lemaradását” (DUDICH et al. 1998: 86). Ez eleinte nem vonatkozott a társulati ügyek rovatra, hiszen az 1998-as kötetben még mindig csak az 1994–95-ös társulati ülések listáját lehetett olvasni, e téren a lemaradást csak a 2000-es évek elejére sikerült behozni. Ezen időszakban a külön címmel jelölt vagy jelöletlen hagyományos „rovatok” (közgyűlési elnöki megnyitó beszédek és főtítkári jelentések; értekezések; rövid közlemények; megemlékezések; hírek és ismertetések; társulati ügyek) közül a „Hírek, ismertetések” helyett 1992–94 között csak a könyvismertetések kaptak nyomdafestéket „Könyvkritika” rovatcímmel. A korábbi „Szemle” rovatral párhuzamosítható „Tájékozódás” csak a 1993. évi [123] kötetben szerepelt. A „Vitaforum” a Földtani Közlöny megjelenésének notórius késései miatt 1990-től sok évig szünetelt, később „Forum”, illetve „Vita” címen jelentkezett

alkalomszerűen. A magyar földtani irodalom repertóriumát utoljára a 2000. évi [130] kötetben jelent meg (e sokak által hiányolt összeállításról I. JÁMBOR 2006 kitűnő elemzését). Megritkultak, jóformán eltűntek a tematikus füzetek és különszámok (l. az Adattárat).

Mivel az MFT a korszak elején nem engedhette meg magának, hogy folyóiratához megfelelő minőségű papírt vásároljon, a 119–124. kötetekben visszatért a külön fotótablák korszaka. Az 1995-ös [125] újabb tagdíjmelés évétől viszont már teljes terjedelmében műnyomó papíron készül a Földtani Közlöny, mely azóta is kifogástalan minőségben közli az újabban nem ritkán színes fotókat is (19. ábra).



19. ábra. Vékonycsiszolati felvétel a Földtani Közlöny 145. évfolyamából (metamorf közettörmelék és vulkanitszemcsék homokkőben, +N, HIDASI T. et al. cikkéből) [145: 15, 9. ábra f)

Figure 19. Microphoto of a thin section from Vol. 145 of the Bulletin (metamorphic rock fragment and volcanic lithic grains in a sandstone sample, +N, from the paper of HIDASI, T. et al.) [145: 15, figure 9f)

Az átalakulás korábban említett nehézségeit a szerkesztés körüli problémák is tarkították. A KASZAP Andrást a 122. évfolyamtól felváltó, és a korábbi technikai szerkesztőkhöz képest jóval önállóbban — és öntörvényűbben — tevékenykedő KÁZMÉR Miklós helyére ismét KASZAP András tért vissza a 125–126. kötet erejéig, de ez nyilvánvalóan csak ideiglenes megoldást jelentett, és 1997-ben [127] bevezették a mai napig követetett mechanizmust. Akkortól az MFT elnöke helyett, aki addig nemcsak felelős kiadó, de felelős szerkesztő is volt, egy az elnökség által felkért főszerkesztő áll a lap élén (l. az Adattárat). Az első főszerkesztő a stabilitást hozó, hosszú ideig működő CSÁSZÁR Géza volt, akinek az erőfeszítései nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy a Földtani Közlöny megmaradjon a szakma fontos folyóiratának. 1997 eseményei közt még megemlítendő, hogy újraindult a *Földtani Kutatás*, de mivel a Magyar Geológiai Szolgálatnak (MGSZ) nem volt rá költségvetése, megfelelő mennyiségű előfizetőt pedig nem sikerült gyűjteni, a kiadvány CD formájában tudott csak megjelenni, majd az internetre vándorolt, és az MGSZ-nek a Magyar Bányászati Hivatalba 2007. január 1-jével történt beolvasztásával ismét csak megszűnt.

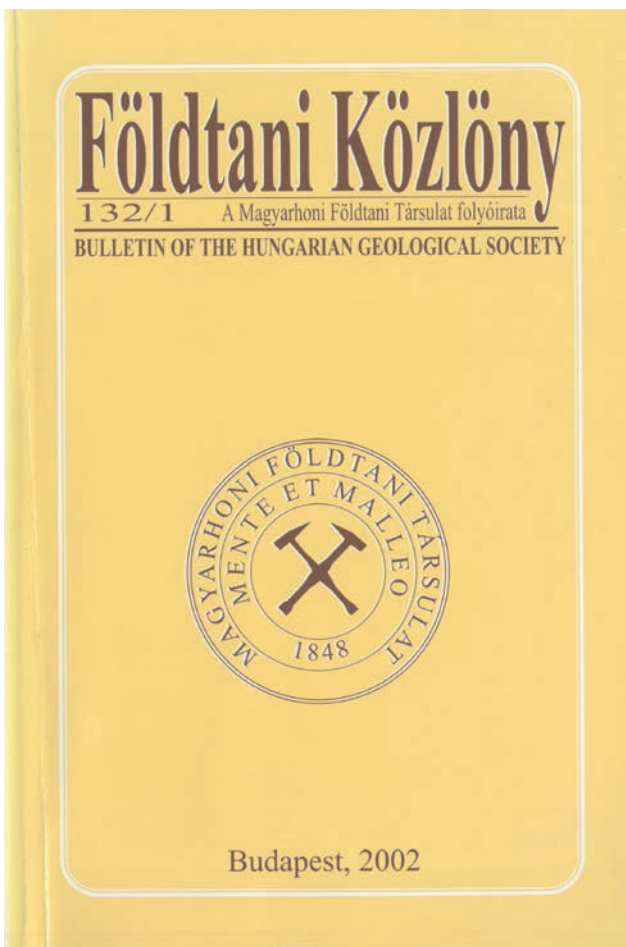
A Közlöny folyamatos megjelenését a tagság, egyes ta-

gok célzott támogatása, a MOL Nyrt. és a Magyar Állami Földtani Intézet szervezeti tagsági díja tette lehetővé. Az évezred végén azonban ismét jelentkezték a pénzügyi problémák. A társulati Ellenőrző Bizottság 1999-ben a tagdíj emelését és a Földtani Közlöny „szétosztási rendjének” módosítását, illetve árának emelését javasolta [130: 191]. A közölt cikkek számának csökkenését elkerülendő korlátozni kellett a tanulmányok terjedelmét. 2000-ben az elnökség a Gazdasági Bizottság javaslatára úgy határozott, hogy 150 oldalban maximálja egy füzet terjedelmét, és a 131. kötet két összevont füzetben jelenjen meg. Az igazán nagy horderejű változást azonban az a bejelentés rejtette magában, hogy a gazdasági helyzetünk javítása érdekében a Gazdasági Bizottság a „kétfokozatú tagdíj” — vagyis külön előfizetési díj — bevezetését javasolta. Az előfizetési igényeket kérdőívvel mérték fel [131: 328].

A külön előfizetési díjtól az ingyenes online elérésig — gyökeres változások az új ezredévben (2001–2019)

Az új ezredév lényeges átalakulásokat hozott a Földtani Közlöny státusában. Azzal a 2000. 09. 5-i elnökségi határozattal, mely kimondta, hogy a folyóiratot a továbbiakban csak az kaphatja meg, aki vállalja annak költségét, véget ért a 130 éves hagyomány, mely szerint a Közlöny a társulat teljes jogú tagjainak a tagdíj vagy névleges előfizetési díj ellenében jár. A körülmények kényszerítő ereje tehát eltávolította a Társulat legfontosabb szellemi termékét saját tagjainak egy jó részétől, ami a későbbi olvasottságra is kihatott. A Társulat azon erőfeszítése viszont, hogy a Közlönyt digitális formában elérhetővé tegye a világhálón, beleértve a korábbi számokat is, a 2010-es évek végére nemcsak visszaállította a tagok és a Közlöny szoros kapcsolatát, hanem korábban elképzelhetetlen mértékben kitágította a folyóirat hatókörét azzal, hogy 2017 óta bárki ingyenesen elérheti a Közlöny régi és legújabb számait is a Föld bármely (internetkapcsolattal rendelkező) pontjáról. Mindazonáltal a digitális világ illékony virtuális varázslatainak óvatosabb csodálói, mint jelen tanulmány szerzője is, a nyomtatott példányszámok zsugorodó számai láttán aggodalommal tehetik fel a kérdést: meddig él még a Közlöny kézzel fogható, könyvtári polcra tehető és ott bármikor, bármilyen technológiai változás után is elérhető és olvasható füzetek formájában is.

2001-től tehát a Közlöny többé már nem járt a tagdíj fejében. Az első években az előfizetők száma 480-500 körül mozgott, tehát a tagság mintegy felét tette ki, így a lap példányszáma is közel felére, 600-650 példányra csökkent (l. az Adattárat is). A 2001-es főtítkári jelentés is már felvette, hogy „a kis példányszám egyébként veszélyeztetheti a folyóirat sorsát is” [131: 178]. Említésre méltó, hogy magát a 2001. évi kötetet [131] jelentős részben egy társulati tag, DOBOS Irma támogatásából jelentette meg az MFT. Az elnökség a választmány támogatásával bizonyos terjedelmi korlátozásokat is életbe léptetett a Közlöny folyamatos megjelenését, egyben a szakmai színvonal biztosítása érdeké-



20. ábra. A Földtani Közlöny SIMONYI Dezső által tervezett, 2001–2007 [131–137] közt használt borítójának címlapja [132/1: B1]

Figure 20. Front cover of the Bulletin, designed by Dezső SIMONYI, in use between 2001–2007 [131–137] [132/1: B1]

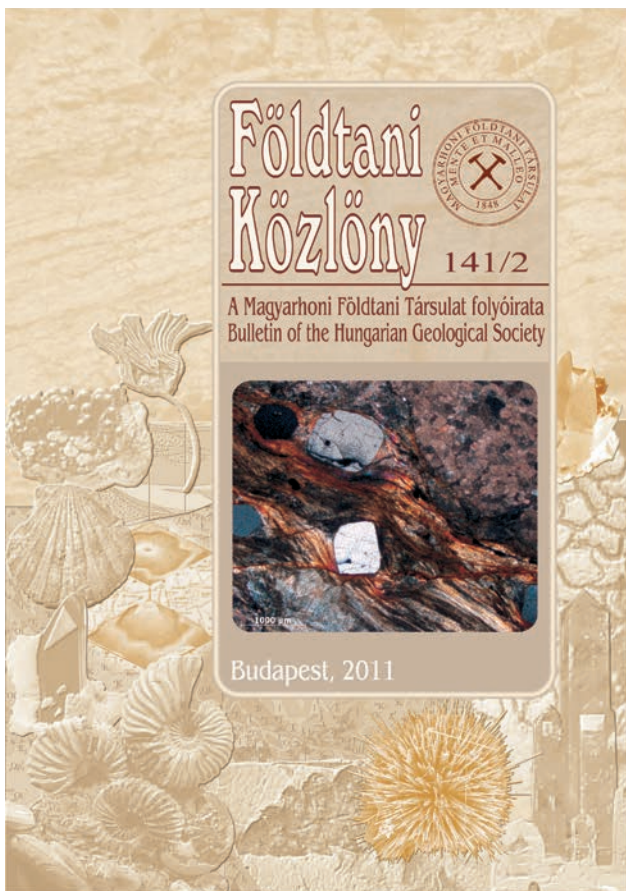
ben [131: 311]. A 131. évfolyamtól a Közlöny — SIMONYI Dezső által tervezett — új borítóval jelent meg, mely megőrizte a sárga színt, de sokkal vonzóbb külsőt adott a füzeteknek (20. ábra). A formátum maradt B5-ös, bár már 2000-ben felmerült a nagyobb formátumra való áttérés gondolata, amit anyagi okok miatt elvetettek [130: 328]. A folyóirat a 2003-tól, a részben anyagi okokból, de leginkább az elektronikus előkészítésnek az ábrákra történő kiterjesztését is lehetővé tévő nyomdaváltás után immáron teljesen digitalizált formában készült. Addigra sikerült a megjelenés lemaradását annyira ledolgozni, hogy a márciusi közgyűlésen a tagok már kézhez kapták a legfrissebb lapszámot [133: 168]. 2004-ben a Magyar Tudományos-, Üzemi és Szaklapok Újságíróinak Egyesülete a Földtani Közlönnyt színvonalas tartalma és kivitele alapján dicséretben részesítette [134: 479].

A lap szerkezetét tekintve újdonság volt, hogy 2005–2007 között [135–137] külön rovatként jelentek meg „Tanulmányok Erdély földtanából”. 2014-ben [144] indult a „Földtan a gyakorlatban” rovat, mely bizonyos mértékig az 1956-tól az Országos Földtani Főigazgatóság, majd a Központi Földtani Hivatal, illetve annak jogutódai által kiadott

Földtani Kutatás megszűnése után maradt úr egy részét hivatott betölteni. 2001-től [131] egy-két alkalommal jelentkezett a „Földtani megfigyelések — amit újra már senki sem láthat” rovat az építkezések időszakos feltárásaiban rögzített megfigyeléseket tartalmazó rövid közleményekkel. Némi- leg hasonló jellegű közlemények jelentek meg 2003–2004-ben [133–134] „Építők figyelmébe” rovatcímmel. 2018-tól [148] „Élvonalban” megjelölés található egyes szakterületek legújabb fejleményeit ismertető cikkek fölött. 26 év után, 2002-ben [132], a kvarter-ankét alkalmából minisztériumi és OTKA-támogatásból jelent meg újra egy különszám. Több tematikus és jubileumi szám is volt, ezek közül a Horváth Ferenc-émlékszám — pályázati előírások miatt — sajátos módon két külön füzetben jelent meg [149/3 és 4]. (L. az Adattárat is.) Ezen időszak szülte volt az első — csak online elérhető — virtuális szakosztályi folyóirat, „stílszerűen” a Geomatematikai Szakosztály *Journal of Hungarian Geomathematics* című lapja (3 szám, 2003, 2004, 2007).

A Közlöny formátuma 2008-ban, 130 év után drasztikusan megváltozott. 1878 óta, bár a „békebeli” (I. világháború előtti) méretükhöz képest a füzetek látszólag fokozatosan egyre kisebbek lettek, valójában nem történt lényeges változás a folyóirat formátumában, ugyanis csak a papírméret csökkent, a tükörméret nem, sőt még valamelyest nőtt is, mígnem elérte a B5 méret felső határát. 2008-ban viszont a nagyalakú, A4 formátumra való áttéréssel még az 1878-asnál is nagyobb mértékű változás történt. Emiatt a beköszönők, a cikk-kivonatok és az irodalomjegyzékek kivételével immár az egész folyóirat kéthasábos tördelésű lett, korábban (1970 [100] óta) csak a „kisbetűs rovatokat” (Hírek, ismertetések; Társulati ügyek) szedték így. A 600 oldal körüli terjedelem ennek megfelelően 400 körülire csökkent. Az igényes tipográfiájú és grafikai háttérű — ismét SIMONYI Dezső által tervezett — új borítón (21. ábra) számonként változó színes képek is vannak valamelyik cikkből, hiszen ez időre a színes ábrák száma is jelentősen megnőtt. A külön nyomtatott éves tartalomjegyzék továbbra sem tért vissza, és 1981 óta nem jelent meg új regiszterkötet sem, de az összes évfolyam számonkénti tartalomjegyzéke az OSZK Elektronikus Periodika Archivum és Adattár (EPA) oldalain és a magyar folyóiratok tartalomjegyzékeinek kereshető adatbázisában (MATARKA) elérhető.

A Földtani Közlöny az új évezredben az anyagi problémákon túlmenően új kihívásokkal is szembekerült. A magyar földtudomány az immáron az angol nyelv által uralt nemzetközi tudományos világgal folytatott, adminisztratív megkötésektől mentes szabad érintkezése nyomán többször felvetődött a folyóirat (túlnyomóan) magyar nyelvű mivoltának megszüntetése, vagyis a folyóirat angol nyelvűvé tétele [pl. 132: 178]. Erre számos példa van a környező országokban, pl. Horvátországban (1992-től), Csehországban (1993-tól), Ausztriában (2004-től) vagy Lengyelországban angol, Szerbiában pedig kétnyelvű (szerb és angol) a társulati folyóirat. Hogy ez mégsem történt meg, annak legfontosabb oka az, hogy a Földtani Közlöny meghatározó és nem nélkülözhető szerepet tölt be a magyar földtani szaknyelv fenn-



21. ábra. A Földtani Közlöny SIMONYI Dezső által tervezett jelenlegi, 2008 [138] óta használt borítójának címlapja [141/2: B1]

Figure 21. Present front cover of the Bulletin, designed by Dezső SIMONYI, in use since 2008 [138] [141/2: B1]

tartásában és fejlesztésében. A magyarnyelvűség nyilvánvalóan nem segíti a folyóirat nemzetközi elismertségét, ami a szcientometriai alapú pályázati értékelések és tudományos minősítések korában sokak számára nem teszi elég „vonzóvá” a lapot. Ezt valamennyire ellensúlyozandó, egyrészt megnövelték a cikkek angol nyelvű kivonatának terjedelmét, és lépések történtek arra, hogy a Közlönyt a nagy nemzetközi tudományos adatbázisok is számon tartásuk. PIROS Olga erőfeszítései nyomán 2009-től sikerült megvalósítani a Scopus adatbázisban történő referálást. A saját honlapra költözéssel együtt 2017-től a cikkek digitális-objektum-azonosítóval (DOI) ellátva jelennek meg, ezzel a Crossref adatbázisban is megjelennek [147: 129]. A DOI további előnye, hogy az azonosító egy kattintással az adott tanulmány eredeti fogadó oldalára (*landing page*) viszi olvasót, és ott a cikk a megjelenéssel egyidejűen nyílt hozzáféréssel elérhető.

Itt említhető meg, hogy a hazai idegen nyelvű szakfolyóiratok közül az *Acta Geologica Hungarica* a nemzetköziség felé való nyitás jeleként 2007-től *Central European Geology* néven folytatja működését, de továbbra is uralkodóan magyar szerzők cikkeit közli. A szintén hazai beágyazottságú egyetemi kiadványok közül megszűnt az ELTE *Annales Universitatis Scientiarum de Rolando Eötvös Nominatae*.

Sectio Geologica (2004-ben), a szegedi *Acta Mineralogica-Petrographica* pedig 2008 óta csak kivonatketeteket (*Abstract Series*) jelentet meg. A Földtani Intézet *Geologica Hungarica*, *Series Geologica* és *Paleontologica* c. sorozatainak kötetei több éves kihagyásokkal, de meg-megjelentek. Az Intézet magyar nyelvű kiadványai közül az *Évi Jelentések* komoly késésekkel ugyan, de szintén megjelentek.

Az előbbiekkal részben összefüggő kihívást jelentett a világháló digitális univerzumába való bekerülés, ami nyilvánvalóan létkérdés volt a Közlöny számára. Ehhez képest a folyamat igencsak későn indult és vontatottan haladt, valószínűleg nem is annyira szemléleti, mint inkább a „szokásos” anyagi okokból. Már 2001-ben „megkezdődött egy olyan technikai korszerűsítési folyamat, amelynek egyik eredménye lehet előbb a tartalomjegyzéknek, majd a teljes füzeteknek az internetre tétele is” [132: 778], de ez sajnos elég hosszúra nyúlt. 2003-tól [133] az MFT honlapján az egyes füzetek megjelenésével egy időben a magyar és az angol nyelvű összefoglalást is közzétették [133: 82]. A formátumváltással egy időben, 2008-ban kísérleti jelleggel online elérhetővé tették a Közlöny az évi számait [138], és 2009-re [139] tervezték a csak az előfizetők számára elérhető online elérés bevezetését [138: 126], ami azonban csak 2013-tól [143] valósult meg [145: 115]. 2015-től [145] a társulati tagok online ingyenesen elérhették a Közlöny számait, így a lap virtuálisan visszanyerte tagilletményi szerepét. CSERNY Tibor kezdeményezésére és irányítására, BAKSA Csaba elnök támogatásával megkezdődött és lényegében befejeződött a retrospektív digitalizálás is, mely PIROS Olga és NÉMETH Norbert közreműködésével zajlott, intézményi támogatást nyújtott az Országos Széchényi Könyvtár (OSZK), a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) és a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI), illetve együttműködési megállapodás született a Biodiversity Heritage Libraryvel is (22. ábra A). A Közlöny mellett digitalizálták az MFT szakosztályainak sokszorosított kiadványait (*Általános Földtani Szemle*, *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv*, *Mérnökgeológiai Szemle*, *Őslénytani Viták*) és az MFT-hez csak tematikailag kötődő *Földtani Kutatás* is bekerült az OSZK Elektronikus Periodika Adatbázisába (EPA, (22. ábra B.)) [145: 115, 146: 96, 147: 129, 148: 116].

Hosszas belső polémia után az MFT elnöksége úgy döntött, hogy 2017-től a Földtani Közlöny számai már megjelenésükkor nyílt hozzáférésűek legyenek, ami a korábbi számok online elérésének biztosításával új fejezetet nyitott a folyóirat történetében. Ezt tükrözi a rövid idő alatt elért több tízezres látogatói szám is. Visszafele haladva egyre több évfolyam tartalma érhető el a folyóirat saját honlapján a www.foldtanikozlony.hu-n. A folyóirat szerkesztése és online közzététele szintén 2017 óta az MTA Könyvtára szervezésében, az MTAK által fenntartott webes felületen történik, mely az Open Journal Systems (a tudományos folyóiratok online közzétételének és kezelésének nyílt forráskódú megoldását szolgáló) platformon alapul. A folyóirat új, saját honlapot is kapott [147: 129, 148: 116, 149: 8]. A megállapodás és az áttérés elsősorban BAKSA Csaba, SZTANÓ Orsolya



22. ábra. a) A Földtani Közlöny adatlapja a Biodiversity Heritage Library honlapjáról (a Társulat 1950–1962 közt hivatalos nevével). b) A Földtani Közlöny oldala az Országos Széchényi Könyvtár Elektronikus Periodika Adatbázisában (részlet)

Figure 22. a) Data sheet of the Bulletin from the website of the Biodiversity Heritage Library (with the outdated official name of the Society, used from 1950 to 1962). b) Web page of the Bulletin in the National Széchényi Library, Electronic Periodicals Archive & Database (detail)

és BARTHA István (online technikai szerkesztő) tevékenységének gyümölcse volt.

A fentebb ismertetett változások természetesen további drasztikus visszaeséseket okoztak a nyomtatott változat előfizetési számaiban és így a példányszámokban is. Az előfizetési díj bevezetése utáni 450–500 előfizető a fizetős online elérés megjelenésekor kerekítve 250-re (ebből 90 céges, illetve intézményi), az ingyenes online elérés után 2018–2019-ben kerekítve 175-re (ebből 90 céges, illetve intézményi), az 560–650-es példányszám pedig 350-ra, majd 270-re csökkent (további részletek az Adattárban). A digitális irodalmazás kényelme és többletszolgáltatásai miatt a nyomtatott formátum napjai valószínűleg meg vannak már számlálva.

A Közlöny költségei a társulati gazdasági bizottság jelentései alapján 2007–2012 között a postázással együtt évi 3–3,5 millió, a fizetős online elérhetőség korszakában (2013–2014) 2,8–3,5 millió, a tagdíj ellenében biztosított és az ingyenes on-line elérhetőség éveiben (2015–2016, ill. 2017–2018 [utolsó adat]) 2,3–2,7 millió Ft-ra rúgtak. Mivel az előfizetési díjak e költségeknek csak egy részét fedezik (2016-ban 42%-ot [2017: 124]), a megjelenés csak a MOL Nyrt-nek köszönhető külső támogatás révén, illetve további szponzori (MFGI) és pályázati források (NKA, MTA) bevonásával volt lehetséges, és a jövőben ez még inkább így lesz.

Visszaulva e rész bevezetőjére, bizonyos, hogy az előfizetett példányszám csökkenése, ezáltal a fajlagos költségek növekedése alkotta ördögi kör miatt a jövőben még nagyobb viták lesznek a nyomtatott formában történő megjelenés körül, ami felidézni NEMECZ Ernő társulati elnöknek a fo-

lyóirat 100. évfolyamában megjelent, előrelátó gondolatait: „Napjainkban a tudományos információközlés forradalma bontakozik ki: filmek, mágneses szalagok, ferrit-kristályok és ki tudja milyen embercsinálta eszközök fogják ellátni az ismeretek rögzítését, válogatását és továbbítását. Lesz-e szükség még hagyományos folyóíratra? . . . Minden bizonynyal még sokáig megmarad a tudományos eredmény ismertté tételének jelenlegi módja és Közlönyünk még sok évszázatot fog megélni. De bizonyos az is, hogy állandóan módosulva-alkalmazkodva a kor és tudomány követelményeihez” (NEMECZ 1970).

Köszönetnyilvánítás

A cikkbe a Magyarhoni Földtani Társulat korábbi elnökei közül BAKSA Csaba, BÉRCZI István, BREZSNYÁNSZKY Károly, HAAS János és KECSKEMÉTI Tibor, a főtítkárok közül CSERNY Tibor és HALMAI János, a szerkesztők közül KÁZMÉR Miklós, KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes (egyben 2008 óta ügyvezető titkár, illetve igazgató), PIROS Olga és SZTANÓ Orsolya által nyújtott információkat építettem be, illetve figyelembe vettem szíves megjegyzéseiket. Végül, de nem utolsósorban, számos adatot és megjegyzést köszönhetek ZIMMERMANN Katalinnak, az MFT 1986–2007 közötti ügyvezető titkárnak. Mindnyájuknak ezúton szeretném hálás köszönetemet kifejezni. A képek válogatásához és reprodukálásához nyújtott segítségért PIROS Olgának, a diagramok megrajzolásáért TOPA Boglárka Annának tartozom köszönettel.

Irodalom — References

- DUDICH E., SZÉKYNÉ FUX V. & DOBOS I. 1998: *A Magyarhoni Földtani Társulat harmadik félszázada.* — Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 124 p.
- JÁMBOR Á. 2006: A magyar földtani bibliográfia helyzete. — *Földtani Közlöny* **136/1**, 163–168.
- KÁZMÉR M. 2004: Az Általános Földtani Szemle régi-új arca. — *Általános Földtani Szemle* **28**, 5–7.
- KOCH A. 1902: A Magyarhoni Földtani Társulat 50 éves működésének története. — *Földtani Közlöny* **32**, 165–187.
- NEMECZ E. 1970: Újabb száz év elé. — *Földtani Közlöny* **100**, 1–2.
- SCHMIDT S. 1880: A magyarhoni földtani társulat 30 éves munkássága. — *Földtani Közlöny* **30**, 2–15.
- TASNÁDI KUBACSKA A. 1970: Száz éves a Földtani Közlöny. — *Földtani Közlöny* **100**, 3–10.
- VENDL A. 1958: *A százéves Magyarhoni Földtani Társulat története.* — Tankönyvkiadó, Budapest, 276 p.

Kézirat beérkezett: 2020. 02. 24.

Adattár

Szerkesztés

Szerkesztők, felelős szerkesztők (névsorukat I. lentebb)

Már az MFT 1856-os második alapszabálya úgy fogalmazott, hogy a Társulat első titkára „szerkeszti az évkönyvet és más kiadandó munkálatokat”, és a másodtitkár „az elsőnek segéde, szükség esetében helyettese” [M.II: 199–200]. A számos ízben módosított alapszabálynak e része sokáig nem változott, így a Földtani Közlönyt az MFT első titkára szerkesztette a másodtitkár segítségével egészen 1948-ig. 1949. II. 16-án új alapszabályt fogadtak el, és kilátásba helyezték, hogy a belügyminiszteri jóváhagyás után megjelentetik a Földtani Közlönyben [79: 127]. Ez azonban nem történt meg, és KERTAI György elnök 1962. V. 9-i közgyűlési megnyitójában azt a meglepő bejelentést tette, hogy „a Társulat felszabadulás utáni első új alapszabályát terjesztjük jóváhagyásra a közgyűlés elé” [92: 255]. Ez az alapszabály nyilván a létező gyakorlatot szentesítette, amikor 6. és 8. §-aiban rögzítette: „a Földtani Közlönynek vagy a Társulat egyéb kiadványainak felelős szerkesztőjét az Elnökség javaslatára a Közgyűlés választja meg. Mellette a Választmány által kijelölt Szerkesztő Bizottság működik. A felelős szerkesztő és a technikai szerkesztő tanácskozási joggal részt vesz a Választmányi üléseken”, és „a felelős szerkesztő tevékenységéért közvetlenül az elnöknek felelős” [92: 368–369]. 1951-ben és az 1952-ben valóban a közgyűlés választotta meg a (felelős) szerkesztőt (MEISEL Jánost [81: 346], majd BALOGH Kálmánt [82: 325]), BALOGH lemondása után TOKODY Lászlót már az Elnökség bízta meg 1953. III. 6-án [83: 214], VADÁSZ Elemér felelős szerkesztői megbízásának mikéntjéről és dátumáról a Közlöny nem tudósított. A felelős szerkesztő státusán az 1967. III. 16-i alapszabály változtatott, melynek 8. §-a szerint a Földtani Közlöny felelős szerkesztője, egyben a szerkesztőbizottság elnöke a Társulat mindenkor elnöke. A Társulat „egyéb kiadványait a megfelelő szakosztály, területi osztály, szakcsoport vezetősége szerkeszti.” [97: 362]. Az újabb változást az 1997. III. 19-i alapszabály-módosítás hozta, melynek nyomán létrejött a főszerkesztői tisztség. A főszerkesztő és a szerkesztőbizottság feladatait részletesen szabályozza a társulati ügyrend.

Technikai szerkesztők (névsorukat I. lentebb)

A felelős szerkesztő (majd a főszerkesztő) munkáját segítő technikai szerkesztőt először az 1962-es alapszabály említi, de lényegében már a 78. kötetből e minőségben működött SZUROVY Géza, illetve az őt helyettesítő JUGOVICS Lajos, aki az 1949. II. 16-i és az 1950. IV. 30-i tisztújító közgyűlésen a Társulat tisztikarának névsorában „szerkesztő” megjelöléssel szerepel [79: 128, 80: 225]. Az elnökség valószínűleg JUGOVICSnak a MÁFI-ba való távozása után 1950. IX. 26-án „elhatározta, hogy a Földtani Közlöny szerkesztésével és másodtitkári teendőikkel, addig is, amíg a választmány az ügyben határoz JAKUCS Lászlónét bízta meg” [80: 440]. JAKUCS Lászlóné (újboldi házasságkötése után VÉGH Sándorné) az 1952. évi közgyűlés által megválasztott új vezetőség névsorában szakszerkesztőként szerepelt [82: 325]. A Közlöny füzeteinek borítóján 1953-ban [83] a „szerkesztő”, majd a „technikai szerkesztő” titulus olvasható, ez utóbbi megnevezés került be az 1962-es alapszabályba is, bár mindig magasan kvalifikált szakmabeliek töltötték be e fontos tisztséget. 1997 [127] — a főszerkesztői poszt bevezetése — óta általában két, továbbra is szakmabeli kolléga tölti be e tisztséget. 2019-ben [149], a technikai szerkesztők személyének megváltozását hozó átmeneti évben,

számonként változott a technikai szerkesztői stáb összetétele. A technikai szerkesztőt az 1967-es alapszabály szerint a választmány [97: 362], az 1991-es alapszabály szerint az elnökség [122: 130], a jelenlegi alapszabály 15. § (3) szerint az elnökség véleményét figyelembe véve az elnök nevezi ki.

Szerkesztőbizottság

A Földtani Közlöny szerkesztésében az 1949. II. 16-i közgyűlés óta [79: 128] működik közre állandó jelleggel egy — a választmány által a szakterületi reprezentativitás figyelembevételével megbízott — szerkesztőbizottság. Funkciójáról először VADÁSZ Elemér nyilatkozott egy mondatban, miszerint „a Szerkesztőbizottság súlyos feladata lesz a kéziratok megfellebbezhetetlen egyszerűsítése” [80: 136]. Az 1962. V. 9-i alapszabály 6. § f) pontja szerint „a Társulat kiadványainak Szerkesztő Bizottsága előkészíti és felülbírája a Földtani Közlöny és más, alkalomszerű kiadvány szerkesztését.” A jelenlegi alapszabály 8. § (1) szerinti megnevezés (a Földtani Közlöny Szerkesztőbizottsága) a Közlönyre redukálja a testület hatáskörét, tagjait az elnök javaslata alapján a választmány hagyja jóvá (15. § (3)). Az 1949-ben megválasztott szerkesztőbizottságok névsorát I. [79: 128], a későbbiek a Közlöny hátlapján vagy impresszumában. A Társulat elnöke 1967 óta egyben a szerkesztőbizottság elnöke is.

A lap számára egyébként korábban is több ízben alakult szerkesztőbizottság, érdemi tevékenységükre vonatkozóan azonban e cikk írója nem ismer dokumentumokat. Először 1883-ban fogadta el a közgyűlés a választmány azon javaslatát, hogy „A Közlöny kiállításának és tartalmának ellenőrzésére (...) szerkesztő bizottság alakíttassék, amelyhez mint a Közlöny igazgató-tanácsához a szerkesztő minden szükséges esetben véleményért fordulhasson, s a melynek döntő szava legyen arra nézve, hogy esetenként valamely közlemény kiadható-e a Közlönyben vagy sem” [13: 69]. Ennek a választmány által ajánlott tagjai BÖCKH János, a MKFI igazgatója, HOFMANN Károly főgeológus (MKFI), KRENNER József műegyetemi tanár, a Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány-Őslénytárának vezetője és WARTHA Vincze, a József műegyetem tanára lettek [13: 2]. 30 évvel később az 1913. IV. 2-i választmányi ülés a Közlöny szerkesztésére ismét bizottságot alakított, ennek elnöke SCHAFARZIK Ferenc társulati elnök (geológia), tagjai EMSZT Kálmán (vegytan), LÖRENTHEY Imre (öslénytán), MAURITZ Béla (ásványtan és kőzetan), TIMKÓ Imre (agrogeológia) választmányi tagok, előadója PAPP Károly (geológia) első titkár és MAROS Imre másodtitkár voltak [43: 108, 356]. Az év folyamán azonban nem sikerült valamennyi tagot egyszer sem összehívni, mert „a soknemű elfoglaltság miatt” hol egyik, hol másik bizottsági tag hiányzott [44: 306–307]. PAPP Károly titkár javaslata ellenére a választmány szükségtelennek vélte a szerkesztőbizottság beiktatását az 1914-ben módosított alapszabályba, mert működését ügyrendi kérdésnek tartotta [44: 101]. Az I. világháború alatti SCHAFARZIK–SCHRÉTER-féle reform kapcsán a választmány 1916. III. 1-én ismét életre hívta a szerkesztőbizottságot változatlan személyi összetétellel [46: 128]. Szerkesztőbizottság választását az alapszabályreformmal foglalkozó 1919. III. 20-i rendkívüli közgyűlésen is javasolták, de JUGOVICS Lajos felvetését érdekes módon éppen SCHAFARZIK Ferenc tartotta szükségtelennek, mondván, hogy a szerkesztés irányítása a választmányi tagok közül megválasztandó négytagú ügyvezető bizottság teendői közé fog tartozni [49: 61]. A Közlöny szerkesztése ezen érvénybe nem lépett új alapszabály 19. §-a szerint egyébként már nem a titkár, hanem a választmány által tagjai közül választott külön szerkesztő feladata lett volna [49: 64].

Megjegyzés: A következő, általában a lapszámok címlapján vagy impresszumában feltüntetett adatok alapján készült névsorok nem minden esetben tükrözik a naptári éven belüli változásokat,

illetve a társulati ciklusok és a naptári év eltérései vagy az egyes számok késése miatti diszkrpanciákat.

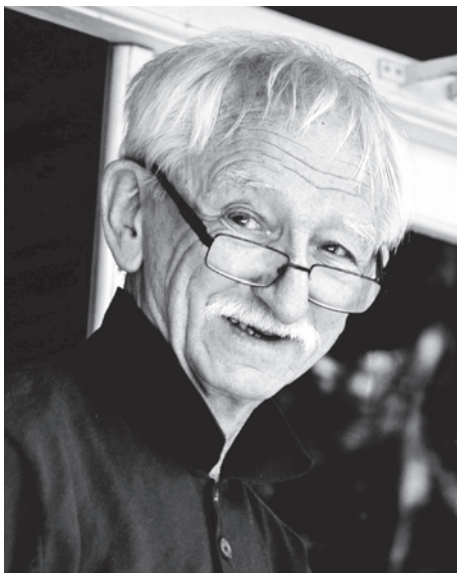
Szerkesztők, felelős szerkesztők, illetve főszerkesztők (127-től)

E–M.I: KOVÁTS Gyula, M.II: SZABÓ József, M.III–M.V: HANTKEN Miksa

1 (1–5): WINKLER Benő, 1 (6–10): BERNÁTH József és KOCH Antal, 2: BÖCKH János, KOCH Antal, SAJÓHELYI Frigyes, 3–6: SAJÓHELYI Frigyes, TELEGD ROTH Lajos, 7–11: INKEY Béla, SCHMIDT Sándor, 12: PETHŐ Gyula, FRANZENAU Ágoston, 13–15: PETHŐ Gyula, SCHAFARZIK Ferenc, 16–19: STAUB Móric, SZONTAGH Tamás, 20: STAUB Móric, 21: STAUB Móric, SZÁDECZKY Gyula, 22–28: STAUB Móric, ZIMÁNYI Károly, 29–30: LÓCZY Lajos, CHOLNOKY Jenő, 31–36: PÁLFY Mór, 37–39: LŐRENTHEY Imre, GÜLL Vilmos, 40–42: PAPP Károly, VOGL Viktor, 43–44 (1–2): PAPP Károly, MAROS Imre, 44 (3–4)–45: PAPP Károly, 46–48 (1–9): BALLENEGGER Róbert, PAPP Károly, 48 (10–12)–49: PAPP Károly, 50: LÁSZLÓ Gábor, VOGL Viktor, 51/52: VENDL Miklós, ZELLER Tibor, 53–59: ZELLER Tibor, REICHERT Róbert, 60–62: REICHERT Róbert, SZTRÓKAY Kálmán, 63: REICHERT Róbert, PAPP Ferenc, 64–67: PAPP Ferenc, 68: PAPP Ferenc, KULHAY Gyula, 69: PAPP Ferenc, KULHAY Gyula, KÖRÖSSY László, 70: HORUSITZKY Ferenc, BARTKÓ Lajos (közrem. PAPP Károly), 71–73: TASNÁDI KUBACSKA András, „73/74”: PAPP Ferenc, „75/76”–77: VADÁSZ Elemér, PAPP Ferenc, 78: VADÁSZ Elemér, SZUROVY Géza, 79–80 (1–3): VADÁSZ Elemér, 80 (4–6)–81 (1–3): KERTAI György, 81 (4–6)–82 (4–6): MEISEL János, 82 (7–9)–83 (4–6): BALOGH Kálmán, 83 (7–12): TOKODY László, 84–94: VADÁSZ Elemér, 95 (1–2): KERTAI György, 95 (3)–97 (2): VADÁSZ Elemér, 97 (3)–101: NEMECZ Ernő, 102–116: DANK Viktor, 117–121: HÁMOR Géza, 122–124: KECSKEMÉTI Tibor, 125–126: BÉRCZI István

főszerkesztők: 127–145 (1): CSÁSZÁR Géza (23. ábra), 145 (2)–: SZTANÓ Orsolya (helyettes főszerkesztő 143–145 (1))

Az 1967. III. 16-i alapszabály 8.§-a szerint a Társulat „egyéb kiadványait a megfelelő szakosztály, területi osztály, szakcsoport vezetősége szerkeszti. [97: 362]” Az 1945 utáni szakosztályi kiadványok szerkesztőit I. DUDICH et al. (1998: 100)



23. ábra. Császár Géza, a Földtani Közlöny főszerkesztője 1997-től 2015-ig [127–145 (1)] (Fotó Császár Gábor szivességéből)

Figure 23. Géza CSÁSZÁR, editor-in-chief of the Geological Bulletin from 1997 to 2015 [127-145 (1)] (Photo by courtesy of Gábor CSÁSZÁR)

Technikai szerkesztők

79–80: SZUROVY Géza és JUGOVICS Lajos*, 80–94: JAKUCS Lászlóné = VÉGH Sándorné (24. ábra), 95 (1)–95 (2): VÉGH Sándorné és MEISEL Jánosné, 95 (3)–112: MEISEL Jánosné (25. ábra), 113–121: KASZAP András (26. ábra), 122–124: KÁZMÉR Miklós (szerkesztő), 125–126: KASZAP András, 127–136 (2): PIROS Olga, KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes** (a 125–126. kötet műszaki szerkesztője), 136 (3)–144 (2): PIROS Olga, SIMONYI Dezső, 144 (3–4): PIROS Olga, PENTELENYI Gábor, 145–148: PIROS Olga, KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes, 149 (1): KOVÁCS Zoltán, PIROS Olga,



24. ábra. JAKUCS Lászlóné, később VÉGH Sándorné, NEUBRANDT Erzsébet, a Földtani Közlöny technikai szerkesztője 1950-től 1965-ig [80–95 (1)] (Fotó JAKUCS Erzsébet szivességéből)

Figure 24. Lászlóné JAKUCS, later Sándorné VÉGH Erzsébet NEUBRANDT, technical editor of the Bulletin from 1950 to 1965 [80–95 (1)] (Photo by courtesy of Erzsébet JAKUCS)



25. ábra. MEISEL Jánosné EYSZTRICH Róza, a Földtani Közlöny technikai szerkesztője 1965-től 1982-ig [95–112] (Fotó Lőrincz Mária szivességéből)

Figure 25. Jánosné MEISEL, née Róza EYSZTRICH, technical editor of the Bulletin from 1965 to 1982 [95–112] (Photo by courtesy of Mária LŐRINCZ)



26. ábra. KASZAP András, a Földtani Közlöny technikai szerkesztője 1983-tól 1991-ig és 1995-től 1996-ig [113–121 és 125–126] (Fotó KASZAP Tamás szíveségéből)

Figure 26. András KASZAP, technical editor of the Bulletin from 1983 to 1991 and from 1995 to 1996 [113–121 and 125–126] (Photo by courtesy of Tamás KASZAP)

149 (2): BABINSZKI Edit, KOVÁCS Zoltán, 149 (3)–149 (4): BABINSZKI Edit, BARTHA István Róbert, KOVÁCS Zoltán.

*Az akkoriban az ELTE Földtani Tanszékén (a „VADÁSZ-tanszéken”) dolgozó JUGOVICS nyilván SZUROVY Géza titkárt helyettesítette technikai szerkesztői minőségében [l. 80: 223]).

** A főtitkári jelentések megnevezése szerint tördelő szerkesztő

Kiadók

A Földtani Közlönyt a tudományos társulatok államosításának periódusától (1949–1989) eltekintve mindig is a Magyarhoni Földtani Társulat adta ki.

E, M.I–M.V, 1–78: Magyarhoni Földtani Társulat, 79 (1–4): Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége, 79 (5–8)–80 (4–6): Tudományos Folyóiratkiadó Nemzeti Vállalat, 80 (7–9)–83: Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 84–119: Akadémiai Kiadó, 120–: Magyarhoni Földtani Társulat

Nyomdák (a nem budapesti nyomdák telephelyeivel)

E: Lukács László ny., M.I: Herz János ny., M.II: Emich Gusztáv ny., M.III: Herz János ny, M.IV–M.V: Légrády testvérek ny.

1–3: Khór és Wein könyvny., 4–12: Légrády testvérek ny., 13–50: Franklin-Társulat ny., 51–53: Magyar Tudományos Társulatok Sajtóvállalata Rt. Nyomda, 54–57: Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, 58–59: Váci királyi országos fegyintézet könyvny. (Vác), 60: Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, 61–62: Dunántúl Pécsi Egyetemi Könyvkiadó és Nyomda Rt. (Pécs), 63–71: Mérnökök Nyomdája, 72–73 (1–9): Kertész József könyvny. (Karcag), 73 (10–12): Élet Irodalmi és Nyomda Rt., „73/74”–78: Egyetemi Nyomda, 79 (1–8): Szikra Nyomda, 79 (9–12)–81 (1–3): Kultúra Nyomda, 81 (4–6): Athenaeum Nyomda, 81 (7–9)–82: Szikra Nyomda, 83: Egyetemi Nyomda, 84–119: Akadémiai Nyomda, 120 (1–2): Magyar Rádió ny., 120 (3–4)–121: MOL Nyrt. Kutatás-Termelési Ágazat Nyomda Üzeme (Szolnok) = 122–124: MOL Nyrt. Nyomda (Szolnok) = 125–132: Tisza Nyomda Kft. (Szolnok), 133–142: Innova-Print (Pomáz) = 143: F&F Print Line

Kft. (Pomáz) = 144–148: P-R Innovation Kft. (Pomáz), 149–: Starkiss Kft. (Budaörs)

ny.: nyomdája; az egyenlőségjellel összekötött nevek egyazon nyomdát jelölik

„Belső társlapok” a Földtani Közlönyben

13–15: A magyar kir. Földtani Intézet évi jelentése / Jahresbericht der k. ung. Geologischen Anstalt

40–43: Közlemények a Magyarhoni Földtani Társulat Barlangkutató Bizottságából / Mitteilungen aus der Höhlenforschungskommission der Ungarischen Geologischen Gesellschaft

48–50: Hidrológiai Közlemények / Hydrologische Mitteilungen (előzménye a Hidrológiai Szakosztály külön rovata a 47. kötetben)

Tematikus és különszámok, (*-gal jelölve:) dedikált kötetek / füzetek

E számok egy része, különösen a supplementumok, gyakran külső (ipari, főhatósági, MTA, minisztériumi stb.) támogatással jelentek meg.

4 (az évfolyam mellékleteként): POŠEPNÝ, F.: *Geologisch-montanistische Studie der Erzlagerstätten von Rézbánya in S.O.-Ungarn*. Légrády Testvérek, Budapest, 168 p.

27 (1–4, 5–7): „A millenniumi év végén”. (BÖCKH J.: „A geológia fejlődésének rövid története Magyarországon 1774–1896-ig”, valamint SCHMIDT S. és SCHAFARZIK F. cikkei a millenárius kiállítás bányászati, talajtani, balneológiai, földtani térképi és oktatási részéről, SCHAFARZIK F. és HALAVÁTS Gy. kongresszusi beszámolóit.)

27 (8–10): SZÁDECZKY Gy.: A Sátoralja-Ujhelytől északnyugatra, Ruda-Bányáscka és Kovácsvágás közé eső terület geológiai és közzetani tekintetben. („egycikkes füzet”)

33 (7–9): A Bécsben tartott IX. Nemzetközi Geológiai Kongresszus után 1903. augusztus 28-tól szeptember 4-ig tervezett Budapest–Alföld–Alduna kirándulásra íratott kirándulásvezetők.

38 (5): Szabó-füzet (A vihnyi Szabó-szikla emléktáblájának 1908. május 30-i leleplezése alkalmából)

56*: TELEGDY ROTH Lajos jubileumi kötet (nem jelentek meg külön füzetek)

62*: ZIMÁNYI Károly jubileumi kötet (nem jelentek meg külön füzetek (5A. ábra)

73 (1–3)*: KOCH Antal emlékének ajánlva

79*: id. LÓCZY Lajos-emlékkötet

85*: A 70 éves VADÁSZ Elemérnek ajánlott kötet

93 (különszám): Agyagásványfüzet, benne külön „A Földtani Társulat Agyagásványtani Szakcsoportjának DTA-ankétje”(1960. IV. 25.) előadásai is. Felelős szerkesztő: NEMECZ Ernő

98 (1): A Szénhidrogénföldtani Kollokvium (1967. május 15.) és a „Gépi adattárolás és adatfeldolgozás a földtani kutatásban” ankét (1967. május 29.) előadásai

101 (2–3): A Neogén Kollokvium (*Colloquium on the Neogene*) (1969. szeptember 4–9.) előadásai

103 (3–4): A „Gyakorlati eredmények bemutatása az üledékföldtan tárgyköréből” c. ankét (Pécs, 1972. november 22–24.) előadásai

104 (2): A 125 éves Magyarhoni Földtani Társulat ünnepi közgyűlésének (1973. április 25–27.) előadásai

105 (különszám): A recski vándorgyűlés (1974. október 3–4.) előadásai.

106 (2): A centenáriumi BÖCKH Hugó emlékülés (1974. október 28.) előadásai

106 (különszám): A Szénhidrogénföldtani Ankét (1974. november 18–19.) előadásai

107 (3–4): A Tektonikai Ankét (MFT Általános Földtani Szakosztály, 1975. november 10.) előadásai

108 (1): Az MTA–MFT tatabányai vándorgyűlésének (1975. október 2–3.) előadásai

109 (3–4): Az I. Országos Bányaföldtani Ankét (Pécs, 1977. április 20–22.) előadásai

110 (3–4): Az Ősföldrajzi Ankét (1978. november 9–10.) előadásai.

124 (2): FODOR L., MAGYARI Á., FOGARASI A. és PALOTÁS K.: Tercier szerkezetfejlődés és késő paleogén üledékképződés a Budai-hegységben. A Budai-vonal új értelmezése („egycikkés füzet”)

130 (2): „A ma geológiája a holnapért” / „The Geology of Today — for Tomorrow” nemzetközi konferencia (1999. június 21–22.) előadásainak egy része.

132 (különszám): A földtörténeti közelmúlt környezetváltozásai a Pannon-medencében: Fejezetek a hazai negyedidőszak kutatás legújabb eredményeiből. A „Negyedidőszak-kutatás és az ahhoz kapcsolódó kérdések” ankét (2000. március 29.) előadásai

140 (4)*: A Balaton és környéke földtani kutatásának legújabb eredményei (a 375. éves Eötvös Loránd Tudományegyetemet köszöntő füzet)

148 (1)*: MINDSZENTY Andreának ajánlott tematikus szám (T)

149 (3 és 4)*: Tisztelgés HORVÁTH Ferenc professzor munkássága előtt című tematikus számok

Előfizetési díjak

A Földtani Közlönyt — az 1950–60-as évektől eltekintve, amikor a társulati tagok kedvezményes előfizetési díjért jutottak hozzá [vö. 92: 367, 93: 422, 97: 360] — minden társulati tag megkapta, tehát a tagdíj egyben előfizetési díj is volt (27. ábra, l. az I. táblázat). 2001-től a társulati tagok is csak külön előfizetési díjért jut-



27. ábra. A Magyarhoni Földtani Társulat részére előnyomtatott postai utalvány az 1926–1945 közötti időszakból

Figure 27. Postal voucher pre-printed for the Hungarian Geological Society (from the period 1926–1945)

hatnak hozzá a laphoz, illetve 2013–2014 között lehetőség volt csak az online elérhető digitális változat előfizetésére. Ez 2015 óta a tagdíj ellenében, 2017 óta pedig ingyen elérhető, l. a II. táblázat. A Közlönyt 2000 előtt is egyes időszakokban elő lehetett fizetni, illetve számonként megvásárolni, erre vonatkozóan l. a III. táblázat.

Terjedelem (oldalszám)

L. a 28. ábrát

I. táblázat. Éves társulati tagdíj 1871–2000 között

Table I. Annual membership fee of the Society between 1871–2000

| Év [kötet] / year [volume] | Rendes, ill. aktív tag / ordinary or active member | Nyugdíjas (ny), tanuló (t) / retired (ny), student (t) | Forrás / source |
|----------------------------|--|--|-----------------------------|
| 1871–1891 [1–21] | 5 frt | – | belső borító / inside cover |
| 1892–1899 [22–29] | 5 frt = 10 K | – | belső borító / inside cover |
| 1900–1919 [30–49] | 10 K* | – | belső borító / inside cover |
| 1920 [50] | 20 K | – | [50: 63] |
| 1920 [50] | 50 K | – | [51/52: 80] |
| 1923 [53] | 200 K | – | [53: 103] |
| 1924 [54] | n. a. / n.d. | – | |
| 1925 [55] | 85 000 K (= 5 aK) | – | [55: 248] |
| 1926 [56] | 100 000 K = 8 P | – | belső borító / inside cover |
| 1927–1944 [57–„73/74”] | 8 P | – | belső borító / inside cover |
| 1945–46 [„75/76”] | n. a. / n. d. | n. a. / n. d. | |
| 1947–1949 [77–79] | n. a. / n. d. (24 Ft?) | n. a. / n. d. | |
| 1950–195? [80–8?] | 36 Ft | 12 Ft (ny), 10 Ft (t) | [80: 226] |
| 195?–1964 [8?–94] | n. a. / n. d. | 16 Ft? (ny), 16 Ft (t) | [95:364] |
| 1965–1968 [95–98] | 60 Ft [95:364] | 24 Ft? (ny), 24 Ft (t) | [95:364] |
| 1969–1978 [99–108] | 80 Ft | 32 Ft (ny, t) | [100: 333, 109: 330] |
| 1979–1984 [109–114] | 140 Ft | 50 Ft (ny), 40 Ft (t) | [109: 330] |
| 1985–1989 [115–119] | 260 Ft | 50 Ft (ny), 40 Ft (t) | [115: 357, 120: 2] |
| 1990–1994 [120–124] | 500 Ft | 100 Ft (ny, t) | [120: 2] |
| 1995–1999 [125–129] | 800 Ft | 300 Ft (ny, t) | |
| 2000 [130] | 1200 Ft | 500 Ft (ny, t) | |

Rövidítések: aK: aranykorona, frt: osztrák értékű forint, Ft: forint, K: korona, n. a. = nincs adat, P: pengő.

*A Barlangkutatási Szakosztály külön tagsági díja 1913–17 között 3, utána 5 K, a Hidrológiai Szakosztály külön tagsági díja 1917-ben 5 K [48: 92].

Házastársi, ill. regisztrációs tagi díj (kiadványok nélkül): 1969?–1984: 60 Ft, 1985–1994: 100 Ft, 1995–1999: 400 Ft, középiskolások tagsági díja: 1979–1984: 32 Ft.

Abbreviations: aK: aranykorona (gold crown), frt: forint (gulden, Austrian value), Ft: forint, K: Austro-Hungarian korona, n. d. = no data, P: pengő.

*The special membership fee for the Speleological Section was 3 K between 1913–17, then 5 K, that of the Hydrological Section was 5 K for 1917 [48: 92].

Membership fee for the spouse of for registered members (no publications are included): 600 Ft from 1969? to 1984, 100 Ft from 1985 to 1994, 400 Ft from 1995 to 1999, membership fee for secondary school students.

Formátum

1871–1878 [1–8]: kis oktáv, 1879–2007 [9–137]: nagy oktáv majd B5, 2008-tól [138–] A4.

Példányszám (l. a 29. ábrát is)

A Földtani Közlöny példányszámára vonatkozóan az első évtizedekre nem sikerült konkrét adatokat találni, de a (nem tag) előfizetők és a nagy számú cserepartner miatt jócskán meghaladta a társulati tagok számát. Az előfizetők száma az 1880-as évek elején 20, 1885-ben már 50 volt [16: 56], és 1918-ig 50–60 között stabilizálódott. A csereviszonyosok száma fokozatosan nőtt, a kezdeti kb. 25-ről 1917-re 210-ra. Az első számszerű adatokat az 1908–1918-as időszakra vonatkozóan ismerjük, ezalatt a példányszám a társulati

II. táblázat. A Földtani Közlöny éves előfizetési díja 2001-től (Ft)

Table II. Annual subscription fee of the Bulletin from 2001 (forint)

| Év / year | Aktív dolgozó / employee | Nyugdíjas vagy tanuló / retired or student | Intézmény, cég / institution, company | Csak online, aktív dolgozó / employee, on-line only | Csak online, nyugdíjas és tanuló / retired or student, on-line only |
|-----------|--------------------------|--|---------------------------------------|---|---|
| 2001–2007 | 3800 | 2800 | n. a. / n. d. | – | – |
| 2008–2012 | 5000 | 5000 | n. a. / n. d. | – | – |
| 2013–2014 | 7000 | 5000 | n. a. / n. d. | 5000 | 3000 |
| 2015–2016 | 7500 | 5500 | 10 000 | tagdíj fejében / included in the membership fee | tagdíj fejében / included in the membership fee |
| 2017– | 7500 | 5500 | 10 000 | ingyenes / free | ingyenes / free |

Rövidítések: n. a. = nincs adat.

Abbreviations: n. d. = no data.

III. táblázat. A Földtani Közlöny füzeteinek, illetve kötetének árai egyes időszakokban (ha a forrás nincs megjelölve, a füzetek feltüntetett ár)

Table III. Price of single issues or volumes of the Bulletin (from the back cover if the source is not specified)

| Évfolyam / volume | Füzet ára / price per issue | Kötet ára [forrás] / price per volume [source] |
|-------------------|-----------------------------|--|
| 1–3 | n. a. / n. d. | 2 frt |
| 4–9 | n. a. / n. d. | 3 frt [4: 30] |
| 10–12 | n. a. / n. d. | 4 frt* |
| 13– | n. a. / n. d. | 5 frt [13: 76] = 10 K |
| 50 | n. a. / n. d. | 100 K |
| 81–84 | 6 Ft | 12 Ft |
| 85–97 | n. a. / n. d. | 40 Ft** |
| 98–106 | 10 Ft | 40 Ft |
| 107–114 | 19 Ft | 76 Ft |
| 115–118/2 | 24 Ft | 96 Ft |
| 118/3–120/1–2) | 36 Ft | 144 Ft |
| 120/3–4–122 | 100 Ft | 400 Ft |
| 131 | n. a. / n. d. | 1200 Ft + ÁFA / 1200 Ft + VAT |

A rövidítéseket l. az I. táblázatban. A Földtani Értesítő 1947-es kötete 10 Ft-ba, az 1948-as 20 Ft-ba került.

*Az 1 Ft árú Földtani Értesítővel együtt.

**Tagoknak 12 Ft, majd 16 Ft.

For abbreviations, see Table I. The 1947 volume of Földtani Értesítő was 10 Ft and the 1948 volume was 20 Ft.

* Including the Földtani Értesítő for 1 Ft.

** For members 12 Ft, then 16 Ft.

taglétszám intenzív növekedése miatt csaknem megduplázódva 650-ről 1200-ra nőtt.

A fölőspéldányokat különbözőképpen hasznosították. 1874-ben például a vallás- és közoktatásügyi miniszter a Társulat kérésére utasította az ország különböző középiskoláit a Közlöny első három kötetének könyvtárai számára való beszerzésére [5: 46]. 1876-ban a társulat régebbi kiadványai s a Közlöny addigi évfolyamai Kilián Frigyes budapesti egyetemi könyvtárosnak adták át bizományba [7: 25]. 1878-ban „a fennmaradó 70 példány a könyvkereskedés útján volt a közönség szükségletének hozzáférhetővé téve” [9: 54]. A Társulat harmincéves jubileumakor a régebbi kiadványokat hazai középiskoláknak és közkönyvtáraknak osztották szét [FÉ.1: 29, 125–126].

1919-től 1952-ig ismét nem ismerünk példányszámadatokat. A tagszám 300–400 között változott, az előfizetők száma elszórt adatok alapján 15–20 körül alakult, a cserepartnerek számára vonatko-

zóan — egy kivétellel — nincsenek adatok, de vélhetőleg a korábbinál kisebb lehetett.

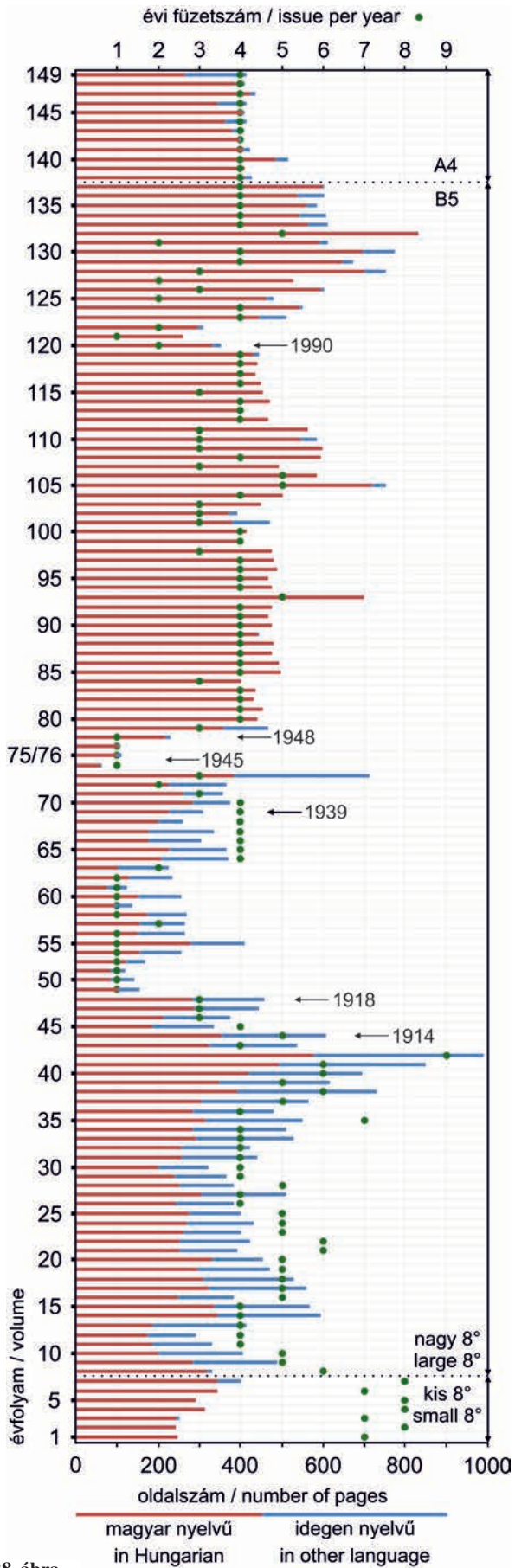
A példányszám az 1948-at követő időszakban is — egészen az ezredfordulóig — elsősorban az MFT taglétszámától függött, az ezen felüli mennyiséget az 1990-es évek elejéig a cserepéldányként, valamint a postai hírlap-előfizetés útján értékesített példányok iránti igény is érdemben befolyásolta. Az impresszumban szereplő adatok szerint 1951–1953 során [81–83] 500 és 650 között ingadozott, majd 1954-ben [84], az Akadémiai Kiadóhoz kerülés után hirtelen 1000-re, 1955-ben [85] 1300-ra ugrott, és 1969-ig [99] — a példányszámnak az impresszumból való eltűnéséig — e szinten stabilizálódott. Az 1978-ban hirtelen 1500 fölé ugró társulati taglétszám nagy kihívást jelenthetett a Társulat számára, mivel már az 1976-os főtítkári jelentés szerint is „az ismert papírbeszerzési és nyomdaipari nehézségek miatt Közlönyünk példányszámának emelését egyelőre nem tudtuk megnyugtató módon rendezni. Hasonló a helyzet a Földtani Kutatás példányszámával” [106: 343–344]. A taglétszám 1982-ban érte el csúcspontját (1680 fő). Az 1980-as években így általában 1900–2100 példányban nyomtatták a Közlönyt, bár a taglétszám 1989-ig fokozatosan 1250-re csökkent. A tagoknak megküldött példányokon felül mintegy 160 példány jutott az ELTE TTK Földtani Tanszék (VADÁSZ Elemér korábbi tanszéke) könyvtára számára, bel- és külföldi cserére. 60 példány különböző hazai könyvtárakba került, a tartalékon felüli fennmaradó példányokat az Akadémiai Kiadó a Posta lapterjesztő hálózatán

→ 28. ábra. A Földtani Közlöny eddig megjelent 149 kötetének évi füzetszáma (zöld pont), illetve magyar (piros oszlop) és idegen nyelvű oldalszáma (kék oszlop), a tartalomjegyzék és mutatók nélkül, a folyóirat formátumváltási éveinek bejelölésével. Grafika: TOPA Boglárka Anna

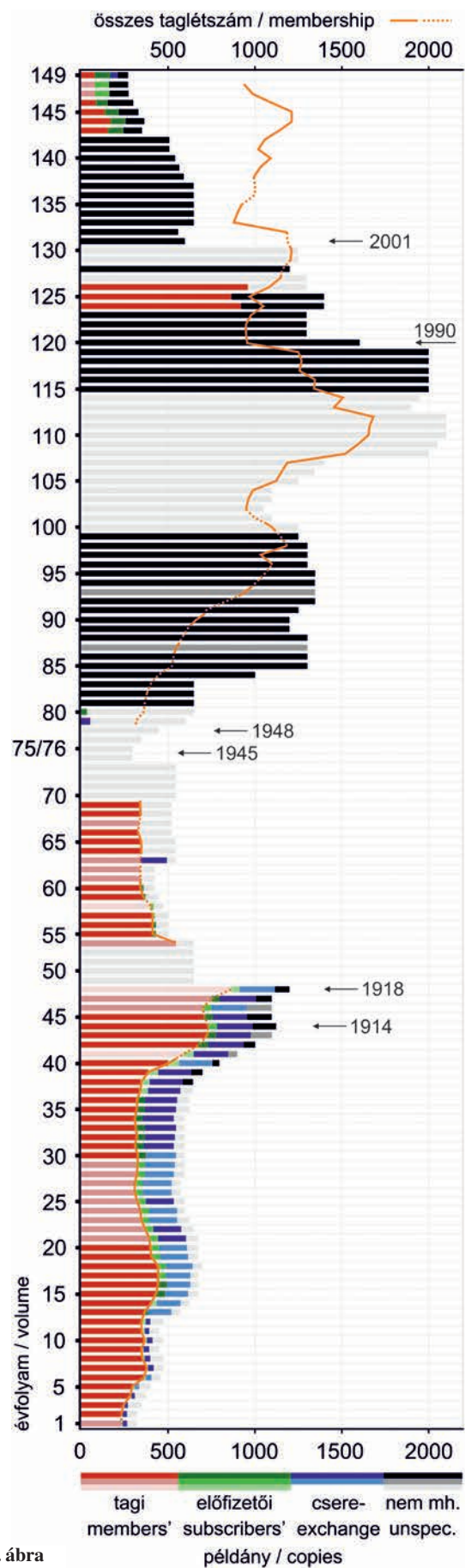
→ Figure 28. Number of issues per year (green dots), number of pages per year in Hungarian (red column) and in foreign languages (blue column), without table of contents and indices, of the 149 volumes of the Bulletin published so far. Years of change of the print format of the journal are also shown. Graphics: Boglárka Anna TOPA

→ 29. ábra. A Földtani Közlöny eddig megjelent 149 kötetének évi példányszáma. Piros: tagi példányok, zöld: előfizetői példányok, kék: cserepéldányok; fekete: egyéb példányok, illetve összes (nem részletezett) példány. A telt színű oszlopok adatokon, a halványabbak becsléseken alapulnak, a szín annál erősebb, minél megbízhatóbb a becslés. Narancssárga vonal: a Magyarhoni Földtani Társulat teljes taglétszáma. A görbe folytonos része adatokon, a pontozott becsléseken alapul. Grafika: TOPA Boglárka Anna

→ Figure 29. Number of annual copies of the 149 volumes of the Bulletin published so far. Red column: members' copies, green column: subscribers' copies, blue column: exchange copies; black column: other copies or unspecified copies. Full-colour columns are based on data, paler ones are estimates, the stronger the color, the more reliable the estimate is. Continuous / dotted orange line: (total) membership of the Hungarian Geological Society, based on data / estimated. Graphics: Boglárka Anna TOPA



28. ábra



29. ábra

keresztül kül- és belföldi megrendelőknek értékesítette (ZIMMERMANN K. közlése alapján).

A rendszerváltás után a példányszám csökkenni kezdett. Ennek fő oka a taglétszámnak az 1980-as évek rekordjához képesti visszaesése volt. Emellett az Akadémiai Kiadótól való megválás miatt a Magyar Postával is a Társulatnak kellett (volna) újrászereződnie, de ez a postai előfizetési díjak drasztikus emelkedése miatt meghiúsult. Így száznál is több postai előfizető (magánszemélyek, intézmények, könyvtárak) esett ki. A postaköltségek növekedése és az ELTE-t sújtó költségvetési megszorítások miatt a könyvtári cserepéldányokra vonatkozó igény is visszaesett. Az erős visszaesés után ([119]: 2000 db, [122]: 1300 db), a nyomtatott példányszám 1200–1300 között stabilizálódott.

A külön előfizetési díj 2001-es [121] bevezetése a példányszám drasztikus visszaesését hozta, ekkor a külső eladásokkal együtt 600 példányt nyomtattak. Ez a nagyságrend egy évtizedig stabil maradt. Az online elérhetőséggel (2013-tól) a példányszámok újból erősen csökkenni kezdtek. A 2019. évi [149] 270 nyomtatott példány megoszlása: 81 tagi megrendelés, 28 tiszteleti és örökös tagi járandóság, 86 intézményi és céges megrendelés, 50 az MBFSz sakkönyvtárának (cserelepként), 25 társulati tartalék céljára készült.

Csereviszonyok

A Földtani Közlönynek sokáig igen fontos „barterszerepe” volt a (főleg külföldi) szakmai társulatok és intézmények kiadványainak beszerzésében. A Társulatnak már 1872-ben 26 ilyen csereviszonyosa volt. Mivel az 1876-os közgyűlés határozata nyomán a társulati könyvtár az MKFI könyvtárhelyiségeiben helyezték el, ill. azzal egyesítették [7: 24], az elkövetkező időszakban a cserék jelentős részben az MKFI könyvtárát gyarapították, noha az éves beszámolókból gyakran külön adták meg a társulat, illetve az MKFI csereviszonyosainak számát (velük az Intézet a számára ingyen átengedett példányok segítségével bonyolította le a cserét, az Intézeten keresztül cserék száma az 1880-as évek elején már 100 volt. 1886-ban cserék, de ajándékozás útján is körülbelül 100 kötet meg fizet érkezett be „mely kiadványok legnagyobb része a fennálló szövetség értelmében a magy. kir. földtani intézet könyvtárában helyeztetett el; a megmaradt rész pedig a magy. kir. József-műegyetemen a lefolyt évben rendszeresített geológiai tanszék könyvtárában engedtetett át [17: 53]. A Közlöny kétnyelvűsége előnyösen hatott a cserekapcsolatokra („a külföldi társulatok mindinkább keresik velünk a szellemi összeköttetést” [18: 109]). 1904-ben a közgyűlésen elhangzott, hogy „csereviszonyunk növekedése legjobban bizonyítja azt, hogy Közlönyünk rendeltetésének megfelel, mert társulatunk egyetlen esetben sem maga kérte a csere megindítását” [34: 81]. A századfordulón a Társulat közvetlenül 70, az MKFI-n keresztül 100 partnerrel állt cserekapcsolatban. 1910-ben 200 cserepéldányt nyomtattak a Közlönyből [40: 215]. 1914-ben a Társulatnak 102, az Intézetnek 101 külföldi cserepartnere volt [45: 130]. 1915-ben már arról tudósított a titkár, hogy „a nagy külföldnek szóló cserepéldányokat egyelőre raktároztuk, minthogy a háború miatt még a semleges államokba való szétküldés is a legnagyobb nehézségekbe ütközik” [46: 29]. A választmány 1916. I. 5-én a MKFI átirata nyomán a Társulat az általa adminisztrált 96 csereviszonyos folyóirat kezelését átadta az Intézetnek azzal, hogy az a szükséges folyóiratokat tartsa meg a saját könyvtárában, a többi elsősorban a budapesti egyetemek földtani tanszékeinek küldje meg mint az MFT ajándékát. [46: 126–127, 47: 280–282].

Az 1919–1949 közti időszakból mindössze annyi információn

van a cserekapcsolatok lebonyolításának mikéntjéről, hogy az MKFI igazgatóságának 219/1933 sz. átirata szerint „a csereviszonyokat a jövőben az Intézet látja el”, amihez 150 kötet Közlönyt kértek, és cserébe 50-50 Évkönyvet és Évi Jelentést, illetve 10 példány *Geologica Hungarica*t adtak [VENDL 1958: 183]. Miután 1948 végén a Közlöny kiadása kikerült a Társulat kezéből, SZUROVY Géza titkár 1950-es közgyűlési beszámolójában sietett leszögezni, hogy „külföldi cserepéldányainkat továbbra is magunknak tartjuk fenn (...) A Földtani Közlöny egyetlen olyan szaklapunk, amelyért csereképpen biztosítani tudjuk hazai tudományunk részére a nélkülözhetetlenül szükséges szakirodalmat. Ezidőszerint 57 külföldi tudományos egyesülettel és intézménnyel állunk csereviszonyban és már többszáz könyvet, folyóiratot és monográfiát kaptunk csereképpen a Földtani Közlönyért. (...) Feltétlenül szükséges, hogy ezt a cserét, amely könyvtármányunk külföldi irodalommal történő gyarapításának ezidőszerint egyetlen járható útja, magunk intézzük.” Nem mulaszthatta el persze felhívni a figyelmet arra, hogy „mivel folyóiratunk csereként külföldre is kimegy, legnagyobb súlyt kell helyeznünk az éberség kérdésére. Szerzőinknek továbbra is gondosan kell ügyelniük arra, hogy közléseik semmiféle bizalmas adatot ne tartalmazzanak és minden tekintetben megfeleljenek népi demokráciánk követelményeinek” [80: 223]. A csere lebonyolítása valószínűleg ezidőtájt került az ELTE VADÁSZ Elemér vezette Földtani Tanszékének hatáskörébe. Ez VADÁSZ felelős szerkesztői megbízatásának vége (1967) után is így maradt, a tanszék a rendszerváltozás előtti időszakban 160 példányt kapott a Közlönyből, míg nem a postai díjak emelkedése, a tanszéki költségvetés csökkenése és a tanszéki könyvtárosoknak a leépítések miatti eltűnése a cserekapcsolatok 120 éves hagyományának is véget vetett.

Különlenyomatok

Bár már a 3. évfolyam egyik cikkéből ismeretes — talán a szerző költségén készült — különlenyomat, bizonyosan az 1875. II. 24-i választmányi ülés határozta el, hogy a „főbb cikkek szerzői” 25 különlenyomatot kapnak [5: 58]. A választmány 1911. V. 4-i ülésén úgy döntött, hogy különlenyomat csak a szerző kérésére nyomtatható, és ennek árával (egy ívíg 10 K, felette 20 K) a szerzői díjat csökkentik, de ennek fejében minden különlenyomat borítólappal készül [40: 382]. 1916-ban a borítólapot megszüntették [46: 130]. A Társulaton belül működő Barlangkutató Bizottság (majd szakosztály) közleményeit a Társulat ingyen nyomtatta, és belőlük 100 magyar és 50 német különlenyomatot is engedélyezett [41: 446]. Az 1916. IV. 5-i szabályzat ismét 50 ingyen különlenyomatot engedélyezett az eredeti értekezések számára borítólappal, a többinek anélkül. 1920. VI. 2-án a választmány úgy döntött, hogy „míg a nagy drágaság és anyagihiány tart, a Közlöny munkatársainak csak 25 példány különlenyomatot bocsát ingyen rendelkezésére és azokat is boríték nélkül” [50: 76]. Az 1920-as évek közepén ennek is csak a felét fizette a Társulat [55: B2], de 1927-ben már újfent azt jelenthették be, hogy „a helyzet lassú javulásával a t. szerzőknek 25 péld. különlenyomatot már ingyen adhatunk” [57: 87]. Nyomtatott információk hiányában a későbbiekre nézve csak annyi biztos, hogy — talán a „legsúlyosabb esztendőket” kivéve — a szerzők mindig kaptak különlenyomatokat. Ezek előállítását nagyban megkönnyítette, hogy minden egyes cikk 1949 [79] óta új oldalon, 1982 [112] óta pedig új lapon kezdődik. A különlenyomatokat a 32.-től a 72.-ig, majd a 82.-től a 119. évfolyamig borítóval is ellátták. A digitális kópiák (pdf) térnyerése miatt 2017 óta különlenyomatok még külön költségért sem igényelhetők. Eltörlésük előtt az utolsó időszakban cikkenként 25 db készült.

Szerzői tiszteletdíjak

A mai olvasónak talán meglepő, de a tudományos lapok sokáig szerzői honoráriumot is fizettek. E gyakorlat a Közlöny esetében — többnyire a Társulat anyagi helyzetének függvényében — rendkívül ingadozó volt. A választmány először 1874. XII. 27-én határozott a honoráriumok eltörléséről, már 1874-re visszamenőlegesen is [4: 312]. Később visszaállították a tiszteletdíjakat, melyek összességükben tekintélyes összegre rúgtak (például 1878-ban a Közlöny nyomdaköltsége 873 frt 10 kr, az írói díj 369 frt 65 kr volt [9: 56]). Ezért a kényelvtű kiadás bevezetésekor ismét megszüntették a honoráriumfizetést [9: 36]. 1883-ban újjólag bevezették, „az eredeti értekezések és a kivonatos ismertetések vagy tanulmányok nyomtatott ívenként 25 frtjával, a fordítások s más efféle közlemények 20 frtjával” díjaztattak [13: 69]. 1887-ben az államsegély rendszeresítésekor 25-ről 30 Ft-ra emelték az ívenkénti tiszteletdíjat [17: 234]. Később is ezek az összegek voltak érvényben (az 1 frt = 2 K egyenérték alapján átszorozva), de az angol, francia vagy olasz fordítást 40 helyett 50 K-val fizették [l. pl. 41: 375]. 1904-ben némi korlátozást vezettek be, mert egy évfolyamban ugyanazon szerzőnek egy tárgyról írott munkájáért csak két nyomtatott ív után járt tiszteletdíj, sőt ha a munka terjedelme ezt meghaladta, a két íven felüli rész nyomtatási költségét levonták a tiszteletdíjból [34: 250]. 1915. III. 3-án a háborús takarékosági kényszerre tekintettel a választmány felfüggesztette e szerzői díjak kiutalását, csak a fordítói díjakat fizette [45: 270–271], de az államsegély megérkezése után 1916. I. 1-i hatállyal visszaállították a honoráriumot [47: 279], a fordítói díjat pedig 1918. XI. 6-án 60 K-ra emelték [48: 400]. A későbbi időszakra vonatkozóan a Közlöny nem tartalmazott adatokat, de 1949 és 1990 között bizonyosan voltak olyan időszakok, amikor a Közlöny fizetett honoráriumot. A korszak végén már csak jelképesnek számító összeget utoljára a 120. évfolyam szerzői kapták meg.

Repertóriumok (mutató és regiszterkötetek)

Az R1-től R4-ig jelölt repertóriumok adatait I. a szakasz végén.

A Földtani Közlöny tartalmában történő, több szempont szerinti tájékozódást segítő mutatókból eddig négy kötet jelent meg, de ezek mindegyike csak egy időszakra terjedt ki — változó szerkezetben. Megjelenésük — érthető módon — mindig a Társulat (és így a Közlöny) anyagi gondoktól mentes, konszolidált időszakaihoz kötődött. Először az 1881. I. 16-i választmányi ülésen vetődött fel az, hogy tíz év után „a rendkívül fontos register készítése már szóba kerülhet” [FÉ.2: 40]. Az 1881. III.2-i választmányi ülésen STÜRZENBAUM Józsefet bízták meg azzal, hogy az 1881-ig megjelent összes kiadványra „a legalkalmasabb mód szerint három főcsoportra — név, tárgy és hely — osztott pontos registert készítené” [FÉ.2: 91–92] Az eredetileg a 11. évfolyamba szánt mutatót STÜRZENBAUM hirtelen halála miatt HALAVÁTS Gyula készítette el [23: 62, FÉ.3: 52], és végül az 1852–1882 periódust ölelte föl, PETHŐ Gyula első titkár előszava szerint azért, mert „1883-mal a Földtani Közlönynek mintegy új folyama indult meg” [R1: III]. Az 1 frt-ért árult kiadványból [R1] 600 példányt adtak ki, melyből az MKFI 100-at kapott [14: 572], a társulati tagoknak 1885 elején küldték ki tagilletményként [16: 57]. Benne az előző után az MFT kiadványainak felsorolása következik, majd a Társulati ügyek (tematikus bontásban), a Névmutató (mely valójában a közlemények szerzői ábécé szerinti címjegyzéke), Helymutató (pontosabban helynévmutató), Őslénytani mutató, végül Tárgymutató (ásvány- és kőzetnevek, földtani terminusok és egyéb címszavak). A mutatók a címszavak után végig a megfelelő kötet- és oldalszámot adják meg.

A következő repertórium [R2] elkészítésének ötlete 1901-ben merült fel, amikor a vezetőség ráébredt, hogy 1900-ban elfelejtette megünnepelni a Társulat fennállásának 50 éves jubileumát. A javaslatot KRENNER József tette a jubileum esetleges utólagos megünnepelésének ügyében tartott 1901. V. 8-i választmányi ülésen [31: 168]. A munkával CHOLNOKY Jenőt bízták meg. Az előzőhöz amúgy meglehetősen hasonló jellegű kötet szerkezete annyiban eltér elődjétől, hogy kimaradt belőle a társulati ügyek mutatója, és a korábbi tárgymutató kettéoszlott. Ennek megfelelően az öt rész a következő: I. A közlemények szerzői ábécé szerinti címjegyzéke. II. Földrajzi mutató (valójában helynévmutató), III. Tárgymutató, IV. Ásvány- és kőzetnévmutató, V. Paleontológiai mutató. A címszavakhoz itt is kötet- és oldalszámok tartoznak. E kiadvány elkészülése is késlekedett (I. [32: 69], [33: 77]), végül 1903 első felében jelent meg.

1926-ban a Társulat elnöke felvetette, hogy „nagy hiányt pótolna a Földtani Közlöny mutatójának elkészítése is, mert 1900 óta, tehát 26 éve, nem jelent meg, ami felette megnehezíti az irodalom felkeresését. Egyelőre nincsen rá fedezetünk, de e kérdést is állandóan felszínen tartjuk, s amint lehetséges, megjelentetjük” [57: 87]. Végül erre 1961-ig kellett várni, ekkor jelent meg az 1901–1960 közti [31–90] évfolyamokra kiterjedő regiszterkötet [R3]. A BODA Jenő, KASZAP András és LENGYEL Endre által összeállított kötetet VÉGH Sándorné szerkesztette. Mintájául a MÁFI 1955-ben megjelent, saját kiadványaihoz készített betűrendes mutatót vették. Az 1961-es regiszterkötetben a korábbi mutatókhoz képest a legfontosabb különbség, hogy a szerzői ábécé szerinti (sorszámozott) címjegyzék (I. rész) után tárgynevek és szakaszok helyett — nyilván a hatalmas, 60 évfolyamnyi anyag miatt — szakmai témakörök szerinti mutató következik (II. rész), mely nem kötet- és oldalszámokra, hanem a címjegyzék sorszámaira utal vissza. Hasonlóképpen, helynévmutató helyett a szakmai mutató „regionális földtan” szakcsoportja (a 4. oldal térképvezetékkel feltüntetett) földtani tájak szerinti beosztás szerint csoportosítva sorolja föl az adott területre vonatkozó közlemények sorszámát. A III. rész (Társulati élet és egyebek) is tematikus bontásban tartalmazza a közleményeket, de itt már a kötet- és oldalszámokkal, hiszen az ide sorolt tartalmak a cím szerinti listába általában nem illettek bele. Ide tartozik az „Irodalom”, „Hírek”, „Hivatalos közlemények a Földtani Intézetből”, „Hírek, vegyesek”, illetve név szerinti ábécérendben a személyeket érintő cikkek, a „Jubileumi ünneplések”, a „Nekrológok; Emlékbeszéd, megemlékezések”, valamint a Szabó József-emlékéremmel kapcsolatos közlemények. A mutató 250 példányban jelent meg.

1977-ben az elnökség és a választmány elhatározta a Közlöny új regiszterkötetének kiadását [107: 254]. A negyedik — és máig utolsó —, DOBOS Irma és MOLNÁR József által összeállított, MEISEL Jánosné által szerkesztett kötet [R4] az 1961–1975-ös időszakot [91–115] öleli fel, és bizonyos mértékig ötvözi az előző regiszterek megoldásait. A sorszámozott címjegyzék után egy háromrészes „Szakmai mutató” következik Tárgymutató, Földrajzi mutató és Szerzői névmutató beosztással, ezek — [R1]-hez és [R2]-höz hasonlóan — címszavakat tartalmaznak, viszont a címszavak után kötet- és oldalszámok helyett — [R3]-mal egyezően — a vonatkozó cikkek címjegyzékbeli sorszámai találhatók. A következő fejezetek viszont, amelyek a címjegyzékbe általában be nem sorolható közleményekre vonatkoznak, természetesen e mutató is már a közlemény kötet- és oldalszámát adja meg. Az „Irodalom” fejezet a magyar földtani irodalom évenként közölt jegyzékének e bibliográfiai adatait tartalmazta, majd a „Személyi ügyek” fejezetben a különböző fokozatú tudományos minősítések, a jubileumi köszöntések, illetve a nekrológok és

megemlékezések bibliográfiai adatai következtek az érintett személy neve szerint, időrendben. A „Társulati élet” fejezet csak a közgyűlési anyagok adatait tartalmazza, majd a „Hírek” fejezet a személyi hírek bibliográfiai adatait, szintén az érintett személy neve és évszám szerint, majd az egyéb hírekét, azok jellegének megadása nélkül, időrendi sorrendben.

[R1] A magyarhoni Földtani Társulat 1852–1882. évi összes kiadványainak betűsoros tartalom-mutatója. Összeállította HALAVÁTS Gyula. / General-Index sämtlicher Publicationen der Ung. Geolog. Gesellschaft von den Jahren 1852–1882. Franklin-Társulat Könyvnyomdája, Budapest, 1884.

[R2] Mutató a Földtani Közlöny XIII—XXX. kötetéhez. Összeállította CHOLNOKY Jenő dr. / General-Register zu den Bänden XIII—XXX. des Földtani Közlöny (Geologische Mitteilungen). Zusammengestellt von Dr. E. von Cholnoky. Franklin-Társulat Nyomdája, Budapest, 1903.

[R3] Földtani Közlöny. Regiszter kötet 1900 [*recte*: 1901] – 1960. Összeállították: BODA Jenő, KASZAP András, LENGYEL Endre. Szerkesztette: VÉGH Sándorné. Magyar Földtani Társulat, Budapest, Akadémiai Nyomda, 1961.

[R4] Földtani Közlöny. Regiszter kötet 1961–1975. Összeállította: Dr. DOBOS Irma, MOLNÁR József. Szerkesztette: MEISEL Jánosné. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, Alföldi Nyomda, 1981.

Emlékezés Dr. Kaszap Andrásra

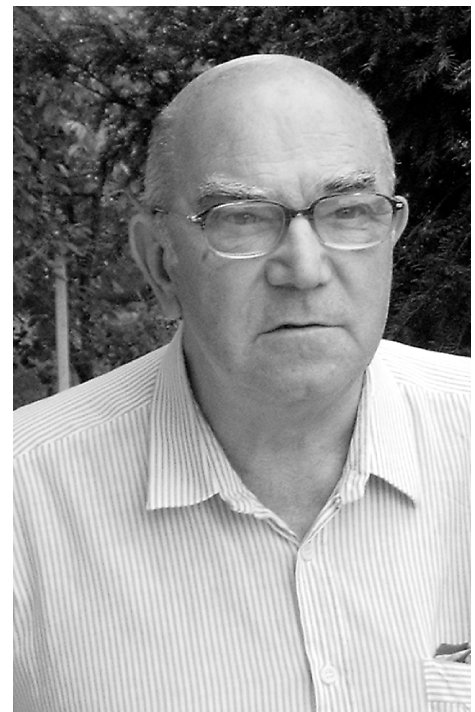
KECSKEMÉTI TIBOR

Dr. KASZAP Andrásra, Társulatunk emlékgyűrűs tiszteleti tagjára emlékezem. Földtani munkássága nagyjából három szakmai területre és három időszakaszra tagolható.

1956–1967 között az ELTE TTK Földtani Tanszékén tanársegéd, majd adjunktus. A diploma megszerzése után VADÁSZ Elemér professzor meghívta tanszékére. Tudományos témájául a Villányi-hegység jura képződményeinek vizsgálatát jelölte ki. Az itteni jura dogger (főként a bath és callovi), valamint a malm rétegeit vizsgálta intenzíven. A témakörből 12, főként a Földtani Közlönyben megjelent dolgozatot írt, melyek rétegtani következtetései az ammoniteszek vizsgálatán alapszanak. Kutatásai nyomán rögtön számottevő eredmények születtek. A bath–callovi vizsgálatok eredményei bekerültek az 1959-ben hazánkban rendezett Nemzetközi Mezozoos Konferencia előadási programjába. Az előadás anyaga megjelent a MÁFI Évkönyve 49. kötetében 1961-ben. Villányi kutatásainak helytállóságát és időtállóságát jelzi, hogy az újabb vizsgálatok is támaszkodnak KASZAP András korai megállapításaira. Itt elég csak VÖRÖS Attila akadémikus 2010-es munkájának hivatkozásait megemlíteni. Elsőként foglalkozott itthon mikrofácies-elemzéssel. Új módszereket is alkalmazott, így fotométeres és termolumineszcenciás vizsgálatokat. S figyelemre méltó: dolgozatot írt a földtan tanítási módszereiről, valamint a balatonrendesi permről előkerült *Korynichnium sphaerodactylum* őshüllő lábnyomáról. Erre a periódusra esik az 1966-ben végzett kilencnapos mongóliai földtani térképező munkája is. Több közleménye a geológia ásványinyersanyag-kutatásokban játszott fontosságát és eredményeit mutatta be a Bányászati és Kohászati Lapok hasábjain. A bányászok örömmel közölték ismertetéseit.

1967-ben megvált az egyetemről s egészen 1986-ig különböző vízügyi intézményekben dolgozik. Előbb az OVF Vízkészletgazdálkodási Központjában, majd a Fővárosi Fürdőigazgatóságnál, végül a periódus zárásaként a Pest Megyei Víz- és Csatornamű Vállalatnál különböző beosztásokban, a végén főgeológusként, főmérnökként. Itteni tevékenységében inkább az operatív és szolgáltatás jellegű feladatok kerültek előtérbe. Munkája főként a víztermelés, vízszabályozás, vízhasznosítás és vízminőség témakörére terjedt ki. Az ehhez kapcsolódó kutatási és állapotfelmérési eredményeit publikálta is. Közülük kiemelkedik a „Vízkihasználás és vízgazdálkodás” című, továbbá a margitszigeti új hévízkútról, valamint az Eocén program vízemelési tevékenységének a fővárosi fürdőkgyakorlat hatásáról szóló dolgozata. A „Vízkihasználás és vízbeszerzés”, valamint a „Gellért-hegyi forrásgaléria” c. munkája mindmáig alapmű. Utóbbit egy nemzetközi vízügyi rendezvény számára készítette.

Szakmai tevékenységének harmadik szakasza 1986-tól a nyugdíjba vonulásáig terjedt. Meg kell jegyezni: nyugdíjas éveiben is nagy kedvvel s jelentős hatékonysággal dolgozott, s vett részt a szakmai életben. A váltás oka: belefáradt a sok operatív, „add meg Uram Isten, de mindjárt” munkába, s ahogy Ő mondta „mérsékelt tempójú” munkahely után tájéko-



1934–2018

zódott. Kapóra jött a Művelődési Minisztérium egy akkori igénye, mely szerint természettudományos képzettségű, de humán érdeklődésű szakembert kerestek Közművelődési Főosztályukra. KASZAP András nagy általános műveltsége, különösen az antikvitás terén, szinte predesztinálta erre a munkakörre. Felvételt is nyert, s itt dolgozott 1990-ig felettesei legnagyobb elismerését kiváltva. Talán ez a jó híre is hozzájárult ahhoz, hogy 1990-ben a megnövekedett jelentőségű Egyházi Kapcsolatok Főosztályára helyezték miniszteri főtanácsosi rangban. Ez az időszak már a tudománytörténeté, az ismeretterjesztésé, de leginkább a Földtani Közlönyé, melynek szerkesztését már 1983-tól végezte.

Tudománytörténeti munkáját főként a Tudománytörténeti Szakosztályban, melynek több cikluson át vezetője tagja volt, fejtette ki. Ez irányú munkássága felsorolhatatlan mennyiségű cikket és előadást jelent. Spektruma lexikon címszavak írásától a méltatásokon, megemlékezéseken, tudományfilozófián át az intézmény- és szakmatörténetig terjed. Az ismeretterjesztést közel 100 cikkel és előadással főként a TIT-ben, annak lapjaiban, ill. szakosztályaiban végezte a legmagasabb szinten.

A Társulatban és a Társulatért, melynek 1956-tól tagja volt, legkiemelkedőbb munkáját a Földtani Közlöny technikai szerkesztőjeként fejtette ki. A cikkek fogadásától a lektorokhoz való eljuttatásig, a képszerkesztéstől a korrektúráig, a levelezéstől a szerkesztő bizottsági és nyomdai előkészítő munkáig mindent egyedül végzett több mint egy évtizeden át (1983–1991 és 1995–1997 között). Akkor még nem volt mindennapi eszköz a számítógép, így a szerkesztést, ahogy Ő mondta, manufaktúrális módszerrel végezte kitűnő szinten, a szerzők meglepedésére. A szerkesztésen kívül vezette és készítette a Társulat „Hírek és mozgalmak”, valamint a hazai „Éves bibliográfia” rovatát. Utóbbiakkal a Társulat történetének forrásértékű sorozatát, valamint a hazai földtani publikációk lehető teljes könyvészeti segédletét hozta létre. A Társulatért végzett munkája elismeréseként a Közgyűlés 1991-ben Társulati emlékgyűrűt adományozott neki, 2015-ben pedig áldozatos és rendkívül értékes életműve elismeréseként tiszteleti tagjai közé emelte.

Személyében nagy felkészültségű, kiváló tudományos invencióval és eredményekkel rendelkező, a humaniorákban is otthonosan mozgó, ritka magas erkölcsiségű Tagtársat, Kollégát, Barátot veszítettünk el.

Egy külföldön élő, közelmúltban elhunyt gimnazista osztálytársam minden levelét ezzel fejezte be: „A jövő fényes!” Bízunk benne, hogy Kaszap András barátunk már ebben fényes jövőben létezik.

Lux perpetua luceat ei!

Dr. KASZAP András tudományos és ismeretterjesztő publikációi

1957

KASZAP A. 1957: Curtis sziget halálos aranyvize. — *Élet és Tudomány* **12/5**, Melléklet.

1958

KASZAP A. 1958: Dogger rétegek újabb feltárása a Villányi-hegységben — *Földtani Közlöny* **88/1**, 119–121.

1959

KASZAP A. 1959: Néhány szempont a latin nyelv oktatásához. — *Felsőoktatási Szemle* **8/3**, p. 182.

KASZAP A. 1959: Dogger rétegek a Villányi-hegységben — *Földtani Közlöny* **89/3**, 262–269.

KASZAP A. 1959: A felszínformáló erők működése 1957-ben. — *Földrajzi Közlemények* **7(83)/4**, 384–385.

KASZAP A. 1959: Észak-alaszkai eszkimók között. — *Élet és Tudomány* **14/4**, p. 127.

KASZAP A. 1959: Ősmaradványokkal díszített kőkorszakbeli cserépedények. — *Élet és Tudomány* **14/14**, p. 446.

KASZAP A. 1959: Hamisított kőületek. — *Élet és Tudomány* **14/27**, p. 368.

KASZAP A. 1959: Parvati istennő nyelve. — *Élet és Tudomány* **14/36**, p.1151.

1960

KASZAP A. 1960: Fotométeres színvizsgálatok a lábatlani juraszelvényen. — *Földtani Közlöny* **90/1**, 114–119.

KASZAP A. 1960: Fotométeres színvizsgálatok a lábatlani juraszelvényen. — *Műszaki Élet* **15/8**, p. 14.

KRIVÁN P. & KASZAP A. 1960: A külföldi cseregyakorlatok a geológusképzésben. — *Felsőoktatási Szemle* **9/5**, 319–322.

KASZAP A. 1960: A süllyedő México. — *Élet és Tudomány* **15/27**, p. 863.

KASZAP A. 1960: Geológus nők (A nőmozgalom 50 éves). — *Egyetemi Lapok* **2/14**, p. 3.

KASZAP A. 1960: Az Egyetemi Földtani Intézet 15 éve. Kiegészítő jegyzetek a jubileumi kiállításhoz. — *Egyetemi Lapok* **2/19**, p. 6.

1961

KASZAP A. 1961: Bath-kallóvi rétegek a Villány-hegységben — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49/2** (magy. vált.), 523–527.

KASZAP A. 1961: Die Bath-Kallov-Schichten in dem Villányer Gebirge (Batszko-kellovejszkie szloi v villan'szkih gorah). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **49/2** (német, francia, orosz vált.), 659–664.

KASZAP A. 1961: A felszínformáló erők működése 1958-ban. — *Földrajzi Közlemények* **9(85)/1**, 93–95.

- KASZAP A. 1961: Energiagazdálkodás Olaszországban. — *Földrajzi Közlemények* **9(85)/2**, 193–194.
 KASZAP A. 1961: Kanada urániumtermelése. — *Földrajzi Közlemények* **9(85)/3**, 272–273.
 KASZAP A. 1961: *Kincskeresés a Föld mélyén*. — A TIT Földtan–Geofizikai Szakosztálya kiadása, Budapest, 19 p.
 BODA J., KASZAP A. & LENGYEL E. 1961: *Földtani Közlöny Regiszter. 1901–1960*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 140 p.

1962

- KASZAP A.: A felszínformáló erők működése 1959-ben — *Földrajzi Közlemények* **10(86)/2**, 216–219.
 KASZAP A.: A Villányi-hegység malm rétegeinek mikrofaciás-vizsgálata. — *Földtani Közlöny* **92/1**, 61–68.
 KASZAP A. 1962: Peru ásványi kincsei. — *Bányászati Lapok* **95/3**, p. 178.

1963

- KASZAP A. 1963: A felszínformáló erők működése 1960-ban. — *Földrajzi Közlemények* **11(87)/1**, 90–93.
 KASZAP A. 1963: A felszínformáló erők működése 1961-ben — *Földrajzi Közlemények* **11(87)/4**, 375–377.
 KASZAP A. 1963: A dél-baranyai mezozóos szigettrögök. — *Földtani Közlöny* **93/4**, 440–450.
 KASZAP A. 1963: . Investigations on the microfacies of the Malm Beds of the Villány Mountains — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Geologica* **6**, 47–54.

1964

- KASZAP A. 1964: Dogger koproplitok a Villányi-hegységéből. — *Földtani Közlöny* **94/2**, 247–249.
 KASZAP A. 1964: A felszínformáló erők működése 1962-ben. — *Földrajzi Közlemények* **12(88)/4**, 376–380.
 FÉLSZERFALVI J., KASZAP A. & MUCSI O. 1964: Termolumineszcencia jelenségének földtani alkalmazása. — *Földtani Közlöny* **94/4**, 452–458.

1965

- KASZAP A. 1965: A felszínformáló erők működése 1963-ban. — *Földrajzi Közlemények* **13(89)/3**, 286–291.

1967

- KASZAP A. 1967: A felszínformáló erők működése 1964-ben — *Földrajzi Közlemények* **15(91)/3**, 271–275.
 KASZAP A. 1967: A szicíliai kénbányászat I. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/9**, p. 588.
 KASZAP A. 1967: A szicíliai kénbányászat II. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/9**, p. 590.
 KASZAP A. 1967: A szicíliai kénbányászat III. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/9**, p. 603.
 KASZAP A. 1967: Vasérc I. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/9**, p. 603.
 KASZAP A. 1967: Vasérc II. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/9**, p. 607. p.
 KASZAP A. 1967: Uránérc a tőkés világban. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/10**, p. 718.
 KASZAP A. 1967: Egyiptom bányászata I. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/12**, p. 807.
 KASZAP A. 1967: Egyiptom bányászata II. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **100/12**, p. 815.

1968

- KASZAP A. 1968: Korynichium sphaerodactylum (Pabst) a balatonrendesi permben. — *Földtani Közlöny* **98/3–4**, 429–433.

1970

- ALTNÓDER A. & KASZAP A. 1970: Vízkészlet és vízbeszerzés Szarvason. — *Vízkészletgazdálkodási Évkönyv 1968*, 168–176.
 KASZAP A. 1970: Lenin és a földtan. — *Föld és Ég* **5/1**, p. 2.
 KASZAP A. 1970: Magyarország vízföldtani vázlata. — In: *A fürdő-kultúra fejlesztése*. Tanfolyami jegyzet. I. kötet. — MTESZ Magyar Hidrológiai Társaság kiadványa, Budapest, 72–80, 367.

1972

- ALTNÓDER A. & KASZAP A. 1972: Vízkészlet és vízbeszerzés Szarvason. — *Hidrológiai Közlöny* **52/1–2**, 16–22.

1973

- KASZAP A. 1973: Ékkövek és babonák. — *Föld és Ég* **8/5**, 146–147.
 KASZAP A. 1973: A hazai hévízbeszerzés lehetőségei. — In: *Hévízművek üzeme*. OVH–VIKÖZ, Budapest, 28–46.
 KASZAP A. 1973: Földtani segédanyag az Országjárás-vezetők Kézikönyvéhez I. Dunántúl. A TIT Központi kiadványa, Budapest, 38 p. (a kötetben szétszórva jelent meg)

1974

- KASZAP A. 1973: Földtani kiegészítés az Országjárás-vezetők Kézikönyvéhez. A TIT Központi kiadványa, Budapest, 44 p. (a kötetben szétszórva jelent meg)

1975

- KASZAP A. 1975: *A természeti kincsek nyomában. Világunk 6*. — A TIT Központi Kiadványa, Budapest, 52 p.

1976

- KASZAP A. 1976: A mélységi vízkutatás helyzete a Börzsöny hegységben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1973-ról*, 63–70.
 KASZAP A. 1976: A Börzsöny hegység vízföldtana. — OVH VIKÖZ, Budapest, 372 p.
 KASZAP A. 1976: A természeti kincsek és az emberi történelem. — *Föld és Ég* **11/3**, 74–76.
 KASZAP A. 1976: Hogyan keletkeztek ásványi kincseink? — *Föld és Ég* **11/5**, 139–141.
 KASZAP A. 1976: A varázsvesszőtől a modern kutatási eszközökig — *Föld és Ég* **11/6**, 168–171.

1977

- KASZAP A. 1977: A Föld ásványi nyersanyagai. — In: TV Egyetem, Változó világ II. A változó Föld. — RTV Minerva, Budapest, 89–101.
 KASZAP A. 1977: A kőzetek szerepe az ember életében. — *Föld és Ég* **12/4**, 100–103.
 KASZAP A. 1977: Hagyományos alapanyagaink. — *Föld és Ég* **12/6**, 162–165.

1978

- KASZAP A. 1978: Mennyi ideig elegendő a Föld természeti kincse. — *Föld és Ég* **13/6**, 168–172.

1979

- KASZAP A. 1979: A fővárosi fürdők vízellátásának védelme az „eocén-program” keretében. — *Hidrológiai Tájékoztató* **19/1**, 21–23.

1980

- KASZAP A. 1980: Új hévízkút a Margitszigeten. — *Hidrológiai Tájékoztató* **20/2**, 24–26.
 KASZAP A. 1980: Egy kutató emlékére (Alfred Wegener 1880–1930). — *Föld és Ég* **15/11**, 340–342.
 KASZAP A. 1980: Józsa István emlékezete (1897–1979). — *Földtani Közlöny* **110/1**, 112–113.
 KASZAP A. 1980: Fővárosunk hévízeinek eredete. — In: VITÉZ A. (szerk.): *Budapest gyógyfürdői és fürdői*. Panoráma, Budapest, 11–25.

1981

- KASZAP A. 1981: A budapesti melegforrások és az ún. „eocénprogram” kapcsolata. — *Földrajzi Közlemények* **29(105)/2**, 140–145.

1982

- KASZAP A. 1982: Semsey Andor, a magyar földtan mecénása. — *Földtani Tudománytörténeti Évkönyv* **10**, 265–280.
 KASZAP A. 1982: Ékkövek és babonák. — In: *Lányok könyve*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 264–268.

1983

- KASZAP A. 1983: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1982. — *Földtani Közlöny* **113/4**, 365–386.

1984

- KASZAP A. 1984: Bolívar és Dél-Amerika. — *Föld és Ég* **19/1**, 11–14.
 KASZAP A. 1984: Svájci számokban (1982). — *Föld és Ég* **19/4**, p. 151.
 KASZAP A. 1984: Varga Imre 1931–1982. — *Földtani Közlöny* **114/1**, 123–124.
 KASZAP A. 1984: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1983. — *Földtani Közlöny* **114/4**, 439–471.

1985

- KASZAP A. 1985: A 20. századi magyar földtan kiválósága: Vadász Elemér. — *Természet Világa: természettudományi közlöny* **116/3**, 139–140.
 KASZAP A. 1985: Vadász Elemér (1885–1970). — *Föld és Ég* **20/4**, p. 99.
 KASZAP A. 1985: A mélytengeri mangángumók elterjedése. — *Föld és Ég* **20/9**, p. 282.
 KASZAP A. 1985: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1984. — *Földtani Közlöny* **115/4**, 399–440.
 KASZAP A. 1985: Dr.h.c. Vadász Elemér születésének centenáriuma. — *Földtani Közlöny* **115/4**, 443–444.

1986

- KASZAP A. 1986: Lényegesen más volt a Föld négy milliárd évvel ezelőtt? — *Föld és Ég* **21/3**, p. 94.
 KASZAP A. 1986: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1985. — *Földtani Közlöny* **116/4**, 393–431.
 KASZAP A. 1986: Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen végzett geológusok 1949–1984. — *Földtani Közlöny* **116/1**, 25–30.

1987

- KASZAP A. 1987: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1986. — *Földtani Közlöny* **117/4**, 385–425.
 KONONOV, V. I., POLJAK, B. G., BERRI, I. L. & KASZAP A. 1987: Ivanov Valerij Vladimirovics (1900–1987). — *Földtani Közlöny* **117/4**, 426–428.

1988

- KASZAP A. 1988: Az ismeretterjesztő szakkörök. — *Népművelés* **35/5**, 21–22.
 KASZAP A. 1988: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1987. — *Földtani Közlöny* **118/4**, 371–428.

1989

- KASZAP A. 1989: Varga Imréné (1932–1987). — *Földtani Közlöny* **119/1**, 72–73.
KASZAP A. 1989: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1988. — *Földtani Közlöny* **119/4**, 396–430.

1990

- KASZAP A. 1990: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1989. — *Földtani Közlöny* **120/3–4**, 275–326.

1991

- KASZAP A. 1991: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1990. — *Földtani Közlöny* **121/1–4**, 173–220.
KASZAP A. 1991: Joó Tibor 1929–1991. — *Földtani Közlöny* **121/1–4**, 221–222.
KASZAP A. 1991: Dr. Dank Viktorné sz. Dévényi Magda 1927–1992. — *Földtani Közlöny* **121/1–4**, 222–223.

1993

- KASZAP A. 1993: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1991. — *Földtani Közlöny* **123/2**, 209–255.
KASZAP A. 1993: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1992. — *Földtani Közlöny* **123/3**, 311–362.

1994

- KASZAP A. 1994: A magyar földtani irodalom jegyzéke, 1993. — *Földtani Közlöny* **124/4**, 499–552.

1996

- KASZAP A. 1996: In memoriam Szabó Péter (1934–1995). — *Földtani Közlöny* **126/1**, 131–132.
KASZAP A. 1996: Kárpáti Lajos (1932–1995). — *Földtani Közlöny* **126/1**, 132–133.
KASZAP A. 1996: A magyar földtani irodalom repertórium, 1994. — *Földtani Közlöny* **126/4**, 485–587.

1998

- KASZAP A. 1998: Fejezetek egy apokrif geológia-történetből. — *Természet Világa: természettudományi közlöny* **129/Klnsz. 2**, 92–94.

2001

- KASZAP A. 2001: In memoriam Jaskó Sándor — *Földtani Közlöny* **131/1–2**, 1–9.

2010

- KASZAP A. 2010: Hol az a barlang? — *Karszt és Barlang* **2010/1–2**, p. 85.
KASZAP A. 2010: Emlékezés dr. Jaskó Sándor vízföldtani munkásságára születése 100. évfordulóján. — *Hidrológiai Tájékoztató* **50/1**, 12–13.

A fentiek mellett írt 64 recenziót és 96 híryanagot, rengeteg földtudományi tárgyú lexikon szócikket, valamint számos nem földtudományi jellegű rövidebb-hosszabb tanulmányt.

Szerkesztői előszó

A magyar geológia történetének kiemelt jelentőségű éve volt 2019. Ekkor ünnepeltük a Földtani Intézet alapításának 150. évfordulóját, amely Magyar Királyi Földtani Intézetként alakult meg, de története meghatározó időszakában a szakma számára az emblematis MÁFI-t (Magyar Állami Földtani Intézet) jelentette. A közelmúlt szervezeti átalakulásai és társintézmények összevonása során az Intézet előbb a Magyar Földtani és Geofizikai Intézetbe (MFGI), majd a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatba (MBFSZ) olvadt bele.

A Magyarhoni Földtani Társulat és testvérszervezete, a Magyar Geofizikusok Egyesülete — több rangos szakmai rendezvény mellett — közösen szervezett vándorgyűlésen emlékezett meg a Földtani Intézet alapításának 150 éves jubileumról Balatonfüreden, 2019. október 3–5. között.

A monarchia Földtani Intézete és a Magyarhoni Földtani Társulat között már a kezdetektől fogva szoros kapcsolat jött létre. A bécsi Geologischen Reichsanstalt első igazgatója és vezető geológusai igen aktívan és konstruktív módon támogatták a Társulat szakmai programjának kialakítását 1849–1850. során. Később, a kiegyezést követően a Földtani Társulat dolgozta ki azt a javaslatot, amelynek alapján 1968-ban létrehoztak egy földtani osztályt a Magyar Királyi Földművelés-, Ipar- és Kereskedelemügyi Minisztériumon belül. Ezután egy évvel később, 1869. június 18-án I. Ferenc József aláírta a Magyar Királyi Földtani Intézet, hazánk első tudományos kutatóintézetének alapító oklevelét. Ezzel a Társulat korábban felvállalt feladatai közül a legsúlyosabb, a földtani térképezés átkerült az újonnan létrehozott Földtani Intézet legfontosabb alaptervékenységei közé. A Társulat és a Földtani Intézet közötti gyümölcsöző és szoros kapcsolat megnyilvánulása volt az is, hogy az 1870-es években a Társulat az újonnan alakuló Intézetnek adományozta könyvtára teljes állományát, majd az 1880-as évektől kezdődően közel fél évszázadon keresztül közösen adták ki a Társulat szakmai folyóiratát, a Földtani Közlönyt.

A Stefánia úti, Lechner Ödön tervezte „ArtGeo” Palotában, 2019 június 21-én megrendezett jubileumi ünnepségre jelent meg a „150 éves a Földtani Intézet” című könyv Babinszki Edit szerkesztésében, amely az Intézet történetét, az alapítás óta érvényes szakmai feladatok végrehajtásának főbb eredményeit és az Intézet 120 éves épületét mutatja be. Az ünnepi eseményt megelőzően a jogutód Magyar Bányá-

Editorial preface

The year 2019 was one of outstanding importance in the history of Hungarian geology. It was then that the 150th anniversary of the establishment of the Geological Institute was celebrated. At the time of its foundation it was named Hungarian Royal Geological Institute, but later – in its determinative period – in professional circles it became better known as “MÁFI” — the acronym for the Geological Institute of Hungary. Due to recent organisational changes and the amalgamation of partner institutions “MÁFI” has been merged with the Geological and Geophysical Institute and later with the Mining and Geological Survey of Hungary.

Besides several prestigious events, the 150th anniversary of the setting up of the Geological Institute was commemorated in the frame of an Itinerant Conference organised in Balatonfüred by the Hungarian Geological Society and its sister organisation, the Association of Hungarian Geophysicists. This took place on October 3–5, 2019.

From the time of its inauguration, the Geological Institute of the Monarchy enjoyed a close relationship with the Hungarian Geological Society. The first director and the senior geologists of the Geologischen Reichsanstalt in Vienna constructively supported the elaboration of the Hungarian Geological Society’s scientific programme. Later, after the Austro-Hungarian Compromise of 1867 a proposal was made by the Hungarian Geological Society on the basis of which a geological department was established in the Hungarian Royal Ministry of Agriculture, Industry and Commerce. One year later, on 18th June 1869, the Deed of Foundation of the first scientific research institute in Hungary — the Hungarian Royal Geological Institute — was signed by Emperor Franz Joseph I. As a result of this, the most difficult and specialised activity of geological mapping became one of the main occupations of the newly-established Geological Institute. (Previously, this had been the responsibility of the Geological Society.) Thus began a fruitful and close relationship between the Geological Society and the Geological Institute. This was clearly demonstrated by the fact that in the 1870s the Society donated the entire stock of its library to the newly-founded Institute, and from the 1880s the Society’s scientific journal, the Bulletin, was published jointly by these organizations for nearly half a century.

The book 150 years of the Geological Institute of Hungary (edited by Edit BABINSZKI) was published for the anniversary celebration held in the “ArtGeo” Palace in Stefánia Road, Budapest on 21st June 2019, which was designed by the architect Ödön Lechner. The book presents the history of the Institute and its scientific work and main achievements since the establishment, as well as the 120-

szati és Földtani Szolgálat egész napos szakmai előadói napon mutatta be az intézmény közelmúltjának eredményeit, amellyel földtani–geofizikai válaszokat adhatunk korunk társadalmának a változó Földre és a változó geopolitikai kihívásokra vonatkozó kérdéseire.

Ezen ünnepi eseménysorozat lezárásaként a Magyarhoni Földtani Társulat a Földtani Közlöny ünnepi füzetével tiszteleg a Földtani Intézet megalapításának 150. évfordulója előtt. Az ebben szereplő szócikkek természetesen nem tudják bemutatni azt a hihetetlenül széles körű szakmai tevékenységet, amely az Intézet 150 éves múltját jellemzi, sőt a jelenben folyó kutatási spektrumnak is csak egyfajta reprezentatív mintáját jelenthetik. A jelen kiadványnak inkább tehát az a célja, hogy szemelvényeket mutasson be a Földtani Intézet jogutódjaként, a hazai földtudományi kutatás vezető intézményeként működő MBFSZ tevékenységi területeiről, kutatási eredményeiből.

Budapest, 2020. február 19.

BUDAI Tamás
vendégszerkesztő
a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke

MAROS Gyula
vendégszerkesztő
az Általános Földtani Szakosztály elnöke

year-old building of the Institute. Before the festive event of 2019 the legal successor of the Institute – the Mining and Geological Survey of Hungary – held a one-day conference highlighting the recent achievements of the Institute. The main focus of this high-profile gathering was on the most important geological–geophysical issues facing our planet and the associated geopolitical challenges.

On the occasion of the 150th anniversary of the inception of the Geological Institute, a celebration issue of the Bulletin has been published by the Hungarian Geological Society. Scientific publications, of course, cannot represent the wide-ranging and remarkably extensive scientific activity of the Institute's 150-year history; they reflect only a representative part of the scientific activity that has led to the current Geological research spectrum. The purpose of this publication is primarily to present excerpts from the activities and research results of the Mining and Geological Survey of Hungary. This is now the leading institution representing Hungary's research in the area of earth sciences and acts as the legal successor of the Geological Institute.

Budapest, 19 February 2020

*Tamás BUDAI
guest editor
President of the Hungarian Geological Society*

*Gyula MAROS
guest editor
President of the Section of General Geology*

Multiple fluid migration events and REE+Th mineralisation during Alpine metamorphism in the Sopron micaschist from the Eastern Alps (Sopron area, Western Hungary)

TÖRÖK, Kálmán

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, H–1143 Budapest, Stefánia út 14.
e-mail: torok.kalman@mbfsz.gov.hu

Fluidum migrációs események és RFF+Th ásványosodás a Soproni Csillámpala alpi metamorfózisa során

Összefoglalás

Petrográfia, ásványkémiai és fluidumzárvány-vizsgálatok segítségével négy fluidum migrációs eseményt rögzítettünk az alpi metamorfózis során az Alsó-Ausztróalpi-egységbe tartozó Soproni Csillámpala Formációban.

1. Turmalinosodás a metamorfózis csúcsa után nem sokkal ($T=560\text{--}610\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p=950\text{--}1230\text{ MPa}$).
2. A leukofilliteket létrehozó Mg-metaszomatózis, amely nyírási zónák mentén ment végbe a metamorfózis csúcsa után.
3. Lokális monacit, allanit, apatit, florencit, tórit és thorianit dúsulása kvarcerekben, illetve deformációs zónák mentén. A kvarcerekben szén-dioxidot is tartalmazó hipersalin vizes fluidumzárványokat találtunk, amelyekben Ca, K, Na, Cl, S, Mn és ritkaföldfémeket tartalmazó fázisokat észleltünk.
4. A retrográd metamorfózis késői szakaszához köthető másodlagos, kétfázisú, 25–28,5 m/m% sótartalmú vizes fluidumzárványok, melyek homogenizációs hőmérséklete 229,6–322 °C.

Tárgyszavak: fluidumzárvány, fluidummigráció, geotermo-barometria, RFF+Th ásványosodás, Kelet-Alpok

Abstract

Four fluid migration events have been recorded as having occurred during the Alpine metamorphism in the Sopron micaschist from the Grob gneiss series of the Lower Austroalpine Unit of the Eastern Alps near Sopron. In order to make these recordings mineral chemistry data were collected, and geotermo-barometry and fluid inclusion studies were employed. The four events can be summarised as follows:

1. Tourmaline mineralisation took place in quartz veins and to some extent in the host rock. Similar mineral compositions in the quartz–tourmaline veins and in the host rock show an equilibrium between the fluid and the host rock. Geotermo-barometry indicates temperatures between 560–610 °C and pressures of 950–1230 MPa for the formation of the quartz–tourmaline veins. These figures are the same as those determined for the P–T peak ($T=560$ and $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p=840\text{--}1230\text{ MPa}$).
2. Fluids caused Mg-metasomatism in the shear zones. This fluid invasion resulted in (i) the formation of leucophyllite in the shear zones and (ii) Mg-enrichment of some minerals (chlorite, muscovite, garnet) in the close vicinity of the shear zone. The effect of this fluid was confined to the shear zones and the neighbouring host rock.
3. The rock was infiltrated along the shear zones and quartz veins with CO_2 -bearing hypersaline fluids during retrograde metamorphism. The presence of this fluid is evidenced by secondary CO_2 inclusions and hypersaline aqueous fluid inclusions $\pm \text{CO}_2$. The aqueous fluid had high concentrations of Na, Ca, Fe, Al, Cl and contained moderate amounts of Mg, Zn, Ti, K, Mn, S and P. This fluid was the carrier of the REE and Th and locally precipitated florencite, monazite, allanite, apatite, thorite and thorianite in the shear zone. Traces of this mineralisation are found in the quartz–tourmaline veins, postdating the tourmaline mineralisation.
4. Late retrograde metamorphic fluid. This is represented by two phase (liquid+vapour) aqueous inclusions in the NaCl–CaCl₂–H₂O system, with a total salinity between 25% and 28.5% and homogenisation temperatures between 229.6 °C and 322 °C.

Keywords: fluid inclusions, fluid migration, geotermo-barometry, REE+Th mineralisation, Eastern Alps

Introduction

Metamorphic rocks in the eastern end of the Alps have been studied intensively over the last three decades. The metamorphic conditions were first thought to be upper greenschist – lower amphibolite facies (LELKES-FELVÁRI et al. 1984; KISHÁZI & IVANCSICS 1987, 1989). Later, high-pressure Alpine metamorphism ($P=1200\text{--}1400$ MPa, $T\approx 600$ °C) was reported in the orthogneiss (TÖRÖK 1996, 1998, DEMÉNY et al. 1997). This was followed by the recording of high-pressure Alpine metamorphism with similar P–T conditions ($P=1390\text{--}1470$ MPa, $T=550\text{--}600$ °C) for garnet–staurolite–chloritoid–kyanite-bearing micaschist, occurring around Óbrennberg (TÖRÖK 2003). However, the geothermo-barometric results of DRAGANITS (1998) on the Sopron micaschist in the Austrian part of the Sopron area indicated lower pressure conditions (550 ± 30 °C and 0.95 ± 0.15 GPa).

Previous petrologic and fluid inclusion studies on orthogneisses and cross-cutting leucophyllites indicated the occurrence of multiple Alpine fluid migration events, with medium salinity brines occurring around the pressure peak. A high salinity, composite (NaCl, CaCl₂, MgCl₂, etc.) retrograde aqueous fluid — which caused Mg-metasomatism (formation of leucophyllites) — and another fluid with an unknown composition, resulted in minor phosphate mineralisation; the latter involved Pb-bearing goyazite, Mg-rich lazulite and apatite in the gneisses and related leucophyllites (TÖRÖK 2001).

The main purpose of the present study is to determine the Alpine metamorphic fluid systems in the Sopron micaschist and associated leucophyllite and compare them with those described in the orthogneiss (TÖRÖK 2001). Textural analysis, mineral chemistry, fluid inclusion studies and geothermo-barometry were performed to determine (i) the sequence of minerals in the mineralisations, (ii) the extent of fluid-rock interaction, (iii) the formation conditions of the fluids and (iv) to link the fluid migration history with the metamorphic P–T evolution of the Sopron micaschist.

Geology of the study area

In the Sopron area metamorphic rocks belong to the Grob Gneiss unit of the Lower Austroalpine nappe system (TOLLMANN 1977). The main rock types comprise orthogneiss and garnet-bearing chlorite–muscovite schist, which is called Sopron micaschist (Figure 1). The Sopron micaschist was intruded by a granitic precursor rock of the orthogneiss in the Hercynian (KISHÁZI & IVANCSICS 1985). Subordinately amphibolites, andalusite–sillimanite–biotite schist, kyanite–staurolite–chloritoid, and garnet-bearing and chloritoid–garnet-bearing micaschists also appeared. Kyanite-bearing, Mg-chlorite–muscovite–quartz schists — so-called leucophyllites — also emerged in the shear zones, cross-cutting both the gneisses and the micaschists.

The metamorphic history of the area is complex. Andalusite–sillimanite–biotite schist near Óbrennberg was preserved with an exceptional pre-Alpine low-pressure/high-temperature ($P=240\text{--}380$ MPa $T=650\text{--}700$ °C) mineral assemblage (with sillimanite, andalusite, corundum, spinel, garnet and biotite); furthermore, a pre-Alpine medium grade and medium pressure ($P=860\text{--}1060$ MPa, $T=615\text{--}666$ °C) overprint occurred (TÖRÖK 1999). Most of the rocks of the Sopron area show evidence of an Alpine high-pressure overprint (TÖRÖK 1996, 1998, 2001, 2003);

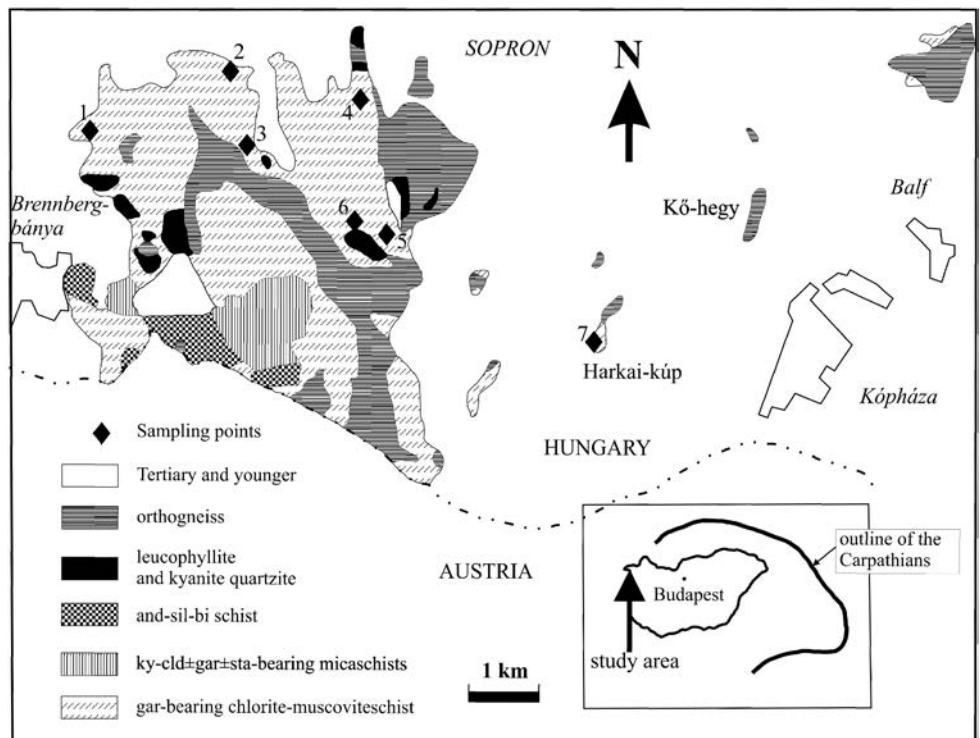


Figure 1. Geological sketch map of the Sopron area after KISHÁZI & IVANCSICS (1989) with the sampling points (diamonds)

1. Hermes-hegy – micaschist; 2. Vöröshid quarry – micaschist; 3. Tolvaj-árok – quartz–tourmaline vein in micaschist; 4. Gloriette quarry – micaschist; 5. Füzes-árok – micaschist; 6. Füzes-árok – leucophyllite with REE and Th mineralisation; 7. Harkai-csúcs – micaschist with quartz–tourmaline veins

1. ábra. Vázlatos földtani térkép a Sopron környéki metamorfotokról KISHÁZI ÉS IVANCSICS (1989) nyomán. A mintavételi pontokat rombuszokkal jelöltük

1. Hermes-hegy – csillámpala; 2. Vöröshidi-kőfejtő – csillámpala; 3. Tolvaj-árok – kvarc–turmalin ér csillámpalában; 4. Gloriette kőfejtő – csillámpala; 5. Füzes-árok – csillámpala; 6. Füzes-árok – leukofillit RFF+Th ásványosodással; 7. Harkai-csúcs – csillámpala kvarc–turmalin erekkel

however, this is not the case with the andalusite–sillimanite–biotite schist. The oldest age of the rocks was determined on the basis of the biotites of the andalusite–sillimanite–biotite schist by BALOGH & DUNKL (2005); they used a K–Ar method and found them to be from the Carboniferous (328.5–319.5 Ma). A similar age (about 300 Ma) was given by NAGY et al. (2002) using a monazite Th–U–total Pb age determination. This was followed by a Permo-Triassic (272–236 Ma) HT/LP metamorphism determined from the same rock type (BALOGH & DUNKL 2005). The age of the Alpine high-pressure metamorphism was between 76 and 71 Ma (BALOGH & DUNKL 2005). Similar ages were determined in other rocks from the neighbouring Austroalpine units (e.g. THÖNI 1999, SCHUSTER & THÖNI 2001). So far the metamorphic rocks from the Sopron area are the only Alpine high pressure ones to have been recognised in the Lower Austroalpine Unit in the eastern part of the Eastern Alps. Other Alpine high-pressure rocks – namely, eclogites – were described only from the Middle Austroalpine Koralpe, Saualpe and the Siegraben unit (e.g. MILLER 1990, GREGUREK et al. 1997, NEUBAUER et al. 1999).

Leucophyllites (Mg-chlorite–muscovite–quartz schists with or without kyanite) are special rock types occurring in the Eastern Alps (PROCHASKA et al. 1997 and references therein). These occur as metasomatic veins cross-cutting both gneisses and micaschists. The formation of leucophyllites in the Sopron area has been attributed to metasomatism, caused by highly saline aqueous fluids present during the Alpine retrograde metamorphism (P=700–1050 MPa, T=550–600 °C; TÖRÖK 2001). For the formation of leucophyllites from the Austrian part PROCHASKA et al. (1997) obtained lower P–T conditions (T=450–500 °C, P= 800–1000 MPa) on the basis of stable isotope and fluid inclusion data.

Sample description

The studied Sopron micaschist consists of mainly quartz, chlorite, muscovite, paragonite, garnet, and ± biotite ± chloritoid ± plagioclase. The schistosity is marked by large (up to 300 µm) chlorite and muscovite ± biotite flakes. Fine-grained albite–muscovite–paragonite–quartz aggregates occur frequently and are interpreted as pseudomorphs after staurolite. These pseudomorphs occasionally contain biotite, monazite and post-tectonic chloritoid. Chloritoid with chlorite was also found as inclusions in garnet. Garnet occurs as large (up to 3–4 mm) rounded, and zoned porphyroblasts or as small post-tectonic idioblasts. Large porphyroblasts contain mostly quartz inclusions but some of them may also contain chlorite, chloritoid, biotite, ilmenite and tourmaline. Biotites have been more or less altered to chlorite. Unaltered biotite can be found only in the less retrograded samples and sometimes as an inclusion in garnet. Tourmaline, monazite, allanite, apatite, zircon, rutile and ilmenite occur as accessories. Amongst the accessories, tourmaline is the

most abundant and can be quite frequent (up to 5–8%) in some samples.

Tourmaline and rutile-bearing quartz veins can also be found associated with the Sopron micaschist. These veins contain quartz and tourmaline ± muscovite ± chlorite ± garnet ± plagioclase ± rutile. Tourmaline and garnet grew together, as is indicated by the tourmaline–garnet intergrowths. Most of the quartz–tourmaline veins are highly deformed, and this is demonstrated by the broken tourmaline grains and the ribbon-structured quartz. The quartz–tourmaline vein from the Füzés-árok contains allanite; this allanite fills the space between the tourmaline grains and idioblastic, undeformed prismatic apatite. These apatites may contain small (2–10 µm) anhedral allanite inclusions. SPRÁNITZ et al. (2018) described and characterised several types of tourmaline-rich rock types related to the gneisses, micaschists and leucophyllites present in the Sopron Mts.

Leucophyllite samples from the Füzés-árok contain three types of REE, Th and P mineralisations; these were first described by FAZEKAS et al. (1975).

1. Florencite mineralisation in leucophyllite. Florencite contains variable amounts of Th; this produces either inhomogeneous spotted arrangements (*Figure 2A*) or spectacular zoning (*Figure 2B*) in back-scattered electron images. Cheralite inclusions and cross-cutting veins also appear in florencite (*Figure 2A, B*). FAZEKAS et al. (1975) also described lazulite as part of this assemblage.

2. Monazite-apatite (±thorite and thorianite) mineralisation in paragonite-bearing leucophyllite. Monazite forms skeletal crystals which have been overgrown by apatite (*Figure 2C*). These skeletal crystals mimic the shape of the zoned florencite. Both monazite and apatite overgrow the rock-forming kyanite and Mg-chlorite. The textural relationship between the two minerals suggests that the monazite formed first. Thorite and thorianite can be found as inclusions in monazite but are rare in apatite. The mineral composition of the host rock differs from the first type, because most of the muscovites have been replaced by paragonite (*Figure 2D*). FAZEKAS et al. (1975) described monazite as having partially or fully replaced florencite.

3. Allanite–apatite mineralisation in quartz–tourmaline veins from the Füzés-árok. Allanite fills the space between tourmaline grains (*Figure 2E*). Allanite can also be observed as an inclusion in idioblastic apatite crystals, which indicates that the apatite was the last to be crystallised. A summary of the sequence of minerals in REE- and Th-mineralised shear zones and quartz–tourmaline veins is given shown in *Table 1*.

Analytical methods

The chemistry of the rock-forming minerals was determined by an AMRAY 1810I scanning electron microscope equipped with an EDS detector. (This was carried out at the Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös

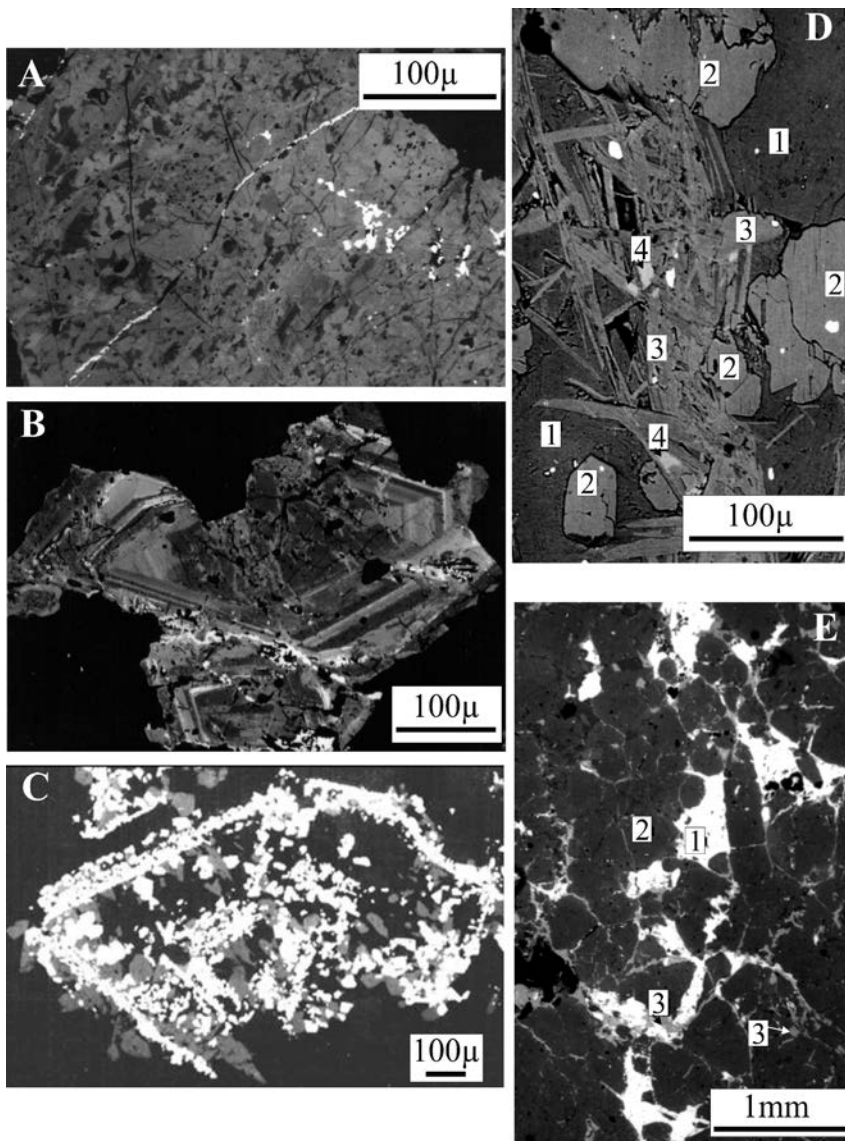


Figure 2. Back-scattered electron images of the relevant mineral and rock textures

A) Inhomogeneous florencite with cheralite inclusions (white spots) and veins from a florencite-type mineralisation of the leucophyllite; B) Zoned florencite with an inhomogeneous core cut by cheralite veins from a florencite-type mineralisation of the leucophyllite; C) Skeletal monazite (white) overgrown by apatite (grey) from the monazite-apatite-type mineralisation of the paragonite-bearing leucophyllite; D) Muscovite relics in paragonite from the monazite-apatite-type mineralisation of the paragonite-bearing leucophyllite. 1 - Mg-chlorite, 2 - kyanite, 3 - paragonite, 4 - muscovite; E) Allanite, filling the space between tourmalines from a quartz-tourmaline vein. 1 - allanite, 2 - tourmaline, 3 - chlorite

2. ábra. A fontosabb ásvány és kőzetcsöveti jelenségek visszaszórt elektronképeken

A) Inhomogén florencit cheralit zárványokkal (világos) és cheralit érrel leukofillitből; B) Zónás florencit inhomogén maggal és cheralit érrel leukofillitből; C) Monacit vázkristály (világos), melyre apatit nő (szürke) paragonitos leukofillitben; D) Muszkovit reliktum paragonitban a monacit-apatit ásványosodás mellékközetében a paragonitos leukofillitben. 1. Mg-klorit, 2. kianit, 3. paragonit, 4. muszkovit; E) A turmalin szemcsék közötti teret kitöltő allanit kvarc-turmalin érből. 1. allanit, 2. turmalin, 3. klorit

University, Budapest.) Natural and synthetic minerals were used as standards and ZAF correction was used during the calculation of mineral compositions.

Fluid inclusion measurements were made on a Chaix-Meca heating-freezing stage (this took place at the Department of Mineralogy of Eötvös Loránd University, Budapest). The equipment was calibrated with synthetic fluid inclusions and pure chemicals of known composition.

Mineral chemistry

White micas

Chemically, white micas are divided into paragonite and muscovite. Paragonite occurs in the albite-paragonite-muscovite aggregates or replaces muscovite in the paragonite-bearing leucophyllite with monazite-apatite type mineralisation. The latter has higher Mg/(Mg+Fe) ratios than those in the albite-paragonite-muscovite aggregates (Figure 3).

The Si-content of muscovites from the Sopron micaschist varies between 6.18 and 6.54 Si atoms p.f.u. with Mg/Mg+Fe values between 0.52 and 0.67 (Figure 3). The Si content and Mg/Mg+Fe values of muscovites in the quartz-tourmaline veins also fit in this range (6.24–6.44 Si atoms p.f.u. and 0.54–0.64, respectively). The maximum Si content of the muscovites is much lower than that in the surrounding orthogneisses (7.03 a.p.f.u.).

Muscovites in the mineralised samples of the paragonite-bearing leucophyllite differ chemically from those in the Sopron micaschist. The Si-content of muscovite relics in the paragonite-bearing leucophyllite with monazite-apatite mineralisation tends to be lower than that of the Sopron micaschist. It falls in the range between 6.01 and 6.25 Si atoms p.f.u. (Figure 3) at appreciably higher Mg/Mg+Fe values: i.e. between 0.82 and 0.96. These Mg/Mg+Fe values are similar to those of the muscovites of unmineralised leucophyllites from other micaschists and gneisses of the Sopron-area. (Figure 3). Representative white mica analyses from all rock types are shown in Table II.

Plagioclase

Plagioclase in the Sopron micaschists ranges from almost pure albite ($An_{1.7-2.4}$) in the plagioclase-paragonite-muscovite aggregates, to oligoclase (up to $An_{12.7}$) when in contact with garnet. Plagioclase in the quartz tourmaline veins is albitic ($An_{1.1-8.3}$) when in contact with garnet. The K-feldspar component is lower than 1%. Representative plagioclase analyses are shown in Table II.

Table I. Relative ages of minerals in the mineralised shear zones and veins (leucophyllite, paragonite-bearing leucophyllite and quartz-tourmaline veins)

I. táblázat. Az ásványosodott zónákban (leukofillit, paragonitos leukofillit, kvarc-turmalin ér) talált ásványok egymáshoz viszonyított képződési ideje

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|
| Mg-chlorite | | + | | | | |
| Kyanite | | + | | | | |
| Muscovite | + | + | | | | |
| Paragonite | | | | + | | |
| Florensite | | | + | | | |
| Apatite | | | | | | + |
| Monazite | | | | + | | |
| Allanite | | | | | + | |
| Tourmaline | + | | | | | |
| Garnet | + | | | | | |
| Plagioclase | + | | | | | |
| Chlorite | + | | | | | |

Garnet

Garnets in the Sopron micaschist occur in two different generations. The older one in the cores of some garnets has sharp contacts towards the overgrowth (Figure 4A); this is shown by the abrupt increase in grossular and decrease in almandine towards the rim. The composition of this older

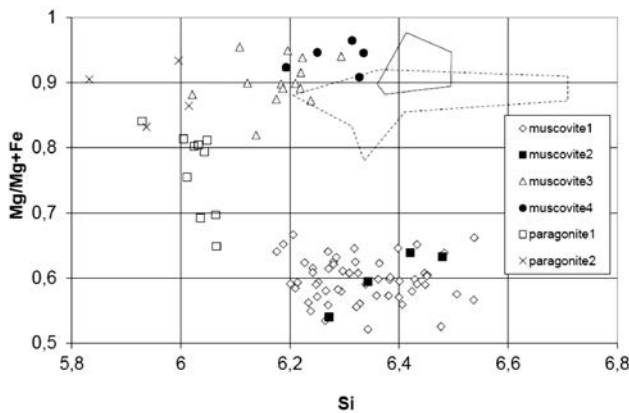


Figure 3. Si vs. Mg/Mg+Fe of white micas from the studied rocks

Legend: muscovite1 – muscovite in the garnet-bearing chlorite-muscovite schist; muscovite2 – muscovite in the quartz-tourmaline veins; muscovite3 – muscovite relics in the paragonite-bearing leucophyllite related with monazite-apatite type mineralisation; muscovite4 – muscovite in the leucophyllite from Füzesárók, related with florensite-type mineralisation; paragonite1 – paragonite in the muscovite-paragonite-albite aggregates in the Sopron micaschist; paragonite2 – paragonite in the leucophyllite related with monazite-type mineralisation

The area with dashed borders shows the compositional range of muscovites from leucophyllites in the gneisses (Török 2001). The other area with full borders shows the compositional range of muscovites in leucophyllite in the micaschists near Öbrennberg (Török 2003)

3. ábra. A vizsgált fehér csillámok összetétele Si-Mg/Mg+Fe diagramon

muskovit1 – muskovit a gránátos klorit-muskovitpalából; muskovit2 – kvarc-turmalin érből; muskovit3 – reliktumok a paragonitos leukofillitben; muskovit4 – a florencites ásványosodást hordozó füzes-árki leukofillitből; paragonit1 – muskovit-paragonit aggregátumokból a gránátos klorit-muskovitpalából; paragonit2 – a monacitos ércesedést hordozó leukofillitből

A szaggatott vonallal jelölt terület a gneiszekben levő leukofillitek muskovitjainak, az egybefüggő vonallal jelölt pedig az Öbrennberg környéki csillámpalákban levő leukofillitek muskovitjainak összetételét mutatja

Table II. Representative analyses of white micas and plagioclase. Cation numbers are on the basis of 22 O for micas and 8 O for plagioclase

II. táblázat. A fehér csillámok és plagioklászok reprezentatív összetétele. A kation-számokat a csillámok esetén 22, a plagioklász esetén 8 oxigénre számoltuk

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| SiO ₂ | 48.9 | 47.29 | 46.72 | 48.11 | 47.35 | 48.65 | 65.19 | 66.34 | 67.97 |
| Al ₂ O ₃ | 30.94 | 33.91 | 39.1 | 32.52 | 39.28 | 33.43 | 21.29 | 21.1 | 19.87 |
| TiO ₂ | 0.27 | 0.28 | b.d. | 0.15 | 0.1 | 0.11 | b.d. | b.d. | b.d. |
| FeO* | 1.83 | 1.71 | 0.25 | 1.73 | 0.14 | 0.2 | b.d. | b.d. | b.d. |
| MgO | 2.01 | 1.53 | 0.6 | 1.71 | 0.49 | 2.34 | b.d. | b.d. | b.d. |
| Na ₂ O | 1.26 | 1.29 | 7.1 | 1.45 | 6.79 | 0.38 | 10.56 | 10.73 | 11.47 |
| K ₂ O | 9.23 | 9.4 | 0.96 | 8.67 | 1.69 | 9.76 | b.d. | 0.1 | b.d. |
| CaO | b.d. | b.d. | b.d. | b.d. | 0.36 | b.d. | 2.39 | 1.76 | 0.23 |
| Sum | 94.44 | 95.41 | 94.73 | 94.34 | 96.2 | 94.87 | 99.43 | 100.03 | 99.54 |
| Si | 6.54 | 6.27 | 6.01 | 6.42 | 6.02 | 6.42 | 2.88 | 2.91 | 2.98 |
| Al | 4.88 | 5.3 | 5.92 | 5.11 | 5.88 | 5.2 | 1.11 | 1.09 | 1.03 |
| Ti | 0.03 | 0.03 | 0.0 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Fe ²⁺ | 0.21 | 0.19 | 0.03 | 0.19 | 0.02 | 0.02 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mg | 0.4 | 0.3 | 0.12 | 0.34 | 0.09 | 0.46 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Na | 0.33 | 0.33 | 1.77 | 0.38 | 1.67 | 0.1 | 0.91 | 0.91 | 0.98 |
| K | 1.57 | 1.59 | 0.16 | 1.48 | 0.27 | 1.64 | 0.0 | 0.01 | 0.0 |
| Ca | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.05 | 0.0 | 0.11 | 0.08 | 0.01 |
| Sumcat | 13.95 | 14.01 | 14.0 | 13.93 | 14.01 | 13.84 | 5.01 | 5.0 | 4.99 |

Legend: b.d.- below detection, FeO* total iron oxide expressed as FeO

1. Muscovite from the garnet-bearing chlorite-muscovite schist; 2. Fine-grained muscovite from a muscovite-paragonite-albite aggregate from the garnet-bearing chlorite-muscovite schist; 3. Fine-grained paragonite from the same place as “2”; 4. Muscovite from a garnet, chlorite and plagioclase-bearing quartz-tourmaline vein; 5. Paragonite from the leucophyllite; 6. Muscovite from the leucophyllite; 7. Plagioclase rim in contact with garnet from the garnet-bearing chlorite-muscovite schist; 8. Plagioclase rim in contact with garnet from a quartz-tourmaline vein; 9. Plagioclase rim in the garnet from the quartz-tourmaline vein.

Jelmagyarázat: b.d. - kimutatási határ alatt, FeO* - az összes vasat FeO formájában adtuk meg.

1. Muskovit a gránátos klorit-muskovitpalából; 2. Finom szemcsés muskovit a gránátos klorit-muskovitpalában található muskovit-paragonit-albit csomókból; 3. Finomszemcsés paragonit ugyanonnan, mint a „2”; 4. muskovit a gránátot, plagioklász és kloritot is tartalmazó kvarc-turmalinérből; 5. Paragonit leukofillitből; muskovit 6. leukofillitből; 7. Gránáttal kontaktusban levő plagioklász szegélye a gránátos klorit-muskovitpalából; 8. Gránáttal kontaktusban levő plagioklász szegélye kvarc-turmalinérből; 9. Gránátban zárnyékként levő plagioklász szegélyek kvarc-turmalinérből.

garnet generation (Alm_{77-79.5}Gro_{3.2-5}Spe_{8.2-10.2}Py_{7.8-9.6}Adr_{0-2.6}) is very close to that of the Ca-poor pre-Alpine garnet rims (Figure 5) from the andalusite-sillimanite-biotite schist of the Kovács-árok (Török 1999).

The composition and zoning of the young, Ca-rich rims — interpreted as an Alpine overgrowth — depends on whether plagioclase is present or absent in the rock during the growth of garnet.

1. When plagioclase is present in the sample the garnets have a relatively spessartine-rich core with an intermediate grossular content (Alm_{66.7-73.8}Gro_{8.4-13}Spe_{9.1-15.8}Py_{7.2-8}Adr_{0-4.5}). Chloritoid and chlorite inclusion-bearing cores (Figure 4B) are the richest in spessartine. The grossular component increases and the spessartine and almandine component decreases (Alm_{65.5-70.5}Gro_{16.3-20.7}Spe_{2.8-6.2}Py_{6.2-8}Adr_{0-5.3}) towards the rim. After this zone grossular and spessartine decrease towards the rim, while the almandine component increases. All rims are more calcic in the presence of plagioclase.

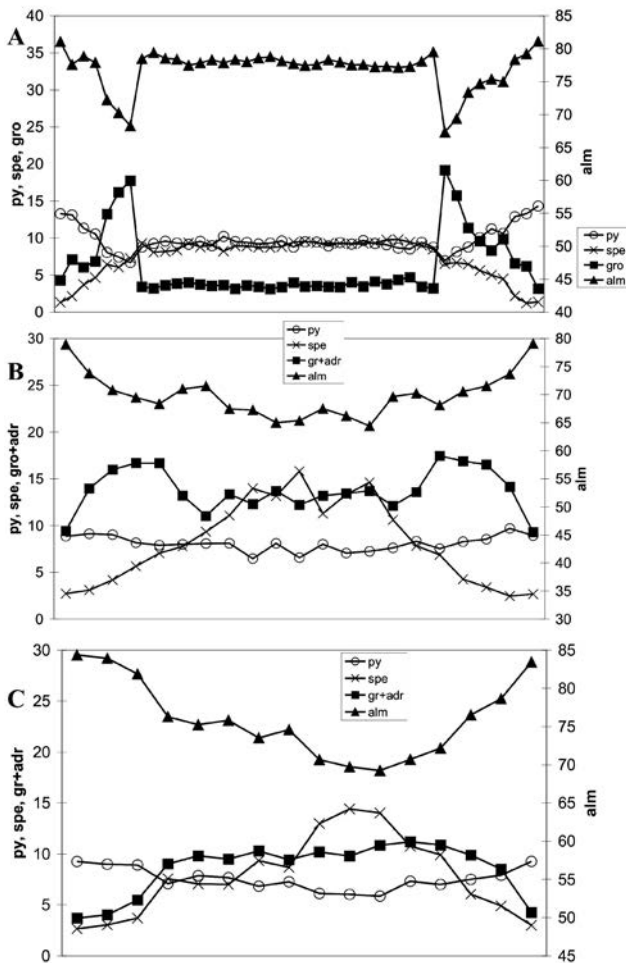


Figure 4. A) Garnet zoning from a plagioclase-free, garnet-bearing chlorite-muscovite schist with a pre-Alpine core and an Alpine rim. Dimension of the profile: 0.5 mm. B) Zoning of a garnet in association with plagioclase from the garnet-bearing chlorite-muscovite schist. The core of this garnet contains chloritoid and chlorite inclusions. Dimension of the profile: 370 μm . C) Garnet zoning from a plagioclase-free, garnet-bearing, chlorite-muscovite schist with a spessartine-rich and grossular-poor core. Dimension of the profile: 230 μm

4. ábra. A) Pre-alpi magvú, alpi szegélyű gránát zónássága plagioklásmentes gránátos klorit-muskovitpalából. A gránát átmérője 0,5 mm. B) Zónás gránát plagioklászt tartalmazó gránátos klorit-muskovitpalából. A gránát magjában klorit- és kloritoidzárványok figyelhetők meg. A gránát átmérője 370 μm . C) Zónás gránát plagioklás mentes gránátos klorit-muskovitpalából szesszartingazdag és grossulárszegény maggal. A gránát átmérője 230 μm

clase ($\text{Alm}_{71,6-79,5}\text{Gro}_{8,2-17,7}\text{Spe}_{1,5-3,3}\text{Py}_{8,3-10,1}\text{Adr}_{0-2,3}$), rather than less calcic (as is the case with $\text{Alm}_{84,3-81,1}\text{Gro}_{3,7-4,3}\text{Spe}_{1,3-2,7}\text{Py}_{9,3-13,3}$).

2. When plagioclase is absent, two types of Alpine garnet zoning can be observed, with different core compositions but similar rims (Figure 5). The main zoning trends — namely, with decreasing grossular and spessartine content, and increasing almandine and pyrope content from core to rim — are the same as in the first case. The first type (Figure 4A) has a core composition ($\text{Alm}_{67,3}\text{Gro}_{19,2}\text{Spe}_{6,5}\text{Py}_7$) comparable to the high-grossular intermediate zone of garnets (which coexists with plagioclase), while the second one (Figure 4C) has a spessartine-rich and grossular-poor core ($\text{Alm}_{69,3}$

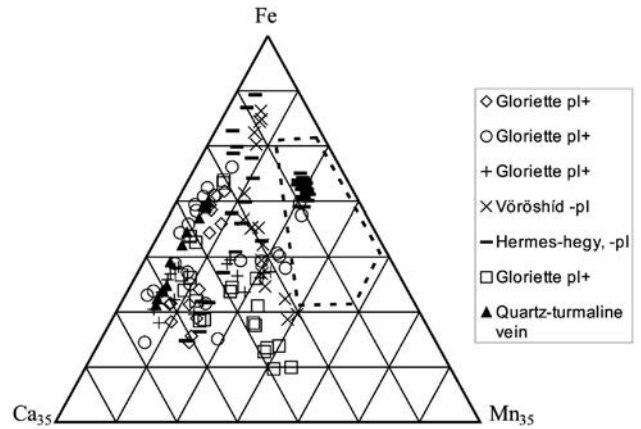


Figure 5. Garnet compositions in the Fe-Ca₃₅-Mn₃₅ triangle in the garnet-bearing, chlorite-muscovite schist samples and quartz-tourmaline veins

The different symbols show traverses from different garnets. The area marked with broken lines shows the composition of pre-Alpine garnets from the andalusite-sillimanite-biotite schist of the Kovács-árok, near Öbrennberg

5. ábra. A gránátos klorit-muskovitpalából és a kvarc-tourmalinerekből származó gránátok összetétele a Fe-Ca₃₅-Mn₃₅ háromszög diagramban

A különböző jelek, különböző szemcsékben mért profilokat mutatják. A szaggatott vonallal jelölt terület az Öbrennbergi andaluzit-sillimanit-biotit csillámpalában mért pre-alpi gránátok összetételét mutatja

$\text{Gro}_{6,8}\text{Spe}_{14,0}\text{Py}_{5,9}\text{Adr}_{4,0}$). The rim compositions are similar ($\text{Alm}_{81,1}\text{Gro}_{4,3}\text{Spe}_{1,3}\text{Py}_{13,3}$ and $\text{Alm}_{84,3}\text{Gro}_{3,7}\text{Spe}_{2,7}\text{Py}_{9,3}$).

The composition of garnets in the quartz-tourmaline veins is similar to that of the garnets in the Sopron micaschist; the latter coexists with plagioclase without the spessartine-rich core. The zoning trend is simple with decreasing grossular and increasing almandine (core: $\text{Alm}_{71,2}\text{Gro}_{19,6}\text{Spe}_{2,6}\text{Py}_{6,6}$; rim: $\text{Alm}_{76,8}\text{Gro}_{12,7}\text{Spe}_{2,4}\text{Py}_{8,1}$). Representative garnet analyses are shown in Table III.

Biotite, chlorite, chloritoid

Biotites occur in less retrograded samples. Fe/Fe+Mg (between 0.52 and 0.6) and Ti (between 0.14 and 0.21 a.p.f.u.) ratios are restricted compared to their Al₄ content (between 2.23 and 2.64 a.p.f.u.). Representative biotite analyses are shown in Table IV.

Chlorite compositions depend on rock types. Magnesian chlorites ($\text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe}=0.92$) were found in the leucophyllites. Chlorites of the Sopron micaschist and tourmaline-quartz veins are richer in Fe with mg#, the ratios being between 42 and 54, and 38 and 41, respectively (Table IV).

Chloritoids were found only in the Sopron micaschists. The Mg/Fe ratio ranges between 0.171 and 0.303 (Table IV).

Geothermo-barometry

Several methods were used to obtain estimates for the P-T conditions. In most cases garnet rims were measured on the basis of the contacting assemblage. Biotite inclusions in high-Ca garnet zones, and a chlorite inclusion in the Mn and

Table III. Representative garnet analyses from the the garnet-bearing chlorite-muscovite schist and from the quartz-tourmaline vein. Garnet cation numbers are calculated on the basis of 12 O**III. táblázat.** Reprezentatív gránát elemzések agránátos klorit-muskovitpalából és a kvarc-turmalinéből. A gránát kationszámokat 12 oxigénre számoltuk

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| SiO ₂ | 37.35 | 37.45 | 37.7 | 36.98 | 36.75 | 36.95 | 37.59 | 38.67 | 37.41 |
| Al ₂ O ₃ | 20.75 | 20.89 | 20.92 | 20.41 | 20.21 | 20.51 | 21.21 | 21.63 | 21.26 |
| MgO | 2.04 | 2.19 | 1.54 | 2.2 | 1.48 | 1.82 | 1.78 | 1.62 | 2.24 |
| FeO* | 34.9 | 32.41 | 30.96 | 37.53 | 31.37 | 29.86 | 34.11 | 30.79 | 34.24 |
| CaO | 3.2 | 5.69 | 7.17 | 1.37 | 3.34 | 4.48 | 3.92 | 6.61 | 1.09 |
| MnO | 1.43 | 1.26 | 1.67 | 1.31 | 6.22 | 5.35 | 1.02 | 1.11 | 3.45 |
| Sum: | 99.67 | 99.89 | 99.96 | 99.8 | 99.37 | 98.97 | 99.63 | 100.43 | 99.69 |
| Si | 3.02 | 3.01 | 3.02 | 3.01 | 3.01 | 3.01 | 3.03 | 3.06 | 3.02 |
| Al | 1.98 | 1.98 | 1.98 | 1.96 | 1.95 | 1.97 | 2.01 | 2.02 | 2.03 |
| Mg | 0.25 | 0.26 | 0.18 | 0.27 | 0.18 | 0.22 | 0.21 | 0.19 | 0.27 |
| Fe ₂ | 2.36 | 2.18 | 2.08 | 2.56 | 2.15 | 2.04 | 2.3 | 2.04 | 2.31 |
| Ca | 0.28 | 0.49 | 0.62 | 0.12 | 0.29 | 0.39 | 0.34 | 0.56 | 0.09 |
| Mn | 0.1 | 0.09 | 0.11 | 0.09 | 0.43 | 0.37 | 0.07 | 0.07 | 0.24 |
| Sumcat | 7.99 | 8.0 | 7.99 | 8.01 | 8.01 | 8.0 | 7.96 | 7.93 | 7.96 |
| Adr | 0.0 | 0.27 | 0.0 | 1.03 | 2.15 | 0.21 | 0.11 | 0.0 | 0.0 |
| Py | 8.29 | 8.81 | 6.21 | 8.99 | 6.04 | 7.46 | 7.32 | 6.67 | 9.26 |
| Spe | 3.3 | 2.88 | 3.82 | 3.04 | 14.43 | 12.47 | 2.38 | 2.6 | 8.1 |
| Gro | 9.35 | 16.19 | 20.77 | 2.99 | 7.65 | 13.0 | 11.59 | 19.57 | 3.24 |
| Alm | 79.07 | 71.85 | 69.2 | 83.94 | 69.74 | 66.86 | 78.71 | 71.16 | 79.41 |

Legend: Adr = andradite, Py = pyrope, Spe = spessartine, Gro = grossular, Alm = almandine, FeO* total iron oxide expressed as FeO.

1. Ca-poor edge of a garnet from the garnet and plagioclase-bearing chlorite-muscovite-quartz schist from the sample G1-8; 2. Ca-rich rim of a garnet from the same sample; 3. Core of the same garnet; 4. Rim of a garnet from the garnet-bearing chlorite-muscovite schist from the VH-6 sample (lacking plagioclase); 5. Core of the same garnet; 6. Garnet core with chloritoid and chlorite inclusions (G1-6 sample); 7. Garnet rim from the quartz-tourmaline vein; 8. Core of the same garnet; 9. Pre-alpine garnet core from the the garnet-bearing, chlorite-muscovite schist.

Jelmagyarázat: Adr = andradit; Py = pirop; Spe = szpesszartin; Gro = grosszular; Alm = almandin; FeO* - az összes vasat FeO formájában adtuk meg

1. Ca-szegény gránát szegély a GL-8-as plagioklászttal is tartalmazó gránátos klorit-muskovitpalából; 2. Ca-gazdag gránát szegély ugyanaból a mintából; 3. A „2.” gránát magja; 4. Gránát szegély a VH-6-os plagioklászttal nem tartalmazó gránátos klorit-muskovitpalából; 5. A „4.” gránát magja; 6. Klorit és kloritoidzárnyos gránát magja; 7. Gránát szegélye kvarc-turmalinéből; 8. A „7.” gránát magja; 9. Pre-alpi gránát szegély a gránátos klorit-muskovitpalából.

Ca-rich garnet core were also measured together with the surrounding garnet. In order to obtain both P and T, plagioclase-bearing assemblages were the preferred ones. In the respective cases of biotite, free samples of garnet-phengite (GREEN & HELLMAN, 1982) and garnet-chlorite (DICKENSON & HEWITT, 1986), thermometers were used with a garnet-muscovite-plagioclase-quartz geobarometer (HODGES & CROWLEY 1985). A garnet-biotite geothermometer (FERRY & SPEAR 1978 calibration with the garnet model of BERMAN 1990) and a garnet-biotite-plagioclase-muscovite geothermobarometer (HODGES & CROWLEY 1985) were used in the case of biotite-bearing samples.

The three applied thermometers were tested against each other in the case of the plagioclase-free VH-6 sample. As can be seen in Table V, the temperature agreement is quite good between the respective calibrations of the three thermometers.

Table IV. Representative biotite, chlorite and chloritoid analyses. biotite and chlorite cation numbers are calculated on the basis of 22 O, and chloritoid cation numbers are on the basis of 12 O**IV. táblázat.** Reprezentatív biotit, klorit és kloritoid elemzések. A biotit és klorit kationszámokat 22, a kloritoidot pedig 12 oxigénre számoltuk

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 36.93 | 36.9 | 25.65 | 26.24 | 24.77 | 29.08 | 29.33 | 24.76 | 25.03 |
| Al ₂ O ₃ | 17.36 | 17.08 | 22.46 | 22.21 | 22.63 | 25.61 | 24.06 | 39.12 | 40.75 |
| TiO ₂ | 1.28 | 1.47 | b.d. | b.d. | b.d. | b.d. | b.d. | b.d. | b.d. |
| FeO* | 20.91 | 20.01 | 27.94 | 26.06 | 28.35 | 4.38 | 6.8 | 24.47 | 23.0 |
| MgO | 9.75 | 10.44 | 13.36 | 15.48 | 11.0 | 29.04 | 28.58 | 3.07 | 3.7 |
| MnO | 0.0 | 0.0 | b.d. | b.d. | 0.1 | b.d. | b.d. | 0.3 | 0.05 |
| K ₂ O | 8.56 | 8.54 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Na ₂ O | 0.34 | 0.39 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Sum | 95.13 | 94.83 | 89.41 | 89.99 | 86.85 | 88.11 | 88.77 | 91.72 | 92.53 |
| Si | 5.63 | 5.63 | 4.2 | 4.23 | 4.2 | 4.25 | 4.32 | 2.06 | 2.05 |
| Al | 3.12 | 3.07 | 4.34 | 4.22 | 4.52 | 4.42 | 4.17 | 3.84 | 3.92 |
| Ti | 0.15 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Fe ₂ | 2.67 | 2.55 | 3.83 | 3.51 | 4.02 | 0.54 | 0.84 | 1.71 | 1.57 |
| Mg | 2.22 | 2.37 | 3.26 | 3.72 | 2.78 | 6.33 | 6.27 | 0.38 | 0.45 |
| Mn | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.01 | 0.0 | 0.0 | 0.02 | 0.0 |
| K | 1.67 | 1.66 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Na | 0.1 | 0.12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sumcat | 15.55 | 15.56 | 15.63 | 15.67 | 15.54 | 15.54 | 15.6 | 8.01 | 7.99 |

Legend: b.d. = below detection, n.a. = not analysed, FeO* total iron oxide expressed as FeO.

1. Biotite from the garnet-bearing, chlorite-muscovite schist; 2. Biotite inclusion in a high Ca garnet zone from garnet-bearing, chlorite-muscovite schist; 3. Chlorite from the same sample. 4. Chlorite inclusion in garnet associated with chloritoid; 5. Chlorite from a quartz-tourmaline vein; 6. Chlorite from the paragonite-bearing leucophyllite; 7. Chlorite from the leucophyllite; 8. Chloritoid inclusion in garnet core associated with chlorite; 9. Chloritoid in a paragonite-muscovite-albite-biotite aggregate from the garnet-bearing, chlorite-muscovite schist.

Jelmagyarázat: b.d. = kimutatási határ alatt; n.a. = nem elemzett; FeO* - az összes vasat FeO formájában adtuk meg.

1. Biotit a gránátos klorit-muskovitpalából; Biotit zárvány a nagy Ca-tartalmú gránát zónából; 3. Klorit, ugyanaból a mintából; 4. Klorit zárvány a gránát magjából, kloritoiddal társulva; 5. Klorit kvarc-turmalinéből; 6. Klorit paragonitos leukofillitből; 7. Klorit leukofillitből; 8. Kloritoidzárnyos gránát magjából klorittal társulva; 9. Kloritoid muskovit-paragonit-albit csomóból.

Some of the garnets contain chlorite and chloritoid inclusions within this Mn-rich core. The garnet-chlorite thermometry of the G1-6 sample gives temperatures of 456, 464 and 472 °C at pressures of 700, 1000 and 1300 MPa, respectively (Table V) for the garnet core with chloritoid and chlorite inclusions. Such garnets with chloritoid inclusions are described by WANG & SPEAR (1991) from a Barrovian-metapelitic sequence. They suggest a reaction took place, in which chloritoid, biotite and quartz were broken down to form garnet, muscovite and chlorite. This reaction would explain the predominance of chlorite and muscovite over biotite in the samples.

Garnet-biotite thermometry carried out on the biotite inclusions and the high-Ca garnet zone gives 583–591 °C at 700 MPa, 597–605 °C at 1000 MPa, and 610–619 °C at 1300 MPa (Table V).

Temperatures obtained from garnet rims vary between

Table V. Summary of geothermo-barometric calculations on different samples

V. táblázat. A geotermo-barometriai számítások összefoglalása

| Sample | Gar-bi thermometer with gar-bi-pl-mu barometer | Gar-phe thermometer with gar-mu-pl-q barometer | Gar-chl thermometer with gar-mu-pl-q barometer | Gar-bi thermometer | Gar-chl thermometer |
|--|--|--|--|--|--|
| GI-6 | | 600–630 °C and 1040–1190 MPa | 535–605 °C and 840–1120 MPa | | |
| GI-6 chlorite inclusion in high-Mn garnet core | | | | | 448 °C at 400 MPa, 456 °C at 700 MPa, 464 °C at 1000MPa, 472 °C at 1300MPa |
| GI-5 | | 560–620 °C and 850–1130 MPa | 595–620 °C and 970–1120 MPa | | |
| GI-5 biotite inclusion in high-Ca gar core | | | | 569–577 °C at 400 MPa, 583–591 °C at 700 MPa, 597–605 °C at 1000MPa, 610–619 °C at 1300MPa | |
| GI-8 (high-Ca garnet rim) | 540–605 °C and 930–1220 MPa | | | | |
| GI-8 (lower Ca garnet rim) | 570–590 °C and 840–940 MPa | | | | |
| VH-6 | | | 552–577 °C at 400 MPa, 567–593 °C at 700 MPa, 583–608 °C at 1000MPa, 599–621 °C at 1300MPa (gar-phe thermometer only!) | 547–569 °C at 400 MPa, 559–582 °C at 700 MPa, 572–594 °C at 1000MPa, 585–606 °C at 1300MPa | 544–583 °C at 400 MPa, 553–592 °C at 700 MPa, 562–602 °C at 1000MPa, 571–612 °C at 1300MPa |
| q-tourmaline vein | | 560–610 °C and 950–1230 MPa | | | |

540 and 630 °C. The pressures show greater variations (between 840 and 1230 MPa), depending on the Ca-content of the garnet rim and the contacting plagioclase. These P-T data are in good agreement with the data of DRAGANITS (1998) with reference to the Austrian part of the Sopron micaschist (550 ± 30 °C, 0.95 ± 0.15 GPa).

A combination of garnet-phengite thermometry with garnet-muscovite-plagioclase-quartz barometry in quartz-tourmaline veins produced results of 560–610 °C and 950–1230 MPa. The summary of the geothermo-barometric results are given in *Table V*.

Fluid inclusions

All fluid inclusions were found in quartz veins and segregations of the Sopron micaschist, and in the quartz veins with florencite-type mineralisation in the leucophyllite. The quartz veins are parallel with the schistosity or, in rare cases, cross-cut it. The observed inclusions are all in secondary trails and these cross-cut the grain boundaries. Some of the trails can be followed across the entire thin section and they contain a lot of decrepitated inclusions. The latter are mostly dark and have a decrepitation halo of small fluid inclusions around the former inclusion. Some of the inclusion trails cross-cut thin tourmaline-bearing veinlets within the quartz vein; this indicates that these fluids post-date the formation of the quartz-tourmaline veins.

Three types of fluid inclusions can be observed in the quartz veins:

Type 1. Monophase CO₂ inclusions are found in the quartz veins of the micaschist, and in the quartz veins with florencite mineralisation in the leucophyllites. The size of

the inclusions does not exceed 10–15 µm. The shape of the CO₂ inclusions can be of a more or less rounded, negative crystal-like form, or irregular. The CO₂ inclusions were exclusively found in association with multiphase hypersaline inclusions, with or without CO₂ in the secondary inclusion trails. Most of the inclusions contain a minor aqueous phase. Dark, amoeboid, decrepitated CO₂ inclusions were found very frequently. Melting points close to –56.6 °C (between –56.7 and –57.4 °C, see *Figure 6a*) show that the inclusions contain almost pure CO₂. The homogenisation temperatures range from –8.0 to +15.8 °C with a peak around –5 °C (*Figure 6b*).

Type 2. Multiphase, hypersaline aqueous inclusions with one or more solid daughter minerals. This type of inclusion is mainly found in the quartz veins associated with florencite-type mineralisation in leucophyllites; it was also observed in the matrix quartz grains of the Sopron micaschist, but these latter grains were too small to measure.

The shape of the inclusions is usually irregular or, in rare cases, tubular. The size of the inclusions extends up to 30–35 µm. Some of the inclusions contain a CO₂ bubble. When CO₂ is present, in most cases the aqueous phase/CO₂ ratio is highly variable; this indicates immiscibility between the two fluids. Usually there is only one soluble daughter mineral (S1; halite cube), but other unidentified insoluble solid daughter minerals may also be present. Decrepitation was observed in several cases, especially with respect to bigger inclusions.

The inclusions of this type have complex low temperature behaviour. During the cooling down of the inclusions, the change in the first phase is represented by the appearance of a solid soluble daughter mineral (S2), this usually occurs between –5 °C and –30 °C. The change

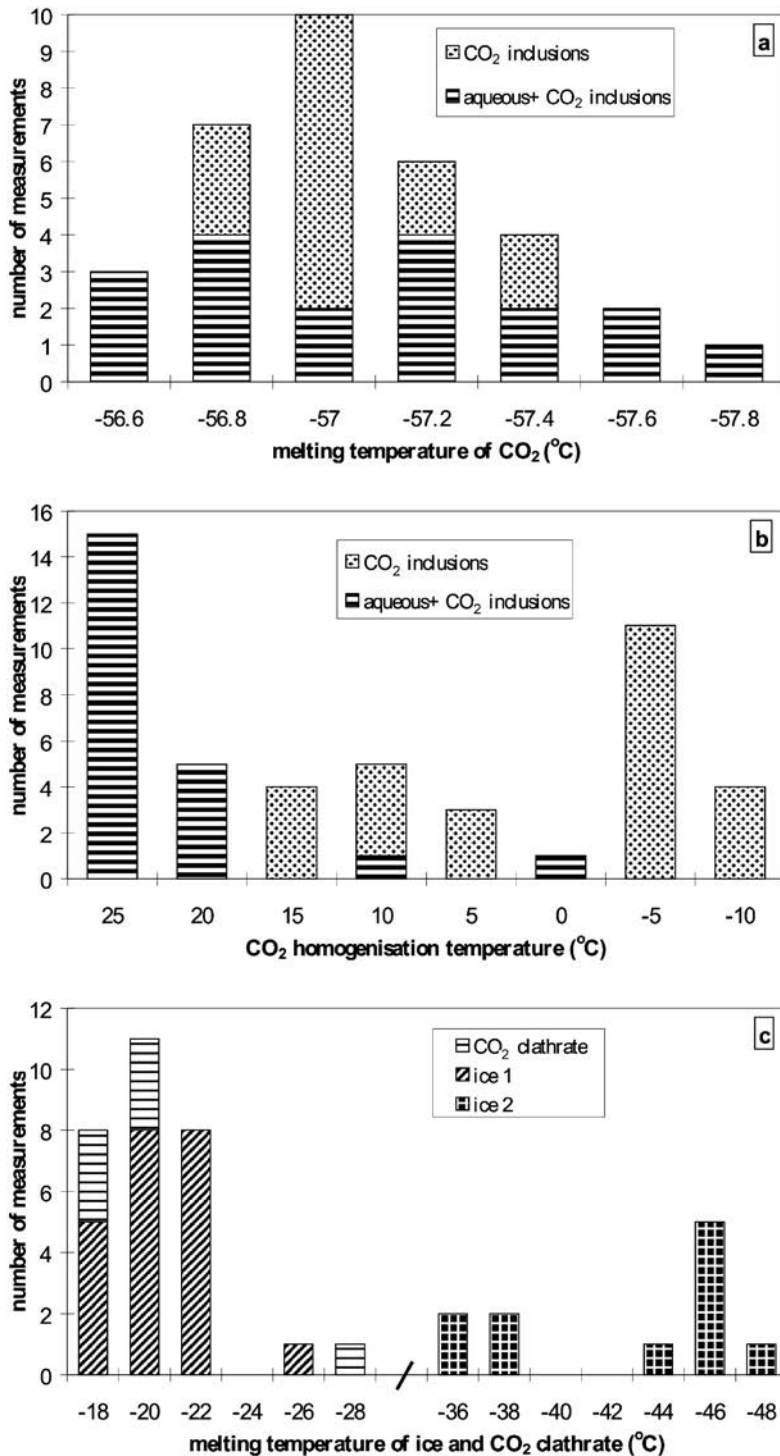


Figure 6. a) Melting temperature distribution of CO₂ in the CO₂ and CO₂-bearing hypersaline aqueous inclusions. b) Homogenisation temperatures of CO₂ in the CO₂ and CO₂-bearing hypersaline aqueous inclusions. c) Ice melting temperatures in the hypersaline aqueous inclusions with or without a visible CO₂ phase. The diagram also shows the CO₂ clathrate melting temperatures in the hypersaline aqueous inclusions with CO₂.

Legend: ice 1 - ice melting temperatures in the presence of hydrohalite; ice 2 - ice melting temperatures in the absence of hydrohalite; CO₂ clathrate - CO₂ clathrate melting temperatures

6. ábra. a) A CO₂-és a CO₂-hiperszalín vizes zárványokban mért CO₂ olvadási hőmérsékletek. b) A CO₂- és a CO₂-hiperszalín vizes zárványokban mért CO₂ homogenizációs hőmérsékletek. c) a hiperszalín vizes zárványokban (±CO₂) mért jég olvadási hőmérsékletek. A diagramba felvettük a CO₂ klatrát olvadási hőmérsékletét is, melyet a CO₂-hiperszalín vizes zárványokban mértünk.

Jelmagyarázat: ice 1 - jég olvadási hőmérséklet hidrohálit jelenlétében; ice 2 - jég olvadási hőmérséklet hidrohálit nélkül; CO₂ clathrate - CO₂ klatrát olvadás.

in the next phase is represented by the beginning of the formation of hydrohalite (H1) at the edge of the halite cube. The aqueous liquid in the inclusions froze below -70 °C, and the CO₂ froze at about -100 °C. After the total freezing of the aqueous phase, the system was warmed slowly until the last ice crystal remained. On warming, the amount of hydrohalite increased at the expense of the halite, but in most cases the transformation of halite to hydrohalite was not complete. The system was cooled down again until the last ice crystal remained at -130 °C. In most cases freezing was not observed. On warming up from -130 °C, several small, bright, rounded or acicular crystals appeared at about -85 °C. These small crystals were growing during the slow warming at the expense of the aqueous phase; furthermore, they seemed to occupy the inclusion cavity, thus distorting the bubble. A similar observation was published by DAVIS et al. (1990) in the NaCl-CaCl₂-H₂O and NaCl-MgCl₂-H₂O systems, with metastable eutectic points. During heating, they observed small crystals growing from -80 to -50 °C; they interpreted this as the formation and recrystallisation of a salt hydrate phase. Melting of this salt hydrate phase (H2: CaCl₂-hydrate or FeCl₂-hydrate?) began at about -67 °C and was completed between -58.2 and -47.3 °C. Melting of the solid CO₂ phase in the bubble occurred between -56.6 and -57.8 °C (Figure 6a). The first melting of the ice crystal was observed at about -35 °C and the final melting of the ice occurred between -18.7 and -26.4 °C (ice 1 on Figure 6c). The disappearance of the CO₂-hydrate occurred between -17.8 and -19.3 °C (Figure 6c). The transformation of the hydrohalite back to halite occurred metastably, between +7.8 and +12.5 °C. This was followed by the homogenisation of the CO₂ (+16.6 - +24.1 °C; Figure 6b).

Further heating of the inclusions caused the S2 solid phase to dissolve, between +23.7 and +89 °C (Figure 7a). Dissolution of the S1 solid phase occurred between 164 and 298 °C (Figure 7a). Most of the inclusions did not homogenise but decrepitated prior to homogenisation between 265 and 400 °C. However, in some cases final homogenisation of the bubble could be observed between 271 and 296 °C (Figure 7b).

There were several cases when the halite did not react with the aqueous phase to form

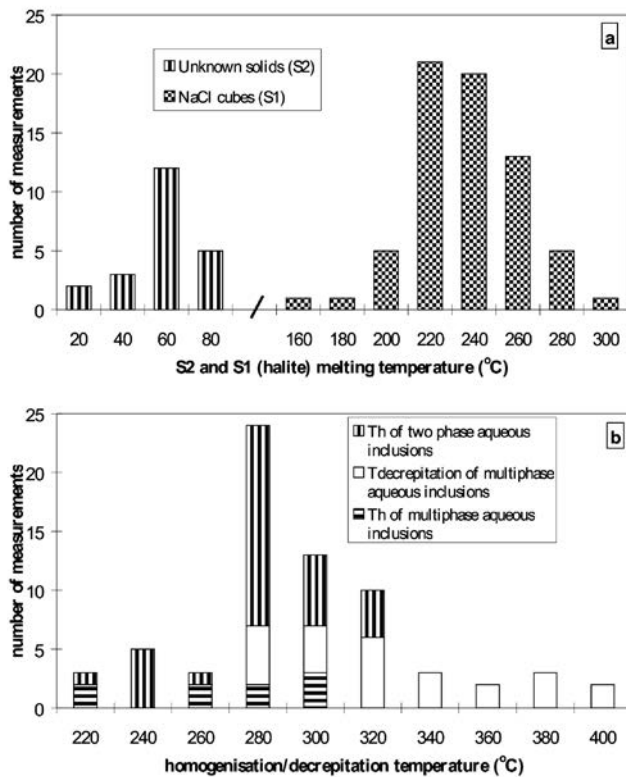


Figure 7. a) Solid daughter phase (S2) and halite (S1) dissolution temperatures in the hypersaline aqueous inclusions, with or without a visible CO₂ phase. b) Homogenisation and decrepitation temperatures of multiphase aqueous inclusions and homogenisation temperatures of two phase aqueous inclusions. *7. ábra.* a) Szilárd (ismeretlen) fázis (S2) és kősó (S1) oldódási hőmérsékletek a hiperszalin vizes zárványokban (±CO₂); b) Homogenizációs és dekrepitációs hőmérsékletek a többfázisú vizes zárványokban és homogenizációs hőmérsékletek a kétfázisú vizes zárványokban

hydrohalite. In such cases the ice-melting temperature occurred at lower temperatures: between -35.8 and -47.9 °C (ice 2 on Figure 6c). This phenomenon is similar to that observed in the NaCl–CaCl₂–H₂O system, when hydrohalite is absent. In this case the ice melting temperatures are much lower.

Type 3. Two phase (liquid+vapour) aqueous inclusions. This inclusion type occurs exclusively in the quartz veins of the Sopron micaschist. This type was found along secondary inclusion trails cross-cutting several grain boundaries. The shape of this inclusion type is usually irregular, in rare cases rounded, and negative crystal-like inclusions can also occur. The size of the inclusions usually do not exceed 15–20 μm. Two-phase aqueous inclusions are usually not associated with inclusion trails of CO₂ and hypersaline aqueous inclusions. However, one of the quartz veins contains (i) cracks with oriented tourmaline laths, (ii) healed fractures with two-phase aqueous fluid inclusions and (iii) multiphase hypersaline aqueous fluid inclusions ± CO₂. The temporal relationship between the three fluid events can be traced from textural observations. The tourmaline-bearing cracks are cut by both the two-phase and multiphase inclusion trails; this implies that these trails postdate the

tourmalinisation. The temporal relationship between the two latter fluid generations is less certain. The inclusion trails of the two-phase aqueous fluid inclusion type sometimes cross-cut the ones with the multiphase aqueous inclusions. The fractures along which the two phase aqueous inclusions were sealed seem to be more pronounced or less mature (OLSEN 1987) than the ones along which the multiphase aqueous inclusions were sealed. These textural observations imply that the two-phase aqueous inclusions are younger than the multiphase aqueous inclusions.

During the cooling down of the two-phase aqueous inclusions, the inclusion content freezes below -70 °C and a brownish solid is formed. Slow heating resulted in the brightening of the frozen inclusion, and the first melting was observed between -49 and -55 °C. Further heating gave rise to a gradual melting of ice. The heating was continued until the last crystal of hydrohalite remained. At this point the temperature was lowered again and this resulted in the growth of the hydrohalite and freezing. Repeated heating until the last ice crystal coexisted with the hydrohalite was followed by the next cooling cycle; the latter produced an idiomorphic hydrohalite and a big ice crystal. Slow heating of the inclusion caused the frozen liquid to melt, and the rounding of the edge of the ice crystal between -51 and -53 °C; this is close to the eutectic of the NaCl–CaCl₂–H₂O system. Sometimes the disappearance of small bright crystals (probably antarcticite) was observed. Continued heating resulted in the gradual melting of ice, while the composition of the liquid shifted along the cotectic line. This caused the separation of the hydrohalite and ice fields (Figure 8) until the melting of the ice between -23.2 and -28.4 °C. After the melting of the ice, the fluid composition moved towards the hydrohalite point on the H₂O–NaCl intersection of the NaCl–CaCl₂–H₂O triangle (Figure 8); until hydrohalite melted between 0 and -14.7 °C. All inclusions of this type behaved in this way during low

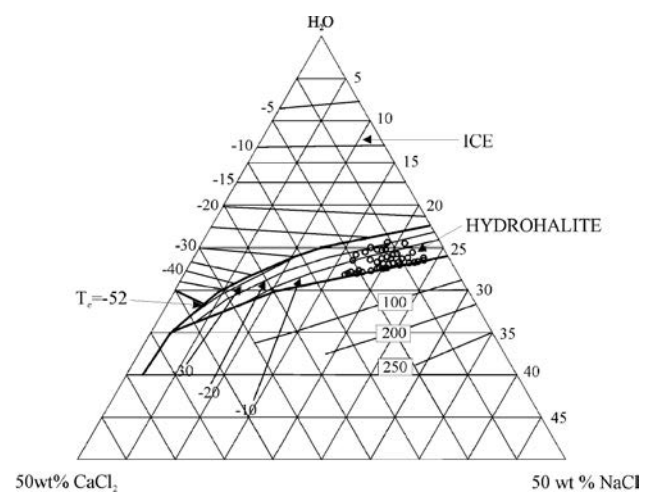


Figure 8. NaCl50–CaCl₂50–H₂O phase diagram showing salinities of two phase aqueous inclusions (after YANATIEVA 1949, VANKO et al. 1988 and OAKES et al. 1990)

8. ábra. A kétfázisú vizes zárványok sótartalma a NaCl50–CaCl₂50–H₂O fázisdiagramon (YANATIEVA 1949, VANKO et al. 1988 és OAKES et al. 1990 nyomán)

temperature experiments. The plotting of the data into the NaCl–CaCl₂–H₂O ternary diagram (Figure 8) indicated a total salinity between 25 and 28.5%. The NaCl/CaCl₂ ratio is between 6.4 and 1.4, and the inclusions homogenise between 229.6 and 322 °C with a mode around 280 °C (Figure 7b).

Solution chemistry of the hypersaline aqueous fluid inclusions

The complicated low temperature phase changes and the low first melting temperatures indicate that the above-mentioned NaCl–CaCl₂–H₂O solution chemistry can be considered as no more than a first approximation. Therefore, in order to give a more precise solution chemistry, semi-quantitative EDS analyses were made both on precipitated salts (from inclusions decrepitated by heating up to 600 °C), and on crushed pieces of the quartz veins containing hypersaline brines. The analyses indicate a complex solution chemistry, as inferred from the low temperature phase changes. In most cases higher amounts of Na, Al, K, Ca, Cl and S were found. Mg, Fe and P were detected in almost all of the examined inclusion cavities, usually in small amounts (Figures 9A and 9B). In some of the inclusions Fe has been enriched. Mn is the major compound in two inclusions

(Figure 9B), whereas Zn and Ti were found only occasionally. Muscovite and calcite were also observed as solids in the inclusion cavity. One of the inclusions contained a REE+Th-bearing phase, along with different kinds of salts (Figure 9C). The REE+Th-bearing phase contained high amounts of Fe, Al, K, Ca, La and Ce, along with Na, Mg, P, S, Cl, Th, and Nd. Several small salt crystals were also determined around the REE+Th-bearing phase; the latter contained high amounts of Na, Al, Cl, K, and Ca alongside Mg, P, S, Ti, Mn and Fe.

Discussion

On the basis of fluid inclusion textures and data, as well as textural observations and mineral chemistry data, four main fluid migration events can be identified in the studied samples.

1. High-pressure veining and tourmalinisation in the host rock.

Geothermo-barometry demonstrated temperatures between 560–610 °C and pressures between 950–1230 MPa (Figure 10). Intergrowths of garnet and tourmaline show that the mineral assemblage used for thermo-barometry and the tourmaline itself crystallized contemporaneously. According to other P–T data from the area (TÖRÖK 1998, 2003),

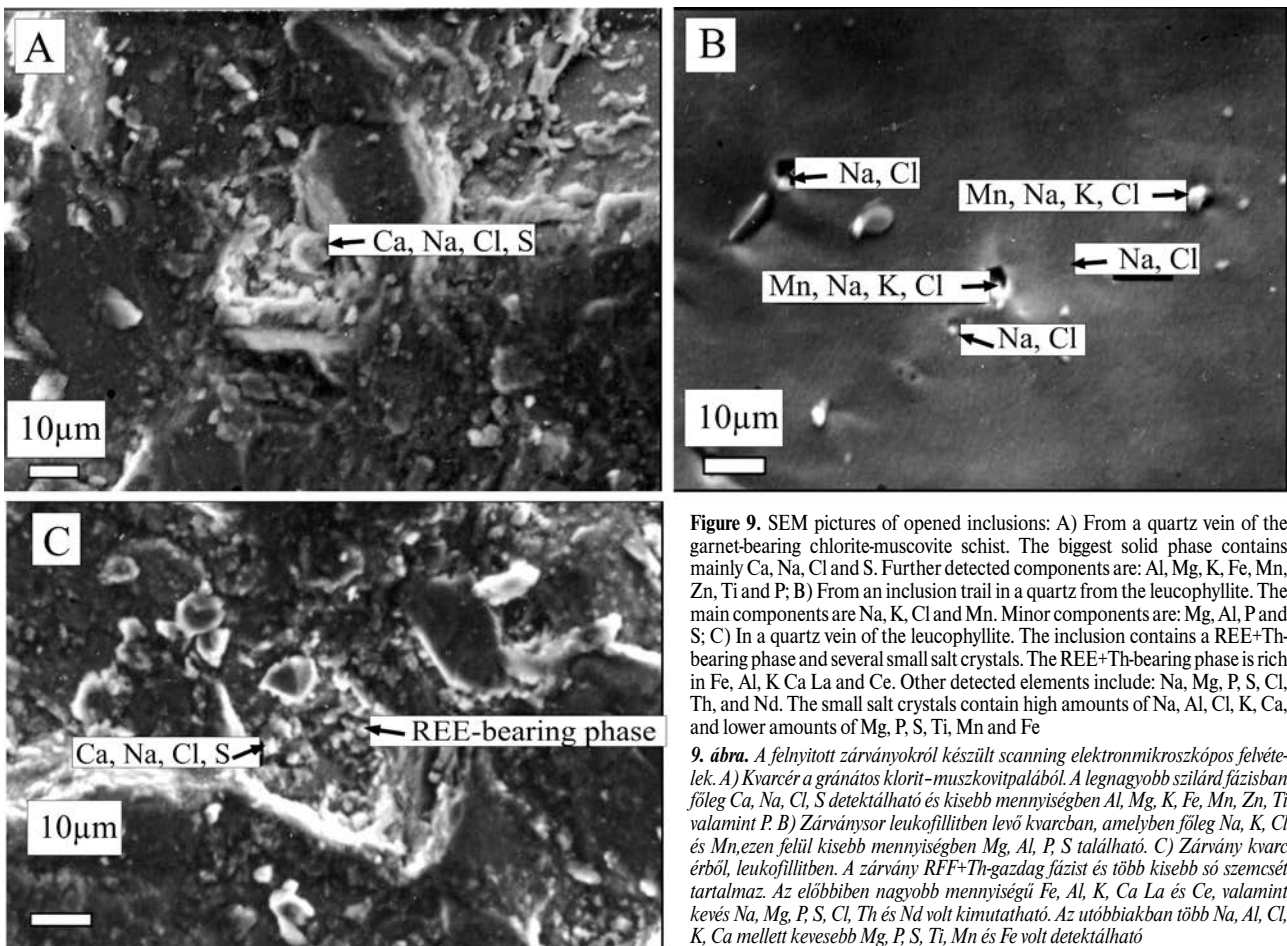


Figure 9. SEM pictures of opened inclusions: A) From a quartz vein of the garnet-bearing chlorite-muscovite schist. The biggest solid phase contains mainly Ca, Na, Cl and S. Further detected components are: Al, Mg, K, Fe, Mn, Zn, Ti and P; B) From an inclusion trail in a quartz from the leucophyllite. The main components are Na, K, Cl and Mn. Minor components are: Mg, Al, P and S; C) In a quartz vein of the leucophyllite. The inclusion contains a REE+Th-bearing phase and several small salt crystals. The REE+Th-bearing phase is rich in Fe, Al, K, Ca, La and Ce. Other detected elements include: Na, Mg, P, S, Cl, Th, and Nd. The small salt crystals contain high amounts of Na, Al, Cl, K, Ca, and lower amounts of Mg, P, S, Ti, Mn and Fe

9. ábra. A felnyitott zárványokról készült scanning elektronmikroszkópos felvételek. A) Kvarcér a gránátos klorit-muskovitpalából. A legnagyobb szilárd fázisban főleg Ca, Na, Cl, S detektálható és kisebb mennyiségben Al, Mg, K, Fe, Mn, Zn, Ti valamint P. B) Zárványosor leukofillitben lévő kvarcban, amelyben főleg Na, K, Cl és Mn, ezen felül kisebb mennyiségben Mg, Al, P, S található. C) Zárvány kvarc érből, leukofillitben. A zárvány RFF+Th-gazdag fázist és több kisebb só szemcsét tartalmaz. Az előbbiben nagyobb mennyiségű Fe, Al, K, Ca, La és Ce, valamint kevés Na, Mg, P, S, Cl, Th és Nd volt kimutatható. Az utóbbiakban több Na, Al, Cl, K, Ca mellett kevesebb Mg, P, S, Ti, Mn és Fe volt detektálható

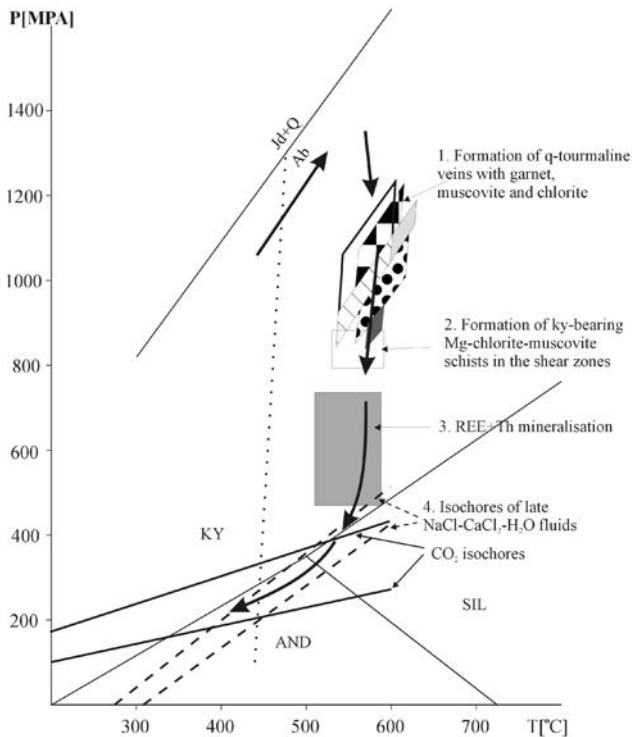


Figure 10. Summary of geothermo-barometric data and fluid migration from the present study and P-T data of TÖRÖK (1998). The dotted line represents the results of garnet-chlorite thermometry (DICKENSON & HEWITT 1986) of the chlorite inclusion in association with chloritoid in the garnet core. The boxes refer to P-T data obtained from several samples

10. ábra. A Geotermo-barometriai adatok és fluidummigrációs események összefoglalása, kiegészítve TÖRÖK (1998) P-T adataival. A pontozott vonal a gránát-klorit termometria eredményét mutatja (DICKENSON & HEWITT 1986 alapján), melyet a gránát magjában levő klorit-kloritoid-együttesben mértünk. A különböző mintázatu területek különböző minták méréseiből származó P-T értékeket foglalnak magukba

the quartz-tourmaline veins formed just after the pressure peak of the Alpine metamorphism. The textural observations listed below show that tourmalinisation preceded the REE-phosphate mineralisation:

- Allanite*, filling the spaces between tourmaline grains in a quartz-tourmaline vein in Füzes-árok (Figure 2E),
- Idioblastic, undeformed apatites*, growing in the vicinity of highly-deformed tourmalines in the same quartz tourmaline vein,
- Textural observations of cross-cutting fluid inclusion plains*, as described in the “Fluid inclusions” section.

Fluids which caused the precipitation of tourmaline-quartz veins mainly entered the fractures, and also interacted with some parts of the Sopron micaschist. This is shown by the crystallisation of tourmalines in the micaschist itself. Similar garnet (Figure 5), muscovite (Figure 3) and chlorite compositions in tourmaline-quartz veins and in the Sopron micaschist imply that the host rock may have reached equilibrium with this type of fluid. Furthermore, this equilibrium implies that the fluids may have originated from this rock sequence: most probably from dehydration reactions which dissolved tourmaline from deeper levels and redeposited it at higher crustal levels. SPRÁNITZ et al.

(2018) described several tourmaline mineralisations in the area: among them, the formation of an Fe-rich tourmaline generation in the tourmalinites found in the micaschist close to the peak of the HP metamorphism. The tourmalinisation described here is most probably identical with this generation.

2. Mg metasomatism and leucophyllite formation in the shear zones.

The formation of leucophyllites have been attributed to highly saline but undersaturated complex aqueous fluids (PROCHASKA et al. 1997; TÖRÖK 2001). P-T conditions were between 700–1050 MPa and 450–600 °C. The differences in the mineral chemistry and mineral composition of the leucophyllites and host schists show that this fluid was not in equilibrium with the host rock; furthermore, it percolated mainly along shear zones thus causing metasomatism (KISHÁZI & IVANCSICS 1985, DEMÉNY et al. 1997, TÖRÖK 2001)

Opinions on the source of the fluid are ambiguous. PROCHASKA et al. (1997) studied fluids in quartz from several outcrops in the Eastern Alps by means of O and H isotopes, crush-leach analysis, and fluid inclusion microthermometry. They found that the fluids resemble the formation water of underlying nappes, sometimes with signatures of meteoric water. On the basis of O and H isotope studies on the leucophyllites from Sopron, DEMÉNY et al. (1997) argued that the fluids have a seawater origin. They concluded that the source of these fluids may be a hydrothermally-altered underlying oceanic crust.

The replacement of muscovite by paragonite (Figure 2D) is a unique feature in the leucophyllites of the Eastern Alps; this feature may be related to the later Na-bearing fluids discussed below.

3. Late stage CO₂-bearing hypersaline fluids.

Fluid inclusion studies, and the La, Ce, Nd, Th, P and Al content of opened inclusions revealed by EDS measurements, show that this type of fluid is responsible for precipitating a small-scale REE, Th and P mineralisation in the leucophyllites in the Füzes-árok. The minimum pressure — limited by the widespread decrepitation — can be calculated approximately by the isochores of Type 1 CO₂ inclusions. The isochores of the most dense and the less dense CO₂ inclusions indicated pressures between 190–430 MPa and temperatures between 400 °C and 600 °C (Figure 10).

Two observations provide evidence that the chemistry of the fluid changed with respect to space and time during the REE-Th-P mineralisation:

- The REE-Th-P mineralisation has three distinct stages* (florencite-type, monazite-type and allanite-type), characterised by the precipitation of different minerals. Florencite contains appreciable amounts of Al, which was carried by the same fluid as the REE, Th and P. The existence of the Al in the fluid was also evidenced by the SEM-EDS analysis of the fluid inclusion contents. Zoned florencites (Figure 2B) show the variation of the Th content in the fluids over time. Cheralite inclusions in florencite and the late cheralite fissure fillings also show temporal variations in Th deposition as well as the change in availability

of P and Al. Deformed florencites show that the process of deformation was continuously active during deposition of florencite. This deformation may have opened fractures and facilitated the fluid flow and deposition of cheralite after the florencite. In some places early florencite has been replaced by skeletal monazite crystals (Figure 2C). Idioblastic apatites which had grown on monazite (Figure 2C) were also observed by FAZEKAS et al. (1975), and these showed the disappearance of REE and Th and the dominance of Ca within the fluid. Evidence of the precipitation of allanite in the quartz–tourmaline veins indicates the temporal absence of P. High amounts of Ca and Fe in the fluid are demonstrated by the iron content of allanite, the SEM–EDS analyses of opened fluid inclusions, and salt precipitates. Similar features — such as cracks in rock-forming minerals filled by monazite — were also observed by KERTÉSZ et al. (2015).

b) *Paragonitisation of muscovites (Figure 2D)* took place only in monazite–apatite-type mineralisation. This kind of wall rock alteration requires a Na-rich fluid to substitute K in the muscovite, and it occurred exclusively during this stage of fluid influx. Paragonite formation was also observed in the micaschist in the pseudomorphs after staurolite. If this kind of fluid caused the breakdown of staurolites to paragonite–muscovite–albite \pm chloritoid \pm biotite aggregates in the Sopron micaschists, this means that it entered the host rock and caused retrograde metamorphic alterations. Some of the accessory monazite and apatite may not be inherited but precipitated from this fluid; this supposition is suggested by the hypersaline aqueous inclusions in the quartz grains of the rock matrix.

4. Retrograde saline NaCl–CaCl₂–H₂O fluids.

This fluid belongs to the retrograde metamorphic development of the Sopron micaschist and postdates the Type 2 hypersaline + CO₂ fluids, as evidenced by textural criteria described in the fluid inclusions section. Compositionally similar retrograde metamorphic fluid with a much lower homogenisation temperature and wider salinity range (13–29 wt% total salinity range) was also detected in the orthogneisses (TÖRÖK 2001). In this latter case there is no mineralogical evidence for fluid–rock interaction, unlike in some of the orthogneisses where late clinozoisite and epidote have been precipitated in the mylonitic parts of the rock (TÖRÖK 1998). Isochores of NaCl–CaCl₂–H₂O fluid inclusions partly overlap those of Type 1 CO₂ inclusions (Figure 10); this indicates similar trapping conditions. A summary of the P–T and fluid evolution of the Sopron micaschist is presented in the Figure 10.

A comparison of Alpine fluids in the gneisses and in the Sopron micaschist

In previous studies on fluid inclusions in the gneisses around Sopron, TÖRÖK (1996, 1998) described medium salinity (10.2 and 15.5 NaCl eq. wt%). He also noticed NaCl-dominated and medium to high salinity (13–29 wt% total salt content) NaCl–CaCl₂–(MgCl₂)–H₂O fluid inclusions. However, the fluids which circulated in the Sopron micaschist

during Alpine retrogression are considerably different from the ones considered by TÖRÖK (2001). This suggests that either the fluid sources were different or the fluids interacted with the host rock, thus resulting in compositional changes. The latter supposition is backed up by the appearance of retrograde hypersaline fluids. The interaction of retrograde fluids with the host rock gave rise to more advanced retrograde rehydration reactions in the micaschist than in the orthogneiss; this process may have consumed a part of the water from the aqueous fluid, leaving behind a more concentrated brine. However, CO₂-bearing fluids indicate other fluid sources such as, for example, decarbonation reactions or the migration of CO₂ from deep sources during uplift.

Conclusions

Although the metamorphic rocks found in the Sopron Mts underwent high-pressure Alpine metamorphism, the calculated peak P–T conditions of the Sopron micaschist are lower than those obtained for other rock-types in the area. This can be attributed to the more retrogressed nature of the rock and to the fact that assemblages related with garnet cores were not suitable for geothermo-barometry.

Fluids found in the Sopron micaschist are considerably different from those in the orthogneiss (TÖRÖK 2001).

1. In contrast to primary fluid inclusions in orthogneiss related to peak pressure conditions (TÖRÖK 2001), the highest pressure fluids in the Sopron micaschist are related with tourmalinisation which occurred during the early stages of retrogression.

2. The formation of leucophyllites has been attributed to high salinity NaCl, CaCl₂ and MgCl₂-rich aqueous fluids; this is similar to the leucophyllites which cross-cut orthogneisses and other micaschists of the Eastern Alps (PROCHASKA et al. 1997, TÖRÖK 2001), although fluid inclusions have not been found in the latter.

3. The Type 2 hypersaline + CO₂ fluid may have (i) originated from a lower level of the nappe pile, (ii) dissolved REE elements, P and Th on its way up, (iii) precipitated florencite, monazite, cheralite and apatite in the shear zones of the upper level rock and (iv) caused rehydration reactions such as the breakdown of staurolite to paragonite and muscovite \pm chloritoid. The rehydration reactions resulted in H₂O loss from the fluid and thus may be responsible for the increase in salinity. The REE+Th phosphate mineralisation may be correlated with lazulite – Pb-bearing goyazite – apatite mineralisation; the latter has been described in connection with a leucophyllite cross-cutting orthogneiss in Sopron (TÖRÖK 2001) and with the U–Th–REE–P mineralisation near Fertőrákos (VINCZE et al. 1996). The main similarities between the above-described REE–Th–P and the lazulite–goyazite–apatite mineralisations are that (i) both mineralisations occurred in the leucophyllite, (ii) they postdate the leucophyllite formation and (iii) both mineralisations contain lazulite. Here it is important to mention that lazulite is a main component in the leucophyllite in the orthogneiss (TÖRÖK 2001) and a minor

constituent in the REE–Th–P mineralisation (FAZEKAS et al. 1975). The dissimilarities are represented by the different mineralogy and the difference in fluid composition. The formation of lazulite – Pb-bearing goyazite – apatite mineralisation can be attributed to a saline NaCl–CaCl₂–H₂O fluid and the formation of the REE–Th–P mineralisation. The latter is linked with a CO₂-bearing hypersaline aqueous fluid. However, CO₂ is completely lacking from the fluids of the orthogneiss.

Late paragonitisation of muscovite in the studied leucophyllites had previously not been observed in leucophyllites from other localities. This feature shows a reintroduction of Na, which had been removed earlier from the leucophyllite-bearing shear zones by the metasomatising fluids responsible for the formation of leucophyllite (see TÖRÖK 2001 for details).

4. High salinity NaCl–CaCl₂–H₂O fluid inclusions are compositionally similar to the fluids which caused leucophyllite formation in the orthogneisses; however, these underwent considerably higher homogenisation temperatures and were trapped at lower pressures. These fluids were introduced later, compared to those which resulted in the formation of the leucophyllites.

Acknowledgements

The author would like to thank Dr. S. SZAKÁLL, Dr. Z. MÁTHÉ and Dr. S. JÓZSA for donating some of the tourmaline–quartz veins, and REE and Th mineralised samples. The author also acknowledges the suggestions of the reviewer, which certainly improved the quality of the manuscript.

References — Irodalom

- BALOGH, K. & DUNKL, I. 2005: Argon and fission track dating of Alpine metamorphism and basement exhumation in the Sopron Mts. (Eastern Alps, Hungary): thermochronology or mineral growth? — *Mineralogy and Petrology* **83**, 191–218. <https://doi.org/10.1007/s00710-004-0066-0>
- BERMAN, R. G. 1990: Mixing properties of Ca–Mg–Fe–Mn garnets. — *American Mineralogist* **75**, 328–344.
- DAVIS, D. W., LOWENSTEIN, T. K. & SPENCER, R. J. 1990: Melting behavior of fluid inclusions in laboratory-grown halite crystals in the system NaCl–H₂O, NaCl–KCl–H₂O, NaCl–MgCl₂–H₂O and NaCl–CaCl₂–H₂O. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 591–601. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(90\)90355-o](https://doi.org/10.1016/0016-7037(90)90355-o)
- DEMÉNY, A., SHARP, Z. D. & PFEIFER, H-R. 1997: Mg metasomatism and formation conditions of Mg-chlorite-muscovite-quartzphyllites (leucophyllites) of the Eastern Alps (W. Hungary) and their relations to Alpine whiteschists. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **128**, 247–260. <https://doi.org/10.1007/s004100050306>
- DICKENSON, M. P. & HEWITT, D. 1986: A garnet-chlorite geothermometer. — *Geological Society of America, Abstracts with Program* **18**, p. 584.
- DRAGANITS, E. 1998: Two crystalline series of the Sopron Hills (Burgenland) and their correlation to the lower Austroalpine in Eastern Austria. — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* **141**, 113–146. (in German with English abstract).
- FAZEKAS V., KÓSA L. & SELMECZI B. 1975: Ritkaföldfém ásványosodás a Soproni-hegység kristályos paláiban. (Rare-earth element mineralisation in the crystalline schists of the Sopron Mountains.) — *Földtani Közlöny* **105**, 297–308. (in Hungarian with English abstract).
- FERRY, J. M. & SPEAR, F. S. 1978: Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **66**, 113–117. <https://doi.org/10.1007/bf00372150>
- GREEN, T. H. & HELLMAN, P. L. 1982: Fe–Mg partitioning between coexisting garnet and phengite at high pressure and comments on a garnet-phengite geothermometer. — *Lithos* **15**, 253–266. [https://doi.org/10.1016/0024-4937\(82\)90017-2](https://doi.org/10.1016/0024-4937(82)90017-2)
- GREGUREK, D., ABART, R. & HOINKES, G. 1997: Contrasting Eoalpine P–T evolutions in the southern Koralpe, Eastern Alps. — *Mineralogy and Petrology* **60**, 61–80. <https://doi.org/10.1007/bf01163135>
- HODGES, K. V. & CROWLEY, P. D. 1985: Error estimation and empirical geothermobarometry for pelitic systems. — *American Mineralogist* **70**, 702–709.
- KERTÉSZ, ZS., FURU, E., ANGYAL, A., FREILER, Á., TÖRÖK, K. & HORVÁTH, Á. 2015: Characterization of uranium and thorium containing minerals by nuclear microscopy. — *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **306**, 283–288. <https://doi.org/10.1007/s10967-015-4175-5>
- KISHÁZI, P. & IVANCSICS, J. 1985: Genetic petrology of the Sopron Crystalline schist sequence. — *Acta Geologica Hungarica* **28**, 191–213.
- KISHÁZI P. & IVANCSICS J. 1987: A Soproni Csillámpala Formáció genetikai közzetana. (Genetic petrology of the Sopron Micaschist Formation.) — *Földtani Közlöny* **117**, 203–221. (in Hungarian with English abstract).
- KISHÁZI, P. & IVANCSICS, J. 1989: A Soproni Gneisz Formáció genetikai közzetana. (Petrogenesis of the Sopron Gneiss Formation.) — *Földtani Közlöny* **119**, 153–166.
- LELKES-FELVÁRI, GY., SASSI, F. P. & VISONÁ, D. 1984: Pre-Alpine and Alpine developments of the Austridic basement in the Sopron area (Eastern Alps, Hungary). — *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia* **39**, 593–612.

- MILLER, C. 1990: Petrology of the type locality eclogites from the Koralpe and Saualpe (Eastern Alps) Austria. — *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* **70**, 287–300.
- NAGY, G., DRAGANITS, E., DEMÉNY, A., PANTÓ, GY. & ÁRKAI, P. 2002: Genesis and transformations of monazite, florencite and rhabdophane during medium grade metamorphism: examples from the Sopron Hills, Eastern Alps. — *Chemical Geology* **191/1–3**, 25–46. [https://doi.org/10.1016/s0009-2541\(02\)00147-x](https://doi.org/10.1016/s0009-2541(02)00147-x)
- NEUBAUER, F., DALLMEYER, R. D. & TAKASU, A. 1999: Conditions of eclogite formation and age of retrogression within the Siegraben unit, Eastern Alps: Implications for Alpine-Carpathian tectonics. — *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* **79**, 297–307.
- OAKES, C. S., BODNAR, R. J. & SIMONSON, T. M. 1990: The system NaCl–CaCl₂–H₂O: I. The ice liquidus at 1 atm total pressure. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**, 603–610. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(90\)90356-p](https://doi.org/10.1016/0016-7037(90)90356-p)
- OLSEN, S. N. 1987: The composition and role of the fluid in migmatites: a fluid inclusion study of the Front Range rocks. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **96**, 104–120. <https://doi.org/10.1007/bf00375531>
- PROCHASKA, W., HUBER, M. & BECHTEL, A. 1997: Alpidic formation of leucophyllite at the eastern margin of the Alps. — *Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt* **20**, 37–52. (in German with English abstract).
- SCHUSTER, R. & THÖNI, M. 2001: Austroalpine basement units (AAB). — In: DUNKL, I., BALINTONI, I., FRISCH, W., JANÁK, M., KOROKNAI, B., MILOVANOVIC, D., PAMIC, J., SZÉKELY, B. & VRABEC, M. (eds): *Metamorphic map and database of Carpatho–Balkan–Dinaride area*. <http://www.met-map.uni-goettingen.de>
- SPRÁNITZ, T., JÓZSA, S., KOVÁCS, Z., VÁCZI, B. & TÖRÖK, K. 2018: Magmatic and metamorphic evolution of tourmaline-rich rocks of the Sopron area, Eastern Alps. — *Journal of Geosciences* **63**, 175–191. <https://doi.org/10.3190/jgeosci.263>
- THÖNI, M. 1999: A review of geochronological data from the Eastern Alps. — *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* **79**, 209–230.
- TOLLMANN, A. 1977: *Geologie von Österreich. Band I. Die Zentralalpen*. — Deuticke, Vienna, 766 p.
- TÖRÖK, K. 1996: High-pressure/low temperature metamorphism of the Kő-hegy gneiss, Sopron (W-Hungary); Phengite barometry and fluid inclusions. — *European Journal of Mineralogy* **8**, 917–925. <https://doi.org/10.1127/ejm/8/5/0917>
- TÖRÖK, K. 1998: Magmatic and high-pressure metamorphic development of orthogneisses in the Sopron area, Eastern Alps (W Hungary) — *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen* **173**, 63–91.
- TÖRÖK, K. 1999: Pre-Alpine development of the andalusite-sillimanite-biotite-schist from the Sopron-Mountains (Eastern Alps, W Hungary). — *Acta Geologica Hungarica* **42**, 127–160.
- TÖRÖK, K. 2001: Multiple fluid migration events in the Sopron Gneisses during the Alpine high-pressure metamorphism, as recorded by bulk-rock and mineral chemistry and fluid inclusions. — *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen* **177/1**, 1–36. <https://doi.org/10.1127/007777502753418566>
- TÖRÖK, K. 2003: Alpine P–T path of micaschists and related orthogneiss veins near Óbrennberg (W Hungary, Eastern Alps). — *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen* **179**, 101–142. <https://doi.org/10.1127/0077-7757/2003/0179-0101>
- VANKO, D. A., BODNAR, R. J. & STERNER, M. A. 1988: Synthetic fluid inclusions: VIII. Vapor saturated halite solubility in part of the system NaCl–CaCl₂–H₂O, with application to fluid inclusions from oceanic hydrothermal systems. — *Geochimica et Cosmochimica Acta* **52**, 2451–2456. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(88\)90303-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(88)90303-1)
- VINCZE, J., FAZEKAS V. & KÓSA L. 1996: A fertőrákosi kristályospala összetétel urán-tórium-ritkaföldfém és szulfidos ásványosodásai. (Uranium-thorium-rare earth mineralisations in the crystalline schist series, Fertőrákos, Sopron Mts., NW Hungary.) — *Földtani Közlemény* **126**, 359–417. (in Hungarian with English Abstract)
- WANG, P. & SPEAR, F. S. 1991. A field and theoretical analysis of garnet+chlorite+chloritoid+biotite assemblages from the tri-state (MA, CT, NY) area, USA. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **106**, 217–235. <https://doi.org/10.1007/bf00306435>
- YANATIEVA, O. K. 1946: Polythermal solubilities in the systems CaCl₂–MgCl₂–H₂O and CaCl₂–NaCl–H₂O. — *Zhurnal Prikladnoi Khimii* **19**, 709–722. (in Russian).

Hazai képződményekből szeparált kvarcok jellemzői az OSL kormeghatározás szempontjából

THAMÓNÉ BOZSÓ Edit¹, FÜRI Judit¹, KOVÁCS ISTVÁN János², BIRÓ Tamás³, KIRÁLY Edit¹, NAGY Attila⁴,
TÖRÖKNÉ SINKA Mariann⁵, KÓNYA Péter¹, MÉSZÁROSNÉ TURI Judit¹, VÍGH Csaba¹

¹Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, 1143 Budapest, Stefánia út 14. (bozso.edit@mbfsz.gov.hu)

²MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Sopron, Csatkai Endre u. 6–8.

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajzi és Földtani Intézet, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.

⁴Anteusz Bt., 1086 Budapest, Harminckettesek tere 6.

⁵Pénzügyminisztérium, 1139 Budapest, Váci út 81–83.

Characteristics of quartz separates of different formations in Hungary from the aspect of OSL dating

Abstract

The Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating started in 2004 in the Geological Institute of Hungary, then continued in the successor Geological and Geophysical Institute of Hungary, and the Mining and Geological Survey of Hungary. Our OSL ages have contributed to the reconstructions of palaeohydrography and palaeomorphology as well as the timing of neotectonic movements and archaeological sites among others.

Principally, quartz is used for dating because it is an abundant and resistant mineral of the sediments and it serves as a natural retrospective dosimeter that is trapping and storing charges in the point defects of its crystal lattice.

During the dating of Upper Pleistocene and Holocene sediments, it has been recognised that the luminescence properties of quartz and its suitability for OSL dating show local differences. For example, in some places of Hungary, quartz has much dimmer luminescence than in other areas of the country, or it is saturated due to lower radioactive radiation, which makes OSL dating challenging. The aim of this study was to find the causes of these local differences. Quartz was separated from some plutonic, volcanic, metamorphic and older sedimentary rocks and sediments of Hungary, which can be source of some Upper Pleistocene and Holocene sediments in Hungary. Beside OSL measurements, for the detection of the chemical impurities that can cause defects in the crystal lattice, Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS), Micro-Fourier Transform Infrared Spectrometry (Micro-FTIR) and Infrared Spectrometry were applied. Thermal Analysis and X-Ray Diffraction were applied for the characterisation of the quartz separates. The concentration of the radioactive elements in the studied formations was also determined based on laboratory High-Resolution Gamma-Ray Spectrometry.

The results of the OSL measurements indicated that sediments, sedimentary rocks and some volcanic tuffs give brighter or more intensive luminescence than the quartz of the studied metamorphic and plutonic rocks. The quartz grains of only a few formations are appropriate for OSL dating if they get into the Pleistocene or Holocene sediments. They are solely sediments and sedimentary rocks, certain Upper Miocene, Upper Miocene – Pliocene and Upper Oligocene sands of Kálla Gravel, Zagyva and Törökbálint Sandstone formations.

The results of the LA-ICP-MS measurements indicated Li, Na, Al, P, K, Ti and Ba impurities in the quartz grains, while Micro-FTIR analysis detected coupled substitution of $Al^{3+} + H^+$ at the position of Si^{4+} incorporated as AlOH structural hydroxyl, and molecular water as well. These impurities partly are present in mineral phases, as clay minerals or smectite, and mica, according to the results of XRD, Thermal Analysis and Infrared Spectrometry.

The causes of the local differences in luminescence properties of quartz grains and their suitability for OSL dating are probably their different source rocks, and diverse thermal and sedimentary history. The quartz grains that are originated directly from metamorphic and plutonic rocks by erosion show unfavourable OSL properties, probably because, during their long cooling period, they relax most of the point defects in their crystal lattice that were formed during their formation on high temperature. The OSL properties of the quartz grains of the sediments and sedimentary rocks are more favourable due to the repeated cycles of radioactive irradiation and the zeroing of the OSL in sunshine which increase the sensitivity of quartz.

Keywords: OSL, Micro-FTIR, LA-ICP-MS, XRD, thermal analysis, gamma spectrometry

Összefoglalás

Az OSL (Optically Stimulated Luminescence) kormeghatározás alkalmazása a Magyar Állami Földtani Intézetben 2004-ben kezdődött, majd a jogutód Magyar Földtani és Geofizikai Intézetben folytatódott, és a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatban jelenleg is folyik. A felső-pleisztocén és holocén üledékek OSL kormeghatározása során tett megfigyeléseink szerint a kvarcok lumineszcens tulajdonságai és OSL kormeghatározásra való alkalmassága helyi

eltéréseket mutat. Ezeknek az eltéréseknek az okait kerestük. Vizsgáltuk a kvarc eltérő forrásközeiteinek hatását olyan kvarcgazdag magmás, metamorf és idősebb üledékes képződményekből nyert kvarcseparátumokon, amelyek hazánkban jelenleg a felszínen is előfordulnak, és anyaguk a negyedidőszaki üledékbe is bekerülhetett. Az OSL mérések mellett a kvarcseparátumok kristályrács hibáit okozó szennyeződések kimutatására LA-ICP-MS, mikro-FTIR és IR spektrometriai méréseket alkalmaztunk. A kvarcseparátumok pontosabb jellemzéséhez fénymikroszkópos vizsgálatot, valamint termoanalitikai és röntgen-pordiffrakciós elemzéseket végeztünk. A kvarcokat befoglaló képződmények radioaktívfelem-tartalmát gamma-spektrometriai mérések segítségével határoztuk meg.

OSL mérési eredményeink alapján az üledékes képződmények és egyes vulkáni tufák kvarcseparátumai fényesebb, nagyobb intenzitású lumineszcenciát adtak, mint a vizsgált metamorf és mélységi magmás kőzetek. Közvetlenül, az első mállási és szállítási ciklus után az üledékekbe kerülve csupán néhány üledékes képződmény kvarcseparátumai lennének alkalmasak a kormeghatározásra.

A kvarcok OSL tulajdonságait meghatározó kristályrács hibáit az LA-ICP-MS vizsgálat szerint Li, Na, Al, P, K, Ti és Ba beépülése okozhatja, és a mikro-FTIR mérésekkel kimutatott, a Si^{4+} iont helyettesítő $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$, azaz AlOH szerkezeti hidroxil, valamint molekuláris víz. A nagyobb intenzitású OSL-t adó kvarcseparátumok befoglaló képződményei kisebb K- és Th-tartalommal rendelkeznek, mint a gyengébb OSL-t kibocsátóké.

A negyedidőszaki üledékek kvarcainak lumineszcens tulajdonságaiban és OSL kormeghatározásra való alkalmasságában mutatkozó helyi eltérések oka az eltérő forrásközeite, valamint különböző hő- és üledékes történetük lehet. A mélységi magmás és metamorf kőzetek elsődleges lepusztulásából származó kvarcok kedvezőtlen OSL tulajdonságát az eredményezheti, hogy bár magas hőmérsékleten képződve sok kristályrács hiba alakult ki bennük, de azok nagy részét lassú kihűlésük során elvesztették. Az üledékes képződmények kvarcseparátumainak kedvezőbb OSL tulajdonságai elsősorban a szállításuk és áthalmazódásuk során az ismétlődő radioaktív besugárzások, azaz OSL felépülési, és napfényen az OSL lenullázódási ciklusoknak köszönhető, melyek növelik a kvarc lumineszcens érzékenységet.

Tárgyszavak: OSL, Mikro-FTIR, LA-ICP-MS, RTG, termoanalitika, gamma-spektrometria

Bevezetés

A Magyar Állami Földtani Intézetben, majd annak jogutódjaiban, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézetben és a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatban 2004 óta folyik OSL kormeghatározás (OSL: Optically Stimulated Luminescence, optikailag gerjesztett lumineszcencia), miután NÁDOR Annamária kezdeményezésére beszerzésre került egy dán gyártmányú Risø TL/OSL mérőberendezés. Az üledékek kvarcseparátumain végzett OSL mérések segítségével általában maximum 60–100 ezer éves késő-pleisztocén és holocén betemetődési korok határozhatók meg. Az elmúlt 15 év során az OSL kormeghatározási eredményeink hozzájárultak többek között ősvízrajzi (NÁDOR et al. 2007, THAMÓ-BOZSÓ et al. 2007a, b, CSERKÉSZ-NAGY et al. 2012, VAYSSIÈRE et al. 2019) és domborzatfejlődési rekonstrukciókhoz (THAMÓ-BOZSÓ et al. 2010a, FÁBIÁN et al. 2014), neotektonikai események datálásához (SINGH et al. 2008, THAMÓ-BOZSÓ et al. 2010b), valamint régészeti lelőhelyek korának meghatározásához (T. BIRÓ et al. 2010, FIEBIG et al. 2009, MARQUET et al. 2016, 2019).

A kvarc gyakori ásvány, és radioaktív sugárzás hatására szabad töltéseket képes csapdázni, majd hosszú időn keresztül tárolni, és így a környezeti radioaktív sugárzás hatását megőrizni mint természetes retrospektív doziméter. Ezek a tulajdonságai alkalmassá teszik a lumineszcens kormeghatározásra, sőt az ember által okozott radioaktív szennyezések mértékének kimutatására is. A csapdákat a kristályrács hibapontjai alkotják. A betemetett üledékek kvarcseparátumában a környezeti radioaktív sugárzás energiája által gerjesztett elektronok a csapdába kerülnek, a helyükön visszamaradt pozitív töltésű lyukak pedig az ún. rekombinációs centrumokban csapdázódnak (AITKEN 1998, BØTTER-JENSEN et al. 2003, GÖTZE et al. 2005). A kvarcban a vegyértéksáv és a

vezetési sáv közötti viszonylag széles tiltott sáv elősegíti az elektroncsapdák és rekombinációs centrumok kialakulását (BØTTER-JENSEN et al. 2003). Bizonyos csapdákból az elektronok fényvel vagy hővel történő gerjesztés, azaz megvilágítás vagy melegítés hatására kiszöknek, és újraegyesülnek, rekombinálódnak a lyukakkal, amit gyenge és rövid, általában néhány másodperces fénykibocsátásban megnyilvánuló energiafelszabadulás, azaz OSL kísér. A csapdák teljes kiürülése a kormeghatározás során az OSL óra lenullázódását jelenti. A kibocsátott lumineszcens fény spektruma jellemző a rekombinációs centrumokra, míg a fény intenzitása arányos a csapdázott töltések számával, illetve az ásványt ért radioaktív sugárzás dóziséval a telítődési szintig. A kvarc lumineszcenciájára az ultraibolya (UV), a kék és a vörös hullámhossztartomány a legjellemzőbb. Mivel az üledékek kvarcai főként UV lumineszcenciát bocsátanak ki, ezért az OSL kormeghatározásban legelterjedtebben alkalmazott Risø TL/OSL mérőműszerek a közeli UV 340±80 nm-es mérési tartományban detektálják a kvarc lumineszcenciáját.

A kvarc dozimetriai tulajdonságait a kristályrács hibái határozzák meg. A SiO_2 mellett nyomokban mindig tartalmaz idegen ionokat (pl. Al^{3+} , Ti^{4+} , B^{3+} , Ge^{4+} , Fe^{3+} , H^+ , OH^-) és intersticiális hiányokat (pl. O-hiány), illetve többleteket, melyek ponthibákat képeznek a kristályrácsban (BØTTER-JENSEN et al. 2003, PREUSSER et al. 2009).

A lumineszcens kormeghatározás során tett megfigyeléseink szerint a kvarcok lumineszcens tulajdonságai és kormeghatározásra való alkalmassága helyi eltéréseket mutat. Magyarországon (pl. THAMÓ-BOZSÓ et al. 2007b, 2010a,b; CSERKÉSZ-NAGY et al. 2012) és a Kárpát-medencén belül Magyarországhoz közeli területeken (Érmellék, Románia: THAMÓ-BOZSÓ et al. 2007a; Donau-Auen Nemzeti Park, Ausztria: FIEBIG et al. 2009) a késő-pleisztocén–holocén korú folyóvízi és eolikus üledékek kvarcseparátumainak lumi-

neszcenciája változó, sok helyen viszonylag gyenge. Hazai folyóink üledékeiből vizsgált kvarcok lumineszcens tulajdonságai is jelentős eltéréseket mutatnak BRATYIK et al. (2019) mérései szerint. Ugyanakkor az általunk Franciaországból vizsgált minták zöme erős, fényes lumineszcenciát adott (pl. MARQUET et al. 2016, 2019; VAYSSIÈRE et al. 2019). Viszont az Indiából (SINGH et al. 2008) és Iránból (THAMÓ-BOZSÓ et al. 2019) származó minták kvarcainak lumineszcenciája legtöbbször nagyon gyenge, halvány volt, és nem is bizonyultak alkalmasnak a kormeghatározásra. A kvarcok egyre növekvő radioaktív sugárzás hatására fellépő lumineszcenciájának változása is helyi eltéréseket mutat.

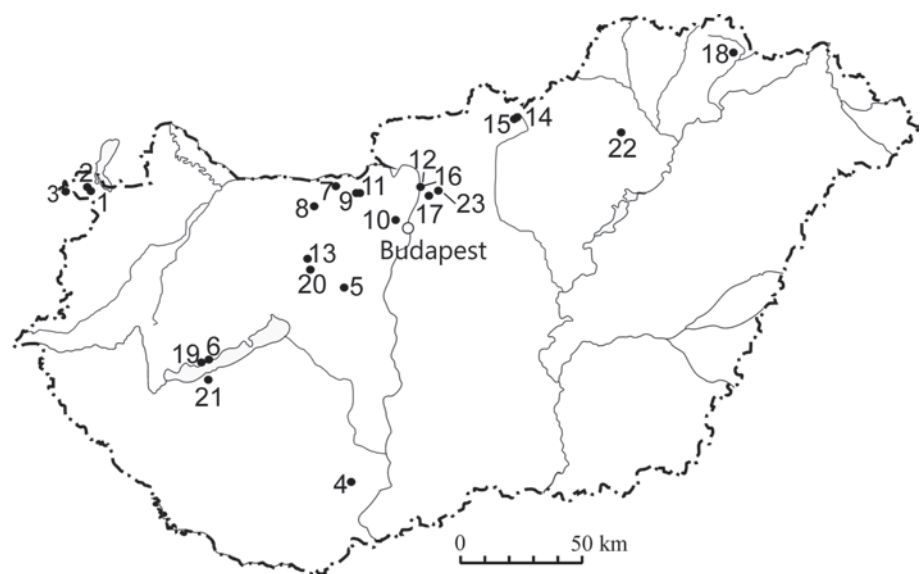
Ezeknek a különbségeknek az okait kerestük. Ezért vizsgáltuk a kvarc eltérő forrásközeteinek hatását. 2017–2018 során a hazai pleisztocén és holocén üledékek forrásközeteiként számításba vehető egyes hazai magmás, metamorf és idősebb üledékes képződményekből nyert kvarcseparátumokon OSL méréseket végeztünk. Mivel a lumineszcencia végső soron az ásványok kristályrácshibáira vezethető vissza, amit főként különböző ionok és molekulák beépülése okoz, ezért ezeket LA-ICP-MS, mikro-FTIR és IR spektrometria segítségével tanulmányoztuk. A kvarcseparátumok pontosabb jellemzéséhez termoanalitikai és röntgenelemzéseket is alkalmaztunk. A radioaktív sugárzás hatásának vizsgálata céljából a kvarcokat befoglaló képződmények U, Th és K tartalmát gamma-spektrometriai mérésekkel határoztuk meg.

A kvarcok OSL kormeghatározási tartományába eső felső-pleisztocén és holocén üledékek Magyarországon elsősorban folyóvízi vagy eolikus eredetűek, és kiterjedt lehordási területről származnak. Fő folyóink közül a Duna főként az Alpokból, a Nyugati-Kárpátokból, a Cseh-masszívumból és a Dunántúli-középhegységéből szállít törmelékanyagot elsősorban különböző metamorfítokból, herciniai és idősebb granitoidokból, neogén vulkanitokból, mezozoos karbonátokból, flis és molasz képződményekből. A Tisza és mellékfolyói nagyrészt a Kárpátok, az Erdélyi-középhegység és az Északi-középhegység területéről érkeznek. Üledékanyaguk forrásközeteit főként neogén andezitek, riolitok, bazaltok és azok tufái, perm savanyú vulkanitok, jura bazaltok, különböző korú metamorfítok, granitoidok, neogén és idősebb pleisztocén molasz üledékek, kréta–paleogén flis, perm és mezozoos törmelékes üledékes kőzetek és alárendelten karbonátok alkotják (további részletek THAMÓ-BOZSÓ & Ó. KOVÁCS, 2007). Kisebb vízfolyásaink helyi képződmények anyagát szállítják. A késő-pleisztocén–holocén korú eolikus üledékek nagyrészt a folyóvízi üledékek áthalmozódásával keletkeztek.

Minták, mintaelőkészítés, vizsgálati módszerek

A mintáink kiválasztása során nem a késő-pleisztocén és holocén korú üledékek legfőbb forrásközeteire koncentráltunk, hanem arra törekedtünk, hogy néhány hazai, a felszínen előforduló metamorf, mélységi magmás, vulkáni és üledékes képződmény kerüljön vizsgálatra. A kvarcok optikai lumineszcens tulajdonságait, és az azt befolyásoló tényezőket huszonhárom mintán tanulmányoztuk. A minták nagy részét a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat kőzetgyűjteményéből kaptuk, egy mintát a Herman Ottó Múzeum Földtörténeti és Természetrajzi Tára bocsátott a rendelkezésünkre, tizenegy minta 2017–2018 során került begyűjtésre. A minták lelőhelyét az 1. ábra mutatja, főbb jellemzőiket (anyag, rétegtani besorolás, kor) és a lelőhelyükre, illetve a leírásukra vonatkozó főbb hivatkozásokat az 1. táblázat tartalmazza. A minták nagy része üledékes képződmény, három metamorf, két mélységi magmás kőzet és négy vulkanit van közöttük. A minták közel fele neogén korú, a fennmaradókból hét paleogén, hat paleozoos.

A magmás, metamorf és üledékes kőzetminták előkészítése során először törést alkalmaztunk pofástörő, majd golyósmalom segítségével. Ezekből és az üledékmintákból a vizsgálatokra a 0,1–0,3 mm-es, illetve a 0,10–0,16 mm-es frakciót szitálással különítettük el, melyekből a karbonátok kioldása 10%-os HCl, az esetlegesen előforduló szerves anyagok eltávolítása 20%-os H₂O₂ segítségével történt. Majd 40%-os HF-os étetés következett, melynek időtartama a nagyobb kvarctartalmú minták (homok, kvarcit) esetében rövidebb, 60 perc, a többi minta esetében hosszabb, 90 perc volt. Az étetés célja az OSL kormeghatározás során a kvarcseparátumok alfasugárzással érintett külső, 10–15 µm-es felszíni rétegének a lemaratása, valamint a szennyező ásványok, elsősorban a kvarc OSL mérési tartományában lumineszcenciát adó földpátok elbontása volt. Az étetés után az esetleg visszamaradt fluoridok kioldásához 10%-os HCl-t



1. ábra: A minták lelőhelye (Mintakódok jelentése az I. táblázatban)

Figure 1. Location of the samples (Meaning of the code numbers is in Table I.)

I. táblázat. A vizsgált minták lelőhelye és főbb jellemzői (F: Formáció, T: Tagozat)

Table I. Location and main characteristics of the studied samples (F: Formation, T: Member)

| Minta Sample | Lelőhely Location | Képződmény Formation | Rétegtani egység Lithostratigraphic unit | Kor Age | Hivatkozás Reference |
|-----------------|------------------------------------|-------------------------------|---|--|--|
| 1 | Sopron, Nándormagaslat | leukofillit | Tolvajárki Leukofillit T. (Füzesárki Fehérpala F.) | paleozoikum | Kisházi & Ivancsics 1989 |
| 2 | Sopron, Bögre-forrás | gneisz | Sopronbánfalvi Gneisz F. | paleozoikum | Kisházi & Ivancsics 1989 Török 1998 |
| 3 | Brennbergbánya, Kovácsárok | csillámpala | Vöröshídi Csillámpala F. | paleozoikum | Fülöp 1990 |
| 4 | Mórágyszéki kőfejtő | gránit | Mórágyszéki Gránit F. | kora-karbon | Jantsky 1979 |
| 5 | Sukoró, kőbánya | gránit | Velencei Gránit F. | késő-karbon | Nagy 1967 |
| 6 | Balatonrendes | homokkő | Balatonfelvidéki Homokkő F. | középső-késő-perm | Majoros 1999 |
| 7 | Lábatlan, cementgyár homokbánya | homok | Bajnai T. (Dorogi F.) | középső-eocén | Kercsmár 2018 |
| 8 | Tatabánya, Keselő-hegy | homok | Tokodi F. idősebb része | középső-eocén (bartoni) | Kercsmár 2018 |
| 9 | Tokodaltáró, délkelet | homok | Tokodi F. fiatalabb része | középső-eocén (bartoni) | Gidai 1972 |
| 10 | Budapest, Nagyhárshegy | homokkő | Hárshegyi Homokkő F. | kora-oligocén | Kaszánitzky 1956 Korpás 1981 |
| 11 | Tokodaltáró, homokbánya | homok | Törökbálinti Homokkő F. | késő-oligocén | Korpás 1981 |
| 12 | Göd, Duna-part | homokkő | Törökbálinti Homokkő F. | késő-oligocén | Jámbor et al. 1966 Oláh et al. 2014 |
| 13 | Mór, délkelet | homok | Csatkai F. | késő-oligocén | Korpás 1981 |
| 14 | Kazár, Tordas-tető | riolittufa | Gyulakeszi Riolittufa F. | kora-miocén (ottnangi) | Hámor 1985 |
| 15 | Kazár, kelet | homokkő | Kazári Homokkő T. (Egyházassergei F.) | kora-miocén (kárpáti) | Hámor 1985 |
| 16 | Göd, Duna-part | bontott dácittufa | Tari Dácittufa F. | kora-miocén (kárpáti) | Jámbor et al. 1966 |
| 17 | Fót, északnyugat | bontott dácittufa | Tari Dácittufa F. | kora-miocén (kárpáti) | Jámbor et al. 1966 |
| 18 | Sáropatak, Botkő-bánya | hidrokvarcit (riolittóból) | Tokaji Vulkanit F. | középső-késő-miocén (késő-szarmata- pannóniai) | Gyarmati 1974 Hahn et al. 1998 |
| 19 | Kisörs, homokbánya | homok | Kállai Kavics F. | késő-miocén (pannóniai) | Krizsán P. 1963 Bence et al. 1999 |
| 20 | Fehérvárcsurgó, homokbánya | üveghomok | Kállai Kavics F. | késő-miocén (pannóniai) | Vecsernyés 1966 Bence et al. 1999 |
| 21 | Fonyód, magaspart | homok | Tihanyi T. (Újfalui Homokkő F.) | késő-miocén (pannóniai) | Sztanó et al. 2013 |
| 22 | Bükkábrány, lignitbánya | homok | Bükkaljai Lignit T. (Újfalui Homokkő F.) | késő-miocén-pleiocén (pannóniai) | Jaskó 1981 Hahn et al. 1998 |
| 23 | Veresegyház, délkelet | homok | Zagyvai F. | késő-miocén-pleiocén (pannóniai) | Jámbor et al. 1966 |

használtunk, és a keletkezett finomabb frakció eltávolításához 0,1 mm-es lyukátmérőjű szitán való átmosást alkalmaztunk. Ezután a kvarcdús részleg elkülönítése desztillált vizes átöblítést és szárítást követően nehézanyag (2,67 g/cm³ sűrűségű nátrium-polivolfurát, azaz SPT: Na₆[H₂W₁₂O₄₀]H₂O) segítségével történt. Végül a kvarc-

szemcséket 10 mm átmérőjű rozsdamentes acél mintatartó korongok (diszkek) közepére rögzítettük 5 mm átmérőjű területre szilikon olaj (spray) segítségével, úgy, hogy a szemcsék egyetlen réteget alkossanak. A minták előkészítése a törést és őrlést leszámítva a lumineszcens kormeghatározásra begyűjtött üledékek előkészítésével azonos lépé-

sekből állt, de nem sötétben, illetve gyenge vörös fény mellett történt, mint a kormeghatározás során, hanem normál laborvilágítás mellett, mivel ezeken a képződményeken nem akartunk OSL kormeghatározást végezni, hiszen ahhoz túlságosan idősek.

A 0,10–0,16 mm-es kvarcsezemcsékből álló szeparátumok OSL vizsgálatát az MBFSZ Risø TL/OSL DA–20 műszerével a SAR (Single Aliquot Regenerative Dose) OSL protokoll (WINTLE & MURRAY 2006) szerinti mérésekkel végeztük. Ennek során a lumineszcenciát kék fényű (470±20 nm) LED-ekkel történő megvilágítás gerjesztette, a lumineszcens fényt a közeli UV-tartományban (340±80 nm) Hoya U–340 szűrő közbeiktatásával PM-cső detektálta. Egyes tesztmérésekhez infravörös fényt (870±40 nm) használtunk. A műszerben a kvarc radioaktív besugárzását béta-sugárzást kibocsátó Sr–90 zárt sugárforrás végezte, melynek dózisteljesítménye a mérések idején 0,08 Gy/s volt. A kvarc OSL tulajdonságainak vizsgálata során hasonló méréseket alkalmaztunk, mint az OSL kormeghatározás folyamán. Ezeknek a méréseknek a részleteit egy korábbi publikációban ismertettük (THAMÓNÉ BOZSÓ & NAGY 2011). A kiértékelésnél az Analyst v.4.31.9 szoftvert is használtuk.

Vizsgáltuk többek között a kvarcsezemcsék OSL mérési görbéit (szignáljait) és növekedési görbéit. Az összehasonlíthatóság érdekében az OSL szignálok egy része lenullázás, azaz 280 °C-on történő megvilágítás, majd 16,6 Gy radioaktív besugárzás és 240 °C-os előmelegítés után került mérésre. Az OSL növekedési görbék az egyre növekvő radioaktív sugárzások hatására fellépő lumineszcenciát mutatják. Általában az OSL növekedése eleinte gyorsabb ütemű, lineáris, majd lassabb, exponenciális. A növekedési görbék előállítása során a kvarcsezemcsék „természetes” dózisének mérésére is sor került. Elvégeztük az OSL szignálok komponensekre bontását. Azt, hogy egy kvarcsezemcsék OSL mérésével pontosan meghatározható-e az ismert dózisu radioaktív laboratóriumi besugárzás nagysága, dózisz-visszamérési teszttel vizsgáltuk. A kvarcok OSL mérése során fellépő érzékenységváltozást három kvarcsezemcsék vizsgáltuk a kormeghatározásnál szokásos SAR–OSL protokollt negyvenszer ismételt ciklusban alkalmazva. A ciklusok során kék fényű megvilágítást, 26 Gy dózisu radioaktív besugárzást, az OSL mérések előtt 260 °C-os előmelegítést és 13 Gy teszt dózist alkalmaztunk. A minták úgy kerültek kiválasztásra, hogy kis, közepes és nagy intenzitású OSL-lel rendelkező kvarcsezemcsék is legyenek köztük. A kvarcfrakciók tisztaságát az OSL kormeghatározás során is alkalmazott infravörös-teszttel ellenőriztük. Ehhez a lumineszcenciát előbb infravörös, majd kék fényű megvilágítás után mértük. Egy kvarcsezemcsék akkor tekinthető tisztának az OSL szempontjából, ha az IR-fényre adott lumineszcenciája nem éri el a kék fényre adott lumineszcencia 10%-át. Ezt a tesztet minden egyes rész minta mérésekor a mérésorozat legvégén elvégeztük.

A kvarcsezemcséket polarizációs mikroszkóppal is tanulmányoztuk a szemcsék kanadabalzsamba (duktil) ágyazásával készült preparátumokon. A kristályrácshibákat okozó szennyeződések kimutatására a kvarcsezemcséken LA-

ICP-MS (lézeralblációs indukzív csatolású plazma tömegspektrométeres), valamint mikro-FTIR (Fourier Transform Infrared) és IR spektrometriai méréseket alkalmaztunk.

Az LA-ICP-MS vizsgálat kétkomponensű műgyantába (Araldite D) ágyazott, majd szilícium-karbiddal (SiC) megcsiszolt és gyémánttal polírozott kvarcsezemcséket készült. A mérések az MBFSZ Perkin Elmer Elan DRCII típusú ICP-MS műszeréhez csatolt New Wave UP 213 lézeralblációs feltét alkalmazásával történtek, ami „in-situ” és majdnem roncsolásmentes, ppm (mg/kg) szintű nyomelem-meghatározást tett lehetővé. Li–7, Be–9, B–11, Na–23, Al–27, Si–29, P–31, K–39, Ca–43, Ti–48, Ti–49, Fe–57, Ga–71, Ge–74, Y–89, Ba–138 és Pb–208 izotópok kerültek mérésre. Közülük a Si koncentrációjának meghatározása normálás céljából történt, ezért nem szerepel az eredmények között. A Be, B, Ca, Fe, Ga, Ge, Y és Pb koncentrációja a kimutatási határ alatt volt. A mérések során az izotópok koncentrációjának időbeli változását monitorozva a karakteres koncentrációváltozások zárványok jelenlétére utalnak. A zárványok felismerését az előzetes mikroszkópos átnézés is segítette. A közölt mérési eredmények a kvarcok zárványmentes helyein készültek. Külső sztenderdként a NIST610-et használtuk, belső sztenderdként a Si-29-et. Kontrollanyagként a BCR-2G és GSE-1G sztenderdeket mértük vizs-sza, amelyek referenciaértékei megbízhatóan 10%-on belül (0,28–9,97%) visszajöttek, kivéve a foszfort, de az is 29% relatív hiba alatt maradt. A kimutatási határ Pettke et al. (2012) módszerével került kiszámításra. A kiértékelések SILLS programmal történtek a kiugró értékek (spike-ok) eltávolításával.

Mikro-FTIR mérések húsz kvarcsezemcsék készültek egyrészt a Nemzeti Szakértői és Kutató Központban, másrészt az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Földtani és Geokémiai Intézetében Bruker Hyperion 1000 infravörös mikroszkóphoz csatlakoztatott Bruker Vertex 70 spektrométerrel. A legtöbb kvarcsezemcséből 5, néhány esetben 6 vagy 2 szemcsé mérése történt további előkészítés nélkül, CaF₂ tárgylemezre helyezve. Négy kvarcsezemcsék porított, majd fél órára szárítószekrénybe (70–80 °C) helyezett anyagán IR spektrometriai vizsgálat készült az MBFSZ Bruker Vertex 70 spektrométeréhez csatlakoztatott Bruker Platinum ATR-egységgel, MCT-B detektor alkalmazásával. A spektrumok kiértékelése OPUS® szoftverrel történt többek között KOVÁCS et al. (2008) és SAMBRIDGE et al. (2008) eredményeinek figyelembevételével. A mikro-FTIR és IR spektrumok feldolgozása során az első lépés az atmoszferikus kompenzáció volt, ezután a megfelelő minőségű spektrumok átlagolása következett, az erős vízgőzjelet tartalmazó vagy kontaminált minták kizárásával. Majd az OPUS „concave rubberband” háttér korrekcióját használtuk az átlagra (64 illesztési pont és 2 iteráció). A mikro-FTIR esetében az átlag „szemcsé” effektív vastagságának becslése a Si–O rezgések alatti terület alapján BIRÓ et al. (2016) módszerét felhasználva, a szerkezeti hidroxil abszolút mennyiségének meghatározása THOMAS et al. (2009), a molekuláris víz meghatározása KATS et al. (1962) kioltási együtthatói segítségével történt. A szerkezeti hidroxiltartalom meghatá-

rozása esetében ($\text{Si}^{4+} \rightarrow \text{Al}^{3+} + \text{H}^+$) a sávok integrálása 3462 és 3280 cm^{-1} közötti B típusú integrációval történt. A molekuláris víz koncentrációja zárványokban 3764 és 3000 cm^{-1} közötti B típusú integrállal került becslésre. A porított kvarc-szeparátumokon végzett IR spektrometriai mérések kiértékelése során a relatív víztartalom meghatározása a 3728 és 3080 cm^{-1} közötti szakasz B típusú integrálásával számolt sávterület alapján történt. Azonban az ezt a szakaszt jellemző rendkívül kis intenzitások miatt a mikro-FTIR mérések alapján elkülönített víztípusokat nem lehetett megfigyelni.

A kvarcok jellemzőit termoanalitikai elemzésekkel is vizsgáltuk huszonegy szeparátumon az MBFSZ NETZSCH STA 449 F5 Jupiter automata mintaváltós berendezésével a kvarc vizsgálatára alkalmas differenciális pásztázó kalorimetria (Differential Scanning Calorimeter, azaz DSC) módszerrel. A DSC mérésekkel az α -kvarc és β -kvarc módosulatok közötti átmenetet vizsgáltuk, amely gyors endoterm reakció, és elvileg 573 °C-on játszódik le (KOCH & SZTRÓKAY 1967). Mivel az átalakulás reverzibilis, ezért a hűtés során lezajló exoterm reakció DSC-jelei is detektálásra kerültek. A kvarc mellett megjelenő egyéb fázisok kimutatásához termogravimetriát (TG) alkalmaztunk. A kiértékelés során a berendezéshez kifejlesztett Proteus Analysis szoftvert használtuk.

Hat kvarc-szeparátumon készült röntgen-pordiffrakciós elemzés, azokon amelyekről feltételezhető volt, hogy nem teljesen tiszták, és amelyekből elegendő anyag állt rendelkezésre a mérés elvégzéséhez. A felvételek az MBFSZ Röntgen Laboratóriumában Philips PW 1730 diffraktométerrel, XDB Power Diffraction Phase Analytical System 2.7 version számítógépes vezérlő rendszerrel készültek. A felvételi körülmények a következők voltak: Ni–Al ötvözetből álló mintatartó, Cu-antikatód, 40 kV és 30 mA csőáram, grafit monokromátor, goniómersebesség 2°/perc, mérési

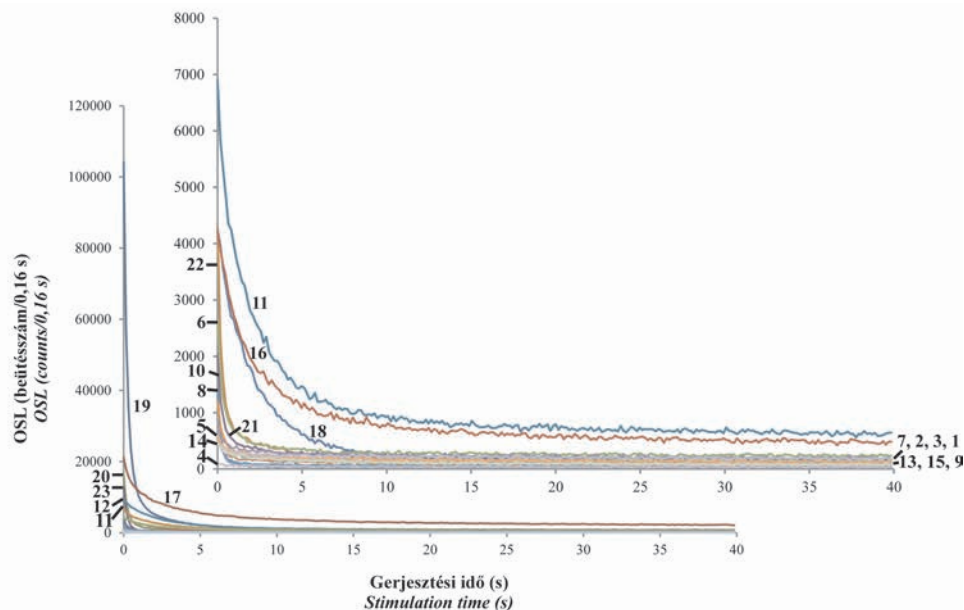
tartomány 2–66° 2 θ . A diffraktogramok kiértékelését a PDF (Powder Diffraction File) adatbázis segítette. Az ásványos összetételt az egyes ásványokra jellemző reflexiók relatív intenzitása és az ún. kísérleti korund-faktorok (Klug & Alexander 1954) alapján számítottuk. A mennyiségi összetételt az XDB Power Diffraction Phase Analytical System 2.7 szoftverrel értékeltük ki.

A képződmények radioaktív U-, Th- és K-koncentrációját gamma-spektrometriai mérések alapján határoztuk meg. Ehhez a minták előkészítése a magmás, metamorf és üledékes kőzetek esetében törésből, majd max. 1 mm-es méretre őrlésből és szárításból állt. Az üledékek esetében csak az 1 mm-nél nagyobb szemcséket kellett őrlölni, majd az egész üledékanyagot szárítani. A mérések Canberra–Packard hordozható, nagy spektrális érzékenységű, folyékony nitrogénnel hűtött HpGe félvezető detektorral készültek. Tizenkét minta Marinelli-edénybe töltve került lemérésre, a többi minta mennyisége csak kisebb mintatartó alkalmazását tette lehetővé. Az utóbbi kis tömegű minták U-, Th- és K-koncentráció-értékeinek kiszámítása szimulált hatásfokérték segítségével történt (THAMÓNÉ BOZSÓ et al. 2017).

Vizsgálati eredmények

Lumineszcens mérési eredmények

A vizsgált képződményekből szeparált kvarcfrakciók tipikus OSL mérési görbéit a 2. ábra mutatja be. Az OSL intenzitások átlag értékeit és szórását a II. táblázat tartalmazza úgy, hogy a kezdeti 0,8 másodperc során mért lumineszcenciából a háttér kivonásra került. Eszerint a legerősebb OSL-lel (~245 000±31 000) a Kállai Kavics Formáció Kisörsről gyűjtött homokmintájának a kvarc-szeparátuma



2. ábra. A vizsgált kvarc-szeparátumok tipikus OSL szignáljai 280 °C-on történt megvilágítás, majd 16,6 Gy radioaktív besugárzás és 240 °C előmelegítés után mérve (Mintakódok jelentése az I. táblázatban)

Figure 2. Typical OSL signals of the studied quartz separates after illumination on 280 °C, then 16.6 Gy irradiation and 240 °C preheat (Meaning of code numbers is in Table I)

II. táblázat. A vizsgált képződményekből szeparált kvarcok OSL intenzitása (n: lemért részminták száma, F: Formáció, T: Tagozat)

Table II. OSL intensity of quartz fractions of the studied rocks and sediments (n: number of the measured aliquots, F: Formation, T: Member)

| Minta Sample | n | OSL intenzitás OSL intensity |
|---|---|---------------------------------|
| Tolvajárki Leukofillit T. (Sopron) | 5 | 592±192 |
| Sopronbánfalvi Gneisz F. (Sopron) | 5 | 1271±273 |
| Vöröshídi Csillámpala F. (Brennbergbánya) | 5 | 2828±1333 |
| Mórággyi Gránit F. (Mórággy) | 5 | 373±149 |
| Velencei Gránit F. (Sukoró) | 5 | 8432±7598 |
| Balatonfelvidéki Homokkő F. (Balatonrendes) | 5 | 6547±1886 |
| Bajnai T. (Lábatlan) | 5 | 1384±254 |
| Tokodi F. idősebb része (Tatabánya) | 5 | 2979±2435 |
| Tokodi F. fiatalabb része (Tokodaltáró) | 5 | 1123±285 |
| Hárshegyi Homokkő F. (Budapest) | 5 | 2213±626 |
| Törökbálinti Homokkő F. (Tokodaltáró) | 5 | 26733±11577 |
| Törökbálinti Homokkő (Göd) | 5 | 16216±13827 |
| Csatkai F. (Mór) | 5 | 4797±3223 |
| Gyulakeszi Riolitufa F. (Kazár) | 3 | 2367±1723 |
| Kazári Homokkő T. (Kazár) | 2 | 968±1147 |
| Tari Dácittufa F. (Göd) | 3 | 8705±6458 |
| Tari Dácittufa F. (Fót) | 5 | 36489±20429 |
| Tokaji Vulkanit F. (Sárospatak) | 4 | 9815±5267 |
| Kállai Kavics F. (Kisörs) | 5 | 244843±30924 |
| Kállai Kavics F. (Fehérvárcsurgó) | 5 | 40309±11138 |
| Tihanyi T. (Fonyód) | 5 | 3119±1301 |
| Bükkaljai Lignit T. (Bükkábrány) | 6 | 5583±2170 |
| Zagyvai F. (Veresegyház) | 5 | 8155±9864 |

rendelkezik. Erős, fényes OSL-t (átlagosan ~26 700–40 300) adnak a kvarcok a Kállai Kavics Formáció fehérvárcsurgói homokjában, a Tari Dácittufa fóti mintájában és a Törökbálinti Homokkő mintáiban. Közepes erősségű (átlagosan ~5600–9800) az optikailag gerjesztett lumineszcenciája a kvarcoknak a Tokaji Vulkanit riolitban előforduló hidrokvarcitjában (Sárospatak), a Tari Dácittufa gödi mintájában, a Velencei Gránitban (Sukoró), a Zagyvai Formációban (Veresegyház), a Balatonfelvidéki Homokkőben (Balatonrendes) és a Bükkaljai Lignit Tagozat homokjában (Bükkábrány). A többi képződményből szeparált kvarcok csak gyenge, halvány OSL fényűek. A leggyengébb az OSL-je a Mórággyi Gránit (Mórággy) és a Tolvajárki Leukofillit (Sopron) kvarcsemcséinek. Annak ellenére, hogy az egyes kvarcseparátumokból lemért kis részminták nagyjából ugyanakkora tömegűek voltak, az OSL intenzitásuk nagy szórást mutatott (II. táblázat).

Az OSL mérési görbék lefutása a normalizált görbék segítségével (elektronikus melléklet 1. ábra) is összehasonlítható (amikor az egyes OSL szignálok kezdeti értékét 1-nek vettük, és ahhoz viszonyítottuk a görbe további mérési pontjainak értékeit). Eszerint a Zagyvai, a Kállai, a Csat-

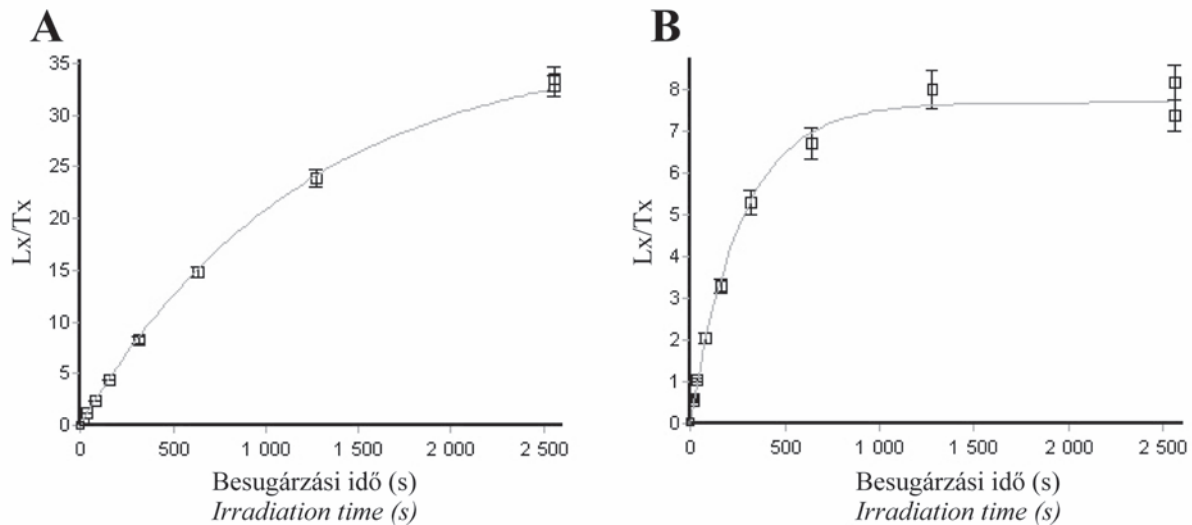
kai Formációk és a Bükkaljai Lignit homokja, valamint a Hárshegyi Homokkő kvarcseparátumainak a lumineszcenciája csökken a leggyorsabban (elektronikus melléklet 1. ábra A diagramja), ami kedvező a kormeghatározás szempontjából. A kvarcseparátumaink OSL szignáljainak komponensekre bontása (dekonvolúciója) alapján kiderült, hogy a feljebb említett leggyorsabban csökkenő lumineszcenciát adó minták OSL-jében a gyors komponens részaránya 82–93%, a közepes komponensé 6–12%. Az OSL leglassabb csökkenését és a mérési idő késői szakaszában is arányaiban magas szintjét a Mórággyi Gránit, a Tolvajárki Leukofillit és a Vöröshídi Csillámpala kvarcseparátumainál lehetett megfigyelni. Ezekben a gyors komponens részaránya kisebb volt (18–45%). Ugyanakkor a Tokaji Vulkanit és a Tokodi Formáció fiatalabb részének kvarcseparátumai lassan csökkenő OSL jelet adtak annak ellenére, hogy a gyors OSL komponens aránya elérte bennük a 80%-ot.

A vizsgált minták tipikus növekedési görbéi a 3. ábrán láthatók. A kvarcseparátumok zömére az OSL fokozatos növekedése jellemző az egyre nagyobb radioaktív besugárzások hatására (3. ábra A). Néhány minta azonban kezdeti igen gyors növekedést mutatott, majd szinte leállt a növekedés (3. ábra B), ilyenek a Sopronbánfalvi Gneisz, a Hárshegyi Homokkő, a Csatkai Formáció és a Tokaji Vulkanit kvarcseparátumai. A többi mintától teljesen eltérően viselkedett a Mórággyi Gránit kvarca, amely nagyon gyenge és alig változó OSL-t adott az egyre növekvő radioaktív besugárzások után.

A növekedési görbék előállításánál a szeparátumok „természetes” dózisének mérése alapján kiderült, hogy a szokásos laborvilágítás mellett végzett mintaelőkészítés után is maradt valamennyi egyenérték dózis (D_0) a kvarcokban, vagyis a lumineszcenciájuk nem nullázódott le teljesen a fény hatására, mivel az OSL-ért felelős csapdáik nem ürültek ki teljesen. A kvarcseparátumokban a fénynél végzett mintaelőkészítés után 0,08 és 12,28 Gy közötti egyenérték dózis maradt. A legkisebb, 0,7 Gy alatti értékek a Hárshegyi Homokkő, a Zagyvai, a Kállai Kavics és a Tokaji Vulkanit Formációk kvarcaiban jelentkeztek. A legnagyobb maradék egyenérték dózissal a Tolvajárki Leukofillit, a Csatkai Formáció és a Velencei Gránit kvarcsemcséi rendelkeztek.

A dózisvizsgáló tesztek eredményei szerint a vizsgált kvarcseparátumok közül csak a Kállai Kavics homokjai, a Csatkai Formáció homokja, a Hárshegyi Homokkő, a Törökbálinti Homokkő, a Zagyvai Formáció és a Tokodi Formáció fiatalabb részéből gyűjtött minta kvarcai megfelelőek, mivel ezek esetében a mért dózis és a besugárzási dózis hányadosa az $1,0 \pm 0,1$ intervallumon belül van. A többi kvarcseparátum 0,28 és 0,90, illetve 1,10 és 2,53 közötti értékeket adott.

Az infravörös-teszt alapján a legtöbb szeparátum teljesen tiszta kvarcnak bizonyult, de voltak kissé szennyezett minták (Velencei Gránit, Tokodi Formáció, Bajnai Tagozat, Tihanyi Tagozat, Zagyvai Formáció, Tolvajárki Leukofillit kvarcseparátumai), és a sort a Mórággyi Gránitból szeparált kvarcfrakció zárja, amely a legkevésbé tiszta.



3. ábra. A vizsgált kvarcseparátumok tipikus növekedési görbéi

A) fokozatosan növekvő görbe, amely a minták többségére jellemző a Zagya Formáció kvarcának példáján; B) eleinte gyorsan növekvő, majd alig változó növekedési görbe, amely a kvarc viszonylag kis radioaktív sugárdózis hatására történő telítődésével jár a Sopronbánfalvi Gneisz, a Hárshegyi Homokkő, a Csatkai Formáció, és a Tokaji Vulkanit Formáció kvarcseparátumai esetében, a Hárshegyi Homokkő kvarcának példáján. 1 s besugárzási idő ~0,8 Gy dózissal felel meg

Figure 3. Typical OSL growth curves of the studied quartz separates

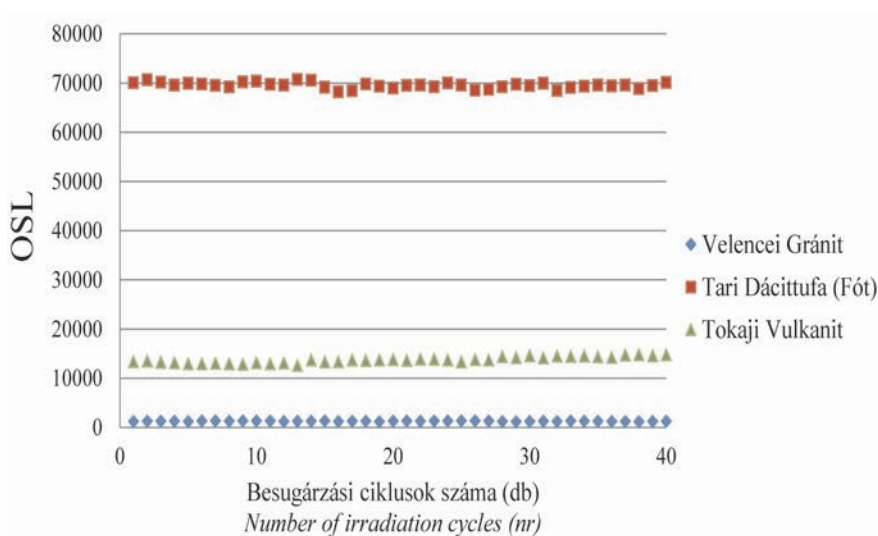
A) gradually increasing curve, which characterises most of the samples, example is the quartz of the Zagya Formation; B) first quickly increasing then very slightly changing growth curve with the saturation of the quartz due to relatively low radioactive radiation dose in the case of the quartz separates of the Sopronbánfalva Gneiss, Hárshegy Sandstone, Csátka Formation and Tokaj Volcanite Formation, example is the quartz of the Hárshegy Sandstone. 1 s irradiation time corresponds to ~0.8 Gy dose

Az érzékenységváltozás vizsgálatának eredményei szerint a kis OSL intenzitást adó Velencei Gránit kvarcának az érzékenysége ingadozó volt (4. ábra). A közepes OSL intenzitású Tokaji Vulkanitból való hidrokvarcit kvarcának érzékenysége a többszöri megvilágítás, besugárzás és melegítés után kissé növekvő tendenciát mutatott, míg a fényes OSL-t adó Tari Dácittufa kvarca esetében alig lehetett érzékenységváltozást tapasztalni.

Polarizációs mikroszkópos vizsgálati eredmények

A polarizációs mikroszkópos vizsgálat szerint a separátumokban a kvarc monokristályok domináltak, kivéve a Tokaji Vulkanit hidrokvarcitjának separátumát, amely főként mikrokristályos kvarcból állt. Alárendelten polikristályos kvarcsejtsékek is megjelentek az üledékes minták nagy részében, legnagyobb arányban a Hárshegyi Homokkő separátumában. Jellegzetes gömbölyű formájú, felületükön visszoldott (rezorbeált) tufa eredetű kvarcok is előfordultak a vulkanitok separátumain kívül a Törökbálinti Homokkő mintáiban, a Bükkaljai Lignit homokjában és a Csatkai Kavics homokjában.

A kvarcsejtsékek nagy része zárványmentes volt, de apró (5–10 μm -es) opak zárványokat tartalmazók minden separátumban akadtak. Előfordultak nagyobb (>50 μm -es) opakásvány zárványok is (Csatka Formáció, Tari Dácittufában főtí mintája, Kállai Kavics fehérvárcsurgói homokja, Újfalu Homokkő mintái, Zagya Formáció homokja). Az apró zárványok között cirkont (Tokodi Formáció idősebb része, Törökbálinti Homokkő, Csatka Formáció, Gyulakeszi Riolittufa, Tari Dácittufa, Kállai Kavics



4. ábra. Néhány kvarcseparátum érzékenység-változása többszöri, 280 °C-on történt kék fényű megvilágítás, azonos dózissal (26 Gy) radioaktív besugárzás és előmelegítés (260 °C) hatására

Figure 4. Sensitivity changes of a few quartz separates after repeated blue light illumination on 280 °C, irradiations with the same dose (26 Gy) and preheat (260 °C)

fehérvárcsurgói homokja), rutilt (Csatka Formáció, Tari Dácittufa fóti mintája, Újfalu Homokkő mintái), csillámot (Tolvajárki Leukofillit), földpátot (Tari Dácittufa fóti mintája) és kianitot (Zagyvai Formáció) lehetett azonosítani.

Kevés muszkovit szennyezte a szeparátumokat a Tolvajárki Leukofillit, a Sopronbánfalvi Gneisz, a Vöröshídi Csillámpala, a Mórágai Gránit és a Tokodi Formáció fiatalabb mintája esetében. Bontott földpátokat a Vöröshídi Csillámpala, a Mórágai Gránit, a Törökbálinti Homokkő (Tokodaltáró), a Csatka Formáció, a Tari Dácittufa (Göd), a Tihanyi Tagozat és a Zagyvai Formáció szeparátumai tartalmaztak. Kőzetüveg a Tari Dácittufa fóti mintájában, kőzettöredékek a Vöröshídi Csillámpala, a Tokodi Formáció fiatalabb mintája, a Csatka Formáció, a Kállai Kavics kisörsi homokja, a Bükkaljai Lignit homokja és a Zagyvai Formáció szeparátumaiban fordultak elő.

LA-ICP-MS mérési eredmények

A műgyantába ágyazott, megcsiszolt és polírozott kvarcsemetse metszeteien készült LA-ICP-MS mérések eredményei szerint Li, Na, Al, P, K, Ti és Ba szennyezi az általunk vizsgált képződmények kvarcsemetseit. Ezek koncentrációja egy-egy kvarcsemetse belsejében több-kevesebb szórást mutat (*elektronikus melléklet I. táblázat*).

A mérési eredmények szerint az átlagértékeket tekintve a kimutatott szennyező elemek legnagyobb együttes koncentrációja (átlagosan ~820–970 ppm) a Mórágai Gránitból, a Tokodi Formáció idősebb részéből, a Tolvajárki Leukofillitből, a Vöröshídi Csillámpalából és a Hárshegyi Homokkőből szeparált kvarcsemetsekre jellemző. Mennyiségileg a legkevesebb szennyezőt (átlagosan ~230–270 ppm) a Zagyvai Formáció és a Tari Dácittufa mintáinak kvarcsemetsei tartalmazták.

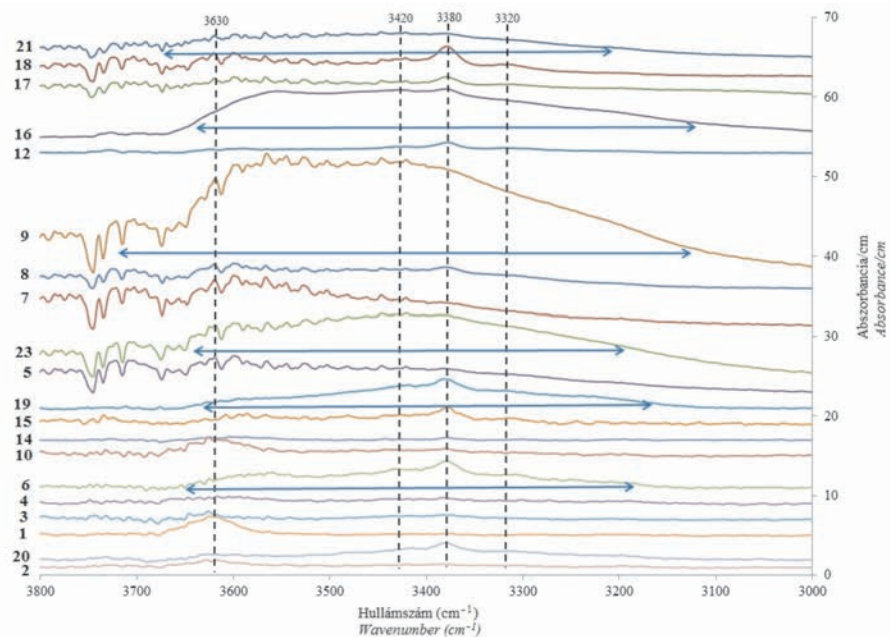
Infravörös spektrometriai mérési eredmények

A mikro-FTIR mérések során a vizsgált kvarcsemetsekben a leggyakoribb spektrális bélyeg a Si^{4+} -iont helyettesítő $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$ volt, amelyhez a 3420, 3380 és 3320 cm^{-1} -nél jelentkező triplet köthető (szerkezeti hidroxil, ahol a H^+ a tetraéder csúcsán lévő oxigénhez kapcsolódik, és hidroxil gyököt hoz létre). A szerkezeti hidroxil pontos becslését néhány minta esetében a molekuláris víz széles sávjai zavarták és vezettek a túlbecsléséhez. A másik gyakori komponens a 3800–3000 cm^{-1} között jelentkező hosszú elnyúlt elnyelési sávval megjelenő mole-

kuláris víz, amely (nano-)zárványokban található. Pontos becslését az atmoszférikus interferencia folyamán 3500-nál magasabb hullámszámmal megjelenő „fésűs” vízgőz eredetű sávok befolyásolták. A harmadik valószínű előfordulása a víznek a 3630 cm^{-1} -nél megjelenő sáv, amely feltehetően valamilyen víztartalmú ásványhoz (agyagásvány, csillám) kapcsolódik, és néhány minta esetében kifejezetten nagy intenzitással jelentkezik (Tolvajárki Leukofillit, Hárshegyi Homokkő, Sopronbánfalvi Gneisz).

A vizsgált minták kvarcsemetseinek normalizált mikro-FTIR spektrumait az 5. ábra mutatja, a spektrumok mennyiségi kiértékelését a III. táblázat tartalmazza. A minták közül jelentős AIOH szerkezeti hidroxiltartalommal rendelkeznek a következő képződményekből való kvarcok: Tokaji Vulkanit hidrokvartitja (25 ppm), Balatonfelvidéki Homokkő (25 ppm), Kállai Kavics kisörsi homokja (21 ppm), Kazári Homokkő (17 ppm), Tari Dácittufa gödi mintája (16 ppm), és Kállai Kavics fehérvárcsurgói homokja (15 ppm). A többi mintában kevesebb az AIOH szerkezeti hidroxil, illetve a kimutatási határ alatt van, ami esetünkben kb. 6 ppm. Bár a III. táblázat szerint a Tokodi Formáció fiatalabb részéből (30 ppm) és a Zagyvai Formációból (20 ppm) vizsgált kvarcsemetsek is jelentős mennyiségű AIOH szerkezeti hidroxil tartalmaznak, azonban ezek durván túlbecslült értékek, mert a jelentős molekuláris víztartalom miatt az integrálási módszerből eredően nagyobb területek adódtak. A normalizálás után valójában ezeken a spektrumokon alig felismerhetően jelentek meg a 3420, 3380 és 3320 cm^{-1} sávok, azaz nagyjából inkább a kimutatási határ környékén voltak.

A molekuláris víztartalom esetében három minta kvarc-



5. ábra. A vizsgált képződmények kvarcsemetseinek normalizált mikro-FTIR spektrumai (Jellemző elnyelési sávok: 3420, 3380 és 3320 cm^{-1} – AIOH szerkezeti hidroxil; 3630 cm^{-1} – víztartalmú szilikátok; nyílak – molekuláris víz; mintakódok jelentése az I. táblázatban)

Figure 5. Normalized Micro-FTIR spectra of the quartz grains from the studied formations (Characteristic absorbance bands: 3420, 3380 and 3320 cm^{-1} – AIOH structural hydroxyl; 3630 cm^{-1} – hydrous silicate; arrows – molecular water; meaning of code numbers is in Table I)

III. táblázat. A vizsgált képződmények kvarcainak AIOH szerkezeti hidroxil- és víztartalma a mikro-FTIR mérési eredmények alapján

Table III. AIOH structural hydroxyl and water contents of quartz in the studied formations based on Micro-FTIR measurements

| Minta Sample | Koncentráció* (H ₂ O ppm tömeg%) Concentration (H ₂ O ppm wt%) | |
|----------------------------------|---|---------------------|
| | OH** | H ₂ O*** |
| Tolvajárki Leukofillit T. | 0 | 22 |
| Sopronbánfalvi Gneisz F. | 4 | 18 |
| Vöröshídi Csillámpala F. | 5 | 5 |
| Mórágai Gránit F. | 6 | 28 |
| Velencei Gránit F. | 6 | 77 |
| Balatonfelvidéki Homokkő F. | 25 | 81 |
| Bajnai T. (Dorogi F.) | 4 | 61 |
| Tokodi F. idősebb része | 11 | 65 |
| Tokodi F. fiatalabb része | (30) | 517 |
| Hárshegyi Homokkő F. | 6 | 23 |
| Törökbálinti Homokkő F. (Göd) | 9 | 30 |
| Gyulakeszi Riolituffa F. | 4 | 7 |
| Kazári Homokkő T. | 17 | 27 |
| Tari Dácittufa F. (Göd) | 16 | 273 |
| Tari Dácittufa F. (Fót) | 9 | 53 |
| Tokaji Vulkanit F. | 25 | 55 |
| Kállai Kavics F. (Kisörs) | 21 | 110 |
| Kállai Kavics F. (Fehérvárcurgó) | 15 | 51 |
| Tihanyi T. | 10 | 105 |
| Zagyvai F. | (20) | 276 |

Jelmagyarázat: dőlt betű: kimutatási határ alatti érték; zárójel: valószínűleg túlbecsült érték; *: koncentrációk ~20% bizonytalansággal; **: a hidroxil kimutatási határa ~6 ppm tömeg%; ***: a (nano-) zárványokban lévő molekuláris víz kimutatási határa ~50 ppm tömeg%.

Legend: italics: below the limit of detection; brackets: probably overestimated value; *: the concentrations bear ~20% uncertainty; **: detection limit for structural hydroxyl is ~6 ppm wt%; ***: detection limit for molecular water in (nano-) inclusions is ~50 ppm wt%.

szemcséi mutattak kifejezetten nagy értéket. Ezek a Tokodi Formáció fiatalabb részéből (517 ppm), a Zagyvai Formációból (276 ppm) és a Tari Dácittufa gödi mintájából (273 ppm) valók. Viszonylag nagy a víztartalma a kvarcselemeknek a Kállai Kavics kisörsi homokjában (110 ppm), az Újfalui Homokkő Tihanyi Tagozatában (105 ppm) és a Balatonfelvidéki Homokkőben (81 ppm) is. A molekuláris víz kimutatási határa jelen esetben 50 ppm környékén van, így a többi mintában a kimutatási határ közeliek vagy az alattiak a koncentrációk.

A néhány porított kvarcseparátumon végzett IR spektrometriai mérés alapján a H₂O legnagyobb sávterülettel a Bükkábrányi Lignit Tagozat és a Csatkai Formáció homok-

jainak kvarcfrakciójában jelentkezett (a görbe alatti terület 0,45 és 0,25). Az Újfalui Homokkő Tihanyi Tagozata esetében kisebb érték adódott (0,08), míg a Törökbálinti Homokkő Tokodaltárónál gyűjtött homokjának kvarcfrakciója nem adott értékelhető eredményt. Eszerint az első két kvarcseparátumban jelentősebb a víztartalmú fázisok (agyagásvány vagy csillám) jelenléte, a másik két mintában ezek koncentrációja a kimutatási határ közelében vagy az alatt van.

Termoanalitikai mérési eredmények

A minták nagy részének DSC mérési görbéi nagyon hasonló lefutásúak (elektronikus melléklet 2. ábra), de a Tari Dácittufa mintái és a Tokaji Vulkanit kvarcfrakciója eltérést mutat, aminek az az elsődleges oka, hogy ezekből a többi mintához képest csak kisebb mintamennyiség állt rendelkezésre a mérés elvégzéséhez. A termoanalitikai mérések során a két kvarcváltozat közötti átmenet az elméleti értéktől kissé eltérőnek, 0,2–0,5%-kal nagyobbak adódott.

A termogravimetriai mérések eredményei szerint a kvarcseparátumok zöme csak kvarcot tartalmaz, míg egyes minták nem teljesen tiszták, mivel víz, hidroxil és más, hő hatására illó fázis is kimutatható volt belőlük. Ezek elsősorban agyagásványok jelenlétével függenek össze. Ilyen a Törökbálinti Homokkő gödi mintája (4,12% H₂O; 1,78% OH⁻), a Mórágai Gránit (3,08% H₂O; 2,45% OH⁻; 0,13% illó), a Velencei Gránit (0,88% H₂O; 4,07% OH⁻) és a Balatonfelvidéki Homokkő (1,09% H₂O) kvarcseparátuma.

Röntgen-pordiffrakciós mérési eredmények

A vizsgálatra kiválasztott, feltételezhetően nem teljesen tiszta hat kvarcseparátum közül négyben a kvarc részaránya elérte, illetve meghaladta a 92%-ot (Balatonfelvidéki Homokkő 96%, Tolvajárki Leukofillit 95%, Hárshegyi Homokkő 93%, Velencei Gránit 92%). Kisebb kvarctartalommal rendelkezett a Mórágai Gránit (80%) és a Törökbálinti Homokkő (77%) kvarcseparátuma. Az utóbbi két mintában a kvarcfrakciót elsősorban szemektit, illetve csillám szennyezte, valamint klorit, amfibol és kérdéses ásványok (anatáz?, krisztobalit?, osarizawait?, bassanit?) is előfordultak bennük. A kérdéses ásványok jelenlétének igazolására további vizsgálatok szükségesek (pl. elektronmikroszkópos vizsgálat).

Gamma-spektrometriai mérési eredmények

A vizsgált kvarcokat befoglaló mintákon végzett gamma-spektrometriai mérések alapján számított U-, Th- és K-koncentrációértékeket a IV. táblázat tartalmazza. Az urán részaránya a Kazári Homokkőben a legnagyobb, 8,66 ppm, majd a Vöröshídi Csillámpala, a Gyulakeszi Riolituffa, a Balatonfelvidéki Homokkő, a Mórágai és a Velencei Gránit, illetve a Tolvajárki Leukofillit következik (4,19–6,32 ppm). A legkisebb U-koncentrációk a Bajnai Tagozat homokjára, a Zagyvai Formációra és a Tihanyi Tagozatra jellemzők (0,50–1,56 ppm). A vizsgált minták közül a legnagyobb tóriumtartalom (42,42 ppm) a Mórágai Gránitban jelent-

IV. táblázat. A vizsgált képződmények U-, Th- és K-koncentrációja a gamma-spektrometriai mérések alapján

Table IV. U, Th and K content of the studied formations based on gamma spectrometry measurements

| Minta Sample | Tömeg Mass (g) | U (ppm) | Th (ppm) | K (tömeg %) |
|---------------------------------------|----------------------|------------|-------------|----------------|
| Tolvajárki Leukofillit T. | 64,1 | 4,19±0,17 | 9,36±0,47 | 4,33±0,04 |
| Sopronbánfalvi Gneisz F. | 54,8 | 2,73±0,12 | 3,31±0,70 | 6,41±0,06 |
| Vöröshídi Csillámpala F. | 57,6 | 6,32±0,21 | 24,70±0,96 | 3,86±0,04 |
| Mórággyi Gránit F. | 50,4 | 4,69±0,36 | 42,42±1,02 | 4,07±0,04 |
| Velencei Gránit F. | 998,0 | 4,67±0,03 | 23,14±0,11 | 3,78±0,02 |
| Balatonfelvidéki Homokkő F. | 60,3 | 5,12±0,20 | 14,80±0,68 | 0,94±0,01 |
| Bajnai T. | 1009,0 | 0,5±0,01 | 1,52±0,04 | 0,80±0,01 |
| Tokodi F. idősebb része | 754,0 | 3,64±0,03 | 6,85±0,07 | 0,71±0,01 |
| Tokodi F. fiatalabb része | 827,0 | 1,95±0,02 | 4,42±0,06 | 0,69±0,01 |
| Hárshegyi Homokkő F. | 76,7 | 1,95±0,09 | 2,85±0,31 | 0,41±0,00 |
| Törökbálinti Homokkő F. (Tokodaltáró) | 813,8 | 1,83±0,02 | 4,97±0,08 | 1,00±0,01 |
| Törökbálinti Homokkő F. (Göd) | 572,2 | 2,86±0,03 | 8,32±0,10 | 1,48±0,02 |
| Csatkai F. | 589,8 | 2,7±0,03 | 6,38±0,12 | 1,23±0,02 |
| Gyulakeszi Riolituffa F. | 62,2 | 5,9±0,20 | 25,53±0,70 | 3,13±0,03 |
| Kazári Homokkő T. | 76,5 | 8,66±0,23 | 24,53±0,66 | 1,70±0,02 |
| Tari Dácituffa F. (Göd) | 444,2 | 3,17±0,04 | 12,81±0,13 | 1,39±0,02 |
| Tari Dácituffa F. (Fót) | 699,3 | 2,46±0,03 | 13,31±0,11 | 1,77±0,02 |
| Kállai Kavics F. (Kisörs) | 92,8 | 2,82±0,13 | 3,93±0,27 | 0,40±0,04 |
| Kállai Kavics F. (Fehérvárcsurgó) | 83,7 | 1,87±0,11 | 1,72±0,17 | 0,58±0,01 |
| Tihanyi T. | 800,4 | 1,56±0,02 | 5,20±0,07 | 1,19±0,01 |
| Bükkaljai Lignit T. | 894,7 | 2,59±0,03 | 3,72±0,07 | 1,24±0,01 |
| Zagyvai F. | 874,4 | 1,23±0,02 | 3,81±0,05 | 0,75±0,01 |

kezett, amit a Gyulakeszi Riolituffa, a Vöröshídi Csillámpala, a Kazári Homokkő és a Velencei Gránit követ 23,14 és 25,53 ppm közötti koncentrációkkal. A Th a Bajnai Tagozatban és a Kállai Formáció fehérvárcsurgói üveghomokjában volt a legkevesebb. A káliumtartalmat tekintve a Sopronbánfalvi Gneisz vezeti a sort 6,41 tömeg%-kal, amit a Tolvajárki Leukofillit, a Mórággyi Gránit, a Vöröshídi Csillámpala, a Velencei Gránit és a Gyulakeszi Riolituffa követ (3,13–4,33 tömeg%). A Kállai Kavics homokjaiban és a Hárshegyi Homokkőben jelentkeztek a legkisebb K-koncentrációértékek.

Diszkusszió

A vizsgált képződményekből szeparált kvarcfrakciók nagyjából azonos tömegű kis részmintái változó intenzitású OSL-t adtak (II. táblázat). Ez nem meglepő az üledékek esetében, mivel számos mérési adat szerint az üledékek kvarcseparátumaiból kivett részminták nagyon eltérő OSL érzékenységgel rendelkeznek (pl. MURRAY & WINTLE 2000, 2003). (A lumineszcens érzékenység az egységnyi tömegű

anyag egységnyi radioaktív sugárdózis hatására adott lumineszcens fényének az intenzitásával fejezhető ki, pl. SHARMA et al. 2017). A magmás és metamorf kőzetek kvarcai esetében is nagy változékonyságot figyeltek meg a kvarcseparátumok lumineszcens tulajdonságaiban, lumineszcens érzékenységében (RHODES 2007). Sőt, egyetlen kvarckristály kisebb darabjainak OSL jellemzői, illetve OSL érzékenysége is nagy különbségeket mutatott (ADAMEIC 2000). Ennek a jelenségnek az okát az üledékek esetében a kvarcseparátumok egyenkénti OSL mérésével derítették ki. DULLER et al. (2000) megállapították, hogy az OSL változékonyságát a szemcsék lumineszcens érzékenységének és telítődési jellemzőinek változékonysága eredményezi. Esetükben a vizsgált kvarcseparátumok által kibocsátott lumineszcencia 95%-a nagyjából a szemcsék 5%-ától származott, vagyis arányaiban kevés kvarcseparátum adott lumineszcenciát.

Az általunk vizsgált kvarcseparátumok felét nagy és közepes intenzitású OSL jellemez. Ezek főként üledékes képződmények (Kállai Kavics homokjai, Törökbálinti Homokkő, Zagyvai Formáció, Balatonfelvidéki Homokkő, Bükkaljai Lignit homokja), részben vulkanitok (Tokaji Vulkanit hidrokvartcitja, Tari Dácituffa mintái). Az említett üledékes képződmények közé többnyire azok tartoznak, amelyek többszöri üle-

dékes áthalmozódáson eshettek át a képződésük során. A gyenge, kis intenzitású OSL-t kibocsátó kvarcok metamorf és mélységi magmás kőzetekből valók, valamint a Gyulakeszi Riolituffából és egyes üledékes képződményekből.

Az OSL szignálokban a csapdák kiürülése, illetve a lumineszcens fény időbeni megjelenése és lecsengése alapján megkülönböztethető gyors, közepes és lassú OSL komponens (SINGARAYER & BAILEY 2003), esetleg ultragyors és többféle lassú komponens (JAIN et al. 2003). Közülük a gyors, illetve ultragyors komponensek a legérzékenyebbek a fényre, ezért ezek jelennek meg legkorábban a megvilágítás hatására, gyorsan lecsengenek, és termálisan stabilak. Emiatt az OSL gyors komponense a legalkalmasabb a kormeghatározásra (WINTLEY & MURRAY 2006). Az OSL komponensek a lumineszcens érzékenységet is meghatározzák. Esetünkben az OSL szignálok komponensekre bontása igazolta, hogy azokban a kvarcokban, amelyeknek az OSL-je gyorsan csökkent, a gyors OSL komponens dominált (Zagyvai, Kállai és Csatkai Formációk homokjai, Bükkaljai Lignit homokja, Hárshegyi Homokkő kvarcseparátumai). A gyors komponens nagy részaránya miatt ezek a kvarcok a legalkalmasabbak a kormeghatározásra. Ugyanakkor a las-

san csökkenő szignálokban a közepes vagy lassú komponens volt túlsúlyban, ami kedvezőtlen a kvarcok kormeghatározása szempontjából. Ez a tendencia azonban nem érvényesült két kvarcseparátum esetében (Tokaji Vulkanit és a Tokodi Formáció fiatalabb része) melyek lassan csökkenő OSL jelet adtak annak ellenére, hogy a gyors OSL komponens dominált a szignáljukban.

OSL mérési eredményeink összhangban vannak azokkal a korábbi megfigyelésekkel is, melyek szerint a különböző eredetű kvarcok lumineszcens emissziója eltérő (pl. RINK et al. 1993, WESTAWAY 2009). TSUKAMOTO et al. (2011) Japánban előforduló gránitok és riolitok kvarcának OSL-jében csak néhány kőzetminta esetében találtak gyors komponenset, és megállapították, hogy ez a komponens nem feltétlenül a kvarc kristályosodása során létrejött ún. intrinszc hibákkal van kapcsolatban, hanem a később kialakult csapdákkal. Vizsgolt minden kőzetminta kvarca esetében detektáltak közepes komponenset, melyet a geológiai időn át stabil csapdákkal pl. szennyeződési centrumokkal hoztak kapcsolatba.

TOKUYASU et al. (2010) olyan ismert forráskőzetekből származó recens tengerparti üledékeket is találtak Japánban, amelyek kvarca nem adott OSL jelet. Egyes vulkáni kvarcok mérésekor csak közepes és lassú komponenset regisztráltak, ami a koruk alábecslését okozza. Olyan vulkáni eredetű kvarcokat is említettek, amelyek csapdáinak anómális töltésvesztése nehezíti a pontos kormeghatározást.

Az általunk vizsgált kvarcseparátumok zöme az OSL növekedési görbéje alapján alkalmas a kormeghatározásra, mivel egyre növekvő radioaktív sugárdózis hatására fokozatosan növekszik az OSL-jük, és viszonylag magas dózis hatására telítődnek a csapdáik. A Sopronbánfalvi Gneisz, a Hárshegyi Homokkő, a Csatkai Formáció és a Tokaji Vulkanit kvarcfrakciói azonban a kezdeti igen gyors OSL növekedés miatt már viszonylag kis radioaktív sugárdózis hatására telítődnek, vagyis a csapdáik teljesen feltöltődnek, és a telítési szint fölött a további besugárzás már nem okoz változást a lumineszcenciájukban, ami hátrányos a kormeghatározás szempontjából. A Mórággyi Gránit kvarcseparátumai pedig teljesen alkalmatlanok az OSL kormeghatározásra, mivel lumineszcenciájuk nem változik az egyre növekvő radioaktív besugárzások hatására.

A vizsgált kvarcseparátumok zöme azért sem lenne jó a kormeghatározásra, mert rossz dózisvizszámérési arányt adott, mivel a mért dózis és a besugárzási dózis hányadosa az $1,0 \pm 0,1$ intervallumon kívül esett. Ennek egyik oka az lehet, hogy ezeknek a kvarcoknak a lumineszcenciája fény hatására nem nullázódik le teljesen. Ugyanakkor a Kállai Kavics, a Csatkai Formáció, a Hárshegyi Homokkő, a Törökbálinti Homokkő, a Zagyvai Formáció és a Tokodi Formáció fiatalabb részéből gyűjtött minta kvarcain megfelelő dózisvizszámérési arányt mértünk, ami ebből a szempontból alkalmassá tenné őket a kormeghatározásra.

Az OSL mérések során az IR-teszt is jelezte, hogy néhány képződményből nem sikerült tiszta kvarcseparátumot előállítanunk: Velencei Gránit, Tokodi Formáció, Bajnai Tagozat, Tihanyi Tagozat, Zagyvai Formáció, Tolvajárki Leukofillit és Mórággyi Gránit. Az IR-teszttel kimu-

tatható szennyeződések gyakran földpát vagy csillám okozza. A Velencei Gránit és a Mórággyi Gránit szennyezettségét a termoanalitikai és a röntgen-pordiffrakciós vizsgálat is megerősítette, az előbbieket főként agyagásvány, az utóbbiak elsősorban csillám, illetve szmektit szennyezésre utaltak. A Tokodi és Zagyvai Formációk szeparátumaiban az IR spektrometria, a Tolvajárki Leukofillit esetében a RTG és az IR spektrometria is szennyező ásványfázisokat jelzett. Néhány további szeparátum sem teljesen tiszta, azonban ez nem okozott problémát a lumineszcens mérések során, és a kvarc kormeghatározásában sem okozna gondot, mert a bennük található szennyezők nem bocsátanak ki lumineszcenciát a kvarc OSL mérési tartományában, és így jó IR-teszt eredményeket adtak (Törökbálinti Homokkő gödi mintája, Balatonfelvidéki Homokkő, Hárshegyi Homokkő, Bükkábrányi Lignit, Csatkai Formáció szeparátumai). Mivel a kvarcseparátumok előállításához a $2,67 \text{ g/cm}^3$ -nél nagyobb sűrűségű nehézfolyadékkal elválasztott könnyűfrakciót használtuk, és azon HF-os étetést is végeztünk, ezért elvileg a $2,67 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű, és a kémiaiilag kevésbé ellenálló ásványok nem maradhattak a kvarcseparátumok mellett. A polarizációs mikroszkópos vizsgálat szerint azonban muszkovit, bontott földpát, kőzetüveg és kőzettöredék is előfordult egyes szeparátumokban, valamint a kvarcok különböző zárványokat (opak ásvány, cirkon, rutil, csillám, földpát, kianit) is tartalmaztak.

Annak, hogy a termoanalitikai mérések során az α -kvarc- és β -kvarcmódosulatok közötti átmenet hőmérséklete az elméleti értéktől $0,2\text{--}0,5\%$ -kal eltért, több oka is lehet. Egyrészt az, hogy a mérési eredményeket a berendezés felépítése, valamint az adszorbeált gázok mennyisége és minősége is befolyásolja (SMYKATZ-KLOSS & KLINKE 1997), másrészt olyan egyéb tényezők is, mint például a törés és előkészítés folyamata, a szemcseméret, a minta tömörítése, a tégely anyaga, a felfűtés sebessége és a fűtés során a mérési térben használt légkör minősége.

A kvarcba beépült idegen anyagok is különbségeket okoznak az OSL-ben (BAILEY 2001). A vizsgált képződmények kvarcseparátumaiban a Si és O mellett Li, K, Al, Na, P, Ti és B fordult elő az LA-ICP-MS mérések eredményei szerint. Ezek a szennyezők helyettesítés révén kristályrács hibapontokat hoznak létre, amelyek elsősorban infravörös spektroszkópia és paramágneses rezonancia (EPR) mérések segítségével mutathatók ki (pl. WEIL 1984, GÖTZE et al. 2005, GUZZO et al. 2017). A Si^{4+} helyén gyakran Al^{3+} , Ti^{4+} , esetleg B^{3+} , vagy Ge^{4+} a helyettesítő (RHODES 2011). Ilyenkor a töltéskompenzációt egy vegyértékű alkálifémion, pl. Li^+ , Na^+ , K^+ vagy hidrogénion (H^+ , valójában OH^-), illetve csapdázott lyuk biztosítja (MALIK et al. 1981, VARTANIAN et al. 2000). Az Al^{3+} és a Ti^{4+} az O-hiány helyét is elfoglalhatja (SAWAKUCHI et al. 2012).

Az OSL mérések során a közeli UV tartományban, $360\text{--}380 \text{ nm}$ -nél jelentkező lumineszcenciáért valószínűleg az Al-lyuk lumineszcens rekombinációs centrumok felelősek, de az alkálifémionok szerepe is fontos (HALLIBURTON et al. 1981, YANG & MCKEEVER 1990). Erre utal, hogy ugyanolyan Al-tartalmú H^+ mentes szintetikus kvarc

nagyobb intenzitású OSL-t adott nagyobb alkáli iontartalom esetén (RHODES 2011).

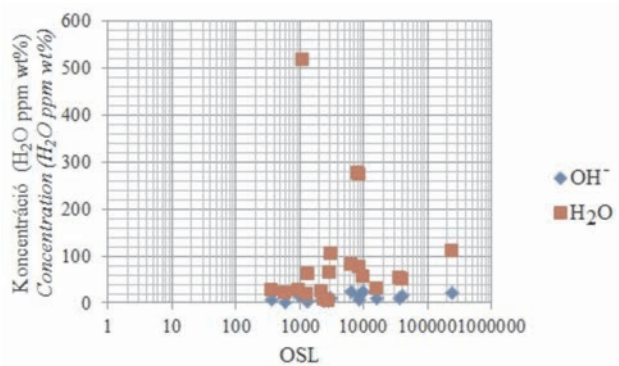
A kvarcban található szennyeződések egyrészt annak az olvadáknak vagy oldatnak az összetétele határozza meg, amelyből a kvarc kivált, másrészt a kvarc képződésének a hőmérséklete és a későbbi felfűtési események, mivel a magasabb hőmérséklet kedvez a szennyezők beépülésének és az olyan pont hibák kialakulásának, mint például az oxigénhiány. A hőmérséklet emelkedésével az egy vegyértékű töltéskompensáló mobilisabbá válnak, és a kristályrácsban elvándorolva az elektroncsapdák és a fénykibocsátó rekombinációs centrumok számának változását okozzák, például egyes nem fénykibocsátó centrumok irreverzibilisen lumineszcens fénykibocsátóvá válnak, ami a lumineszcencia erősödését okozza (VARTANIAN et al. 2000). HASHIMOTO et al. (1986) szerint a magas hőmérsékleten képződő magmás kőzetek kvarcában a nagyobb rácshiba, ill. lumineszcens centrum koncentráció gyors lehűlés során nem változik meg, pl. a vulkáni kvarcokban megőrződnek, de a plutóni kőzetek lassú megszilárdulása kihajtja a szennyező elemeket.

A szeparátumokon végzett LA-ICP-MS és mikro-FTIR mérési eredményeink csak tájékoztató jellegűek, mivel mintaként csak néhány kvarcsejtminta került mérésre. A kvarcok általunk kimutatott idegenelem-koncentrációi és a kvarcsejtminták OSL intenzitása közötti kapcsolatot vizsgálva (6. ábra) a Li, Na, K és Ba esetében negatív korreláció mutatkozott ($r = -0,86; -0,75; -0,69; -0,53$), a gyengébb OSL-t adó minták kvarcaiban ezek az elemek többnyire nagyobb koncentrációban voltak jelen, mint az erősebb lumineszcenciát adó szeparátumokban. A többi elem, köztük a fénykibocsátó lumineszcens centrumokat képező Al esetében nem látszik szoros kapcsolat. Hasonló eredményre jutottak a korábbi kutatások is. MOSKA & MURRAY (2006) véleménye szerint a kvarc szennyezőinek koncentrációja direkt módon nem befolyásolja az OSL érzékenységet, mivel a nem érzékeny és érzékeny kvarcok kö-

zött látszólag nincs nagy különbség ebben a tekintetben. SHARMA et al. (2017) a kvarcok fémion- (Fe, Cr, Ni, Cu, La, Ce, Nd, Tb stb.) koncentrációját vizsgálták, és arra a következtetésre jutottak, hogy a fémszennyezők, köztük az Fe, amely lumineszcencia-gyengítő hatású, nem játszanak közvetlen szerepet az OSL érzékenység alakulásában, bár a szennyezők kumulatív hatását nem vizsgálták.

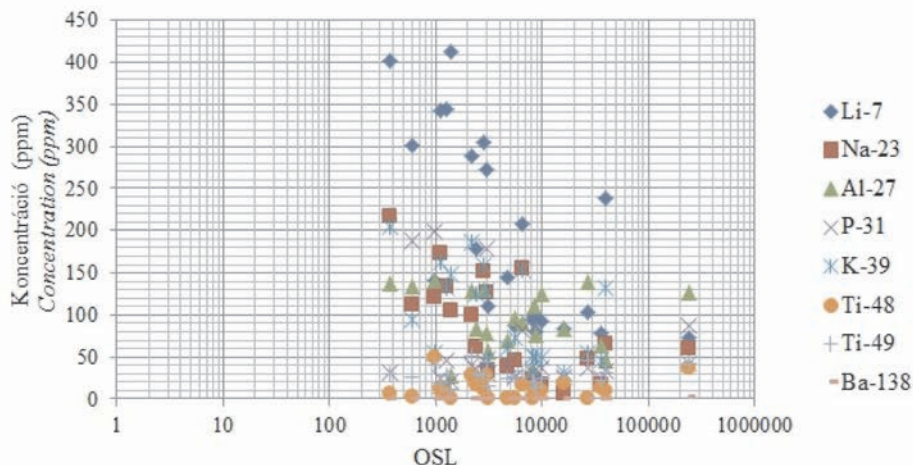
A kvarcsejtmintákban mikro-FTIR mérésekkel azonosított Si^{4+} iont helyettesítő $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$, az AIOH szerkezeti hidroxil koncentrációk és az OSL intenzitások pozitív korrelációban vannak ($r = 0,55$), a főként (nano-)zárványokban található molekuláris víztartalom és az OSL között azonban nincs szoros kapcsolat (7. ábra).

A kvarcban a víz többféle módon lehet jelen. Egyrészt H_2O molekula formájában a folyadék–gáz zárványokban és a kvarcsejtminták mikrorepedéseinek falán, másrészt szerkezeti kötött formában, a SiO_4^{4-} vázba beépülve, kémiai kötve. Nagy hidroxiltartalmú kvarcokban H^+ , ill. OH^-



7. ábra. A vizsgált kvarcsejtminták OSL intenzitásának és mikro-FTIR mérésekkel meghatározott AIOH szerkezeti hidroxil és molekuláris vízkoncentrációjának kapcsolata

Figure 7. OSL intensity of the studied quartz separates versus AIOH structural hydroxyl and molecular water content determined by Micro-FTIR measurements



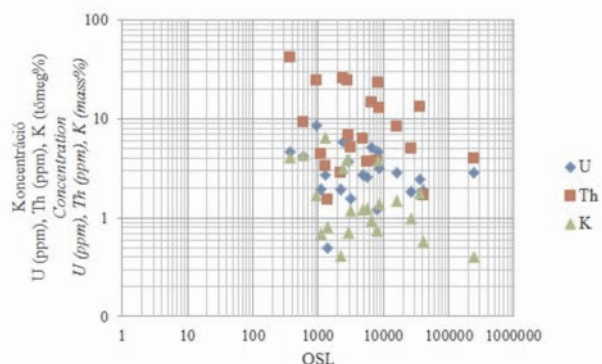
6. ábra. A vizsgált kvarcsejtminták OSL intenzitásának és LA-ICP-MS mérésekkel meghatározott idegenelem-tartalmának kapcsolata

Figure 6. OSL intensity of the studied quartz separates versus chemical element impurities determined by LA-ICP-MS measurements

tartalmú lyukcsapdázó rekombinációs centrumok jellemzők (NUTTAL & WEIL 1980, WEIL 1984). A hidroxil és a víz, valamint az oxigénhiány rekombinációs centrumok az elektron és lyuk újraegyesülése során nem bocsátanak ki lumineszcens fényt, ellentétben pl. a fénykibocsátó Al-lyuk centrumokkal (RINK 1994, SCHILLES et al. 2001, SHARMA et al. 2017). A rekombináció során tulajdonképpen verseny van a lumineszcens fénykibocsátó és a nem fénykibocsátó rekombinációs centrumok között (VARTANIAN et al. 2000, TAKASHI et al. 2006). A hidroxil, illetve a nyomelemekkel aqua-komplexeket képező víz csökkenti az OSL érzékenységet, illetve a gyors OSL komponens részarányát, míg a kisebb víztartalmú kvarcok általában nagyobb OSL érzékenységek (SHARMA et al. 2017).

Kvarcseparátumaink esetében megfigyelhető, hogy a legtöbb magmás és metamorf kőzet kvarcában a szerkezeti hidroxil és molekuláris víz koncentrációja nagyon kicsi, a kimutatási határ alatti vagy ahhoz közeli volt. Ennek az lehet az oka, hogy ha a kvarcok hosszú időt töltöttek magas hőmérsékleten, vagy metamorf viszonyok között, akkor több „lehetőséget”, illetve időt kaptak arra, hogy a szerkezeti hibáikat szilárd fázisú diffúzió útján kirelaxálják. Ugyanakkor a Tari Dácittufa mintáinak kvarcában már a kimutatási határ feletti hidroxil és molekuláris vízkoncentráció értékek jelentkeztek, amit a gyors kihűlés okozhatott, melynek során az OH⁻ és H₂O nem tudott eltávozni a kvarc kristályrácsából. Ide vonatkozó, az ignimbritek kvarcán végzett FTIR vizsgálati eredményeket közölt pl. BIRÓ et al. (2017) és TOLLAN et al. (2019).

A vizsgált kvarcokat befoglaló kőzetek és üledékek gamma-spektrometriai mérése alapján számított U-, Th- és K-koncentrációértékek és a képződményekből szeparált kvarcok OSL intenzitása között a K és Th esetében negatív korreláció mutatkozik (8. ábra, $r = -0,46$; $-0,37$), vagyis a nagyobb radioaktív elemkoncentrációjú képződmények kvarcai általában gyengébb OSL-t adtak. Ez a tendencia esetleg azzal függhet össze, hogy a kvarcban az ionizáló sugárzás hatására kristályrács hibák pl. többféle lyuk-centrum, illetve oxigénhiány centrum alakulhat ki (TRUKHIN et al. 2011), amelyek nem fénykibocsátó rekombinációs centrumokat képeznek.



8. ábra. A vizsgált képződmények U-, Th- és K-koncentrációjának és a képződményekből szeparált kvarcok OSL intenzitásának kapcsolata

Figure 8. U, Th and K content of the studied formations versus the OSL intensity of their quartz separates

Két vulkáni és egy magmás kőzet kvarcseparátumainak negyvenszer ismételt OSL lenullázása, radioaktív besugárzása és előmelegítése után végzett OSL mérési eredményeink csak nagyon kis mértékű érzékenységváltozást jeleznek.

A kvarc lumineszcens érzékenységet több tényező befolyásolja. A kristályosodása során beépült szennyeződések, illetve kialakult ponthibák mellett a későbbi felfűtési események és a kvarc radioaktív besugárzástörténete is fontos tényezők. Az utóbbi magába foglalja a kvarc egész élettartama alatti időt az eredeti befoglaló kőzetében, majd az üledék-képződés során az üledékben és az áthalmozódások idején (TSUKAMOTO et al. 2011). A betemetődés alatti besugárzás, majd áthalmozódáskor napfényre kerülve az OSL lenullázó ciklusainak száma is meghatározó (PIETSCH et al. 2008), mert a ciklusok alatt a nem lumineszcens centrumok aktiválódnak és fénykibocsátóvá válhatnak, illetve új lumineszcens centrumok is képződhetnek (SAWAKUCHI et al. 2012). Az üledékes ciklusok során történő OSL érzékenységnövekedés túlszárnyalja a kvarc magmás vagy metamorf képződési körülményeinek hatását (PIETSCH et al. 2008).

Az OSL mérések folyamán is változik a kvarc lumineszcens érzékenysége. Az alkalmazott radioaktív besugárzások a rácshibák közötti töltéscserét és/vagy új lumineszcens centrumok képződését eredményezhetik, ami kihathat a töltések csapdázódási és rekombinációs folyamataira, például az Al³⁺ hiba lyukat csapdázhat, illetve hidrogén vagy alkáli ion által kompenzált Al-centrumok jöhetnek létre (VARTANIAN et al. 2000). Az OSL mérések során alkalmazott előmelegítés is változást okozhat a kvarc érzékenységekben (MOSKA & MURRAY 2006). VARTANIAN et al. (2000) szerint az előmelegítés során a fénykibocsátó (Al-alkáli) rekombinációs centrumok számának növekedése eredményezi a kvarc OSL érzékenységeinek növekedését. Ezért az OSL kormeghatározás során olyan előmelegítési hőmérséklet alkalmazását javasolják, amely még nem érzékenyíti a kvarcot, bár a leggyakrabban alkalmazott SAR protokoll (MURRAY & ROBERTS 1998) korrigálja az előmelegítés hatását. Az AIOH szerkezeti hidroxil hibák esetében azonban a kvarc OSL mérése során szokásos előmelegítéshez képest csak lényegesen magasabb hőmérséklet és hosszabb idejű hőhatás okozhat változást. A hőmérsékleti viszonyok és a kvarc által kibocsátott lumineszcencia összefüggése Mott-Seitz mechanizmusként ismert. Az ezen alapuló új modell szerint, amely leírja rekombinációs folyamatokat, csak 500 °C felett mutatkoznak jelentősebb változások (PAGONIS et al. 2014).

Az ismételt laboratóriumi radioaktív besugárzási (OSL felépülési) és megvilágítási (OSL lenullázási) ciklusok — a természetben lejátszódó áthalmozáshoz, ismétlődő szállítási/lerakódási ciklusokhoz hasonlóan — melegítés nélkül is érzékenyebbé teszik a kvarc gyors OSL komponensét, ami azt is jelezheti, hogy a szennyezők koncentrációja direkt módon nem befolyásolja az érzékenységet (MOSKA & MURRAY 2006). A megvilágítás, azaz fénnel történő stimuláció során, ha az Al-centrumoknál rekombináció történik, akkor kétféle Al-hiba képződhet. Az egyik hidrogénionnal kompenzált hiba, amely nem ad lumineszcenciát az OSL mérési tartományban, a másik egy vegyértékű alkáli ionnal

kompenzált lumineszcens fénykibocsátó centrumhiba, amely az OSL intenzitás növekedését eredményezi különösen előmelegítés után (VARTANIAN et al. 2000).

SAWAKUCHI et al. (2011, 2012) magmás kőzetek (gránitok, riolit, hidrotermális telér), metamorfitek (kékpala, csillámpalák, migmatit, gneiszek), valamint ismert eredetű folyóvízi és tengerparti üledékek kvarcainak lumineszcens tulajdonságait vizsgálva azt tapasztalták, hogy minden képződmény kvarcsemcséinek lumineszcens érzékenysége szignifikánsan variábilis volt, a fényes szemcsékben a gyors komponens dominált, és nagyobb érzékenységet mutattak azok a kőzetek, amelyek 500 °C-nál nagyobb hőmérsékleten alakultak ki (riolitok, amfibolit fáciesű és azt meghaladó metamorfitek). Megállapították, hogy a kvarc OSL érzékenységének alakulásában az egyik fő tényező a kristályosodási hőmérséklet, mivel magasabb hőmérsékleten több szennyező, pl. több Al és Ti épül be a kvarcba. A másik fontos tényező az üledékes ciklusok száma, melyek során a betemetődés és napfényre kerülés váltakozik. A két tényező közül az üledékes ciklusok hatása nagyobb, mint a kvarc forráskőzetétől örökölt érzékenysége, mivel a kvarc gyors OSL komponense egyre érzékenyebbé válik az üledékes ciklusok során.

Az üledékek esetében, ha a kvarcsemcsék nem adnak ki kezdeti fényes lumineszcenciát (pl. hiányzik a gyors komponensük), azt főként rövid üledékes történetük okozhatja, mintsem az, hogy milyen forráskőzetekből származnak (TSUKAMOTO et al. 2011), mivel az ismételt radioaktív besugárzás és megvilágítás hatására növekszik a kvarc OSL-jének érzékenysége (MOSKA & MURRAY 2006, PREUSSER et al. 2006). Az általunk vizsgált képződmények közül például a tengerparti hullámverési övben képződött Kállai Kavics homokjában a hullámzás folyamatosan átmozgatta, áthalmazta a szemcséket, ami javíthatta a kvarcok lumineszcens tulajdonságait, növelhette az OSL intenzitásukat, érzékenységüket, és az OSL kormeghatározásra alkalmasabbá tehetette őket. Ez a folyamat a szintén tengerparton lerakódott Törökbálinti Homokkő kvarcsemcséinek esetében is meghatározó lehetett.

Sok magmás és metamorf kőzet kvarcának az OSL szignáljából hiányzik a gyors komponens (pl. TSUKAMOTO et al. 2011), míg az üledékek kvarcában többnyire jelen van. Ennek oka, hogy az üledékes ciklusokon át növekszik a gyors és a közepes komponens részaránya (pl. FITZSIMMONS et al. 2010), és ezzel együtt a kvarc érzékenysége. Azt is kimutatták, hogy egy folyó mentén a szállítási távolsággal egyenes arányban növekszik a kvarc OSL érzékenysége, illetve lumineszcenciájának erőssége, amit az ismételt radioaktív besugárzás és napfényre kerülés okoz (PIETSCH et al. 2008).

MOSKA & MURRAY (2006) szerint azt, hogy az ismételt radioaktív besugárzási és megvilágítási (kifakulási) ciklusok során növekszik a gyors OSL komponens érzékenysége, inkább a lumineszcens rekombinációs-valószínűség növekedése, mintsem a csapdázódási valószínűség növekedése okozza.

Következtetések

Az elvégzett OSL-mérések eredményei szerint a vizsgált képződmények közül csak néhánynak a kvarcsemcséi lennének alkalmasak a kormeghatározásra, ha a pleisztocén vagy holocén üledékekbe kerülnek. Ezek a képződmények elsősorban a felső-miocén (pannóniai) Kállai Kavics homokjai és a felső-oligocén Törökbálinti Homokkő, másodsorban a felső-miocén–pliocén korú Zagyvai Formáció homokja. A felső-oligocén Csatkai Formáció és az alsó-oligocén Hárshegyi Homokkő kvarcsemcséi is fényes OSL-t és jó dózisviszámérési arányt adtak, azonban viszonylag kis radioaktív sugárdózis hatására telítődtek, ami hátrányos a kormeghatározás szempontjából. A többi képződmény kvarcfrakciója vagy gyenge OSL-t adott, vagy rossz volt a dózisviszámérési aránya, illetve fény hatására nehezebben ürültek ki a csapdái, ami miatt nem alkalmas az OSL kormeghatározásra.

A vizsgált kvarcok kristályrácshibáit a tájékoztató jellegű LA-ICP-MS vizsgálat eredményei szerint részben Li, Na, Al, P, K, Ti és Ba beépülése okozhatja, illetve a mikro-FTIR mérésekkel kimutatott, Si⁴⁺ iont helyettesítő Al³⁺ + H⁺ (azaz AIOH szerkezeti hidroxil) és molekuláris víz. Ezeknek a szennyezőknek egy része azonban ásványfázisok, főként agyagásvány, illetve szemektit és csillám formájában is jelen van a kvarcseparátumokban a RTG, a termoanalitikai és az IR spektrometriai vizsgálatok szerint. A nagyobb intenzitású OSL-t adó kvarcseparátumok kvarcsemcséiben nagyobb OH⁻, és kisebb Li-, Na-, K- és Ba-koncentrációk voltak jellemzők a gyengébb OSL-t kibocsátó separátumokhoz képest.

A gamma-spektrometriai mérési eredményekből kiderült, hogy a nagyobb OSL intenzitású kvarcokat befoglaló képződmények kisebb K- és Th-tartalommal rendelkeznek, mint a gyengébb lumineszcenciát kibocsátó kvarcok kőzetei, illetve üledékei, ami esetleg az ionizáló sugárzás hatására létrejövő nem fénykibocsátó rekombinációs centrumokkal függhet össze.

Összességében a vizsgálati eredményeink alapján a felső-pleisztocén és holocén üledékeket alkotó kvarcok lumineszcens tulajdonságaiban és OSL kormeghatározásra való alkalmasságában mutatkozó helyi eltérések oka feltételezhetően a kvarcok eltérő forráskőzetei, valamint különböző hő- és üledékes történetük lehet. A forráskőzetek tekintetében meghatározó, hogy a metamorf és mélységi magmás kőzetek kvarcsemcséinek a lumineszcens tulajdonságai kedvezőtlenek az OSL kormeghatározás szempontjából. Ennek oka az lehet, hogy bár magas hőmérsékleten képződve sok kristályrácshiba alakult ki bennük, de hibáik nagy részét a lassú kihülés során szilárd fázisú diffúzió útján kirelaxálták. Az üledékek és üledékes kőzetek kvarcsemcséi viszont kedvezőbb OSL tulajdonságokkal rendelkeznek, mivel az üledékképződés, különösen a szakaszos szállítás, illetve az áthalmazódás során több radioaktív besugárzási (azaz OSL felépülési) és napfényre kerülve OSL lenullázódási cikluson eshetnek át, amelyek növelik a lumineszcens érzékenységet. Ezek a kvarcsemcsék a fiatalabb üledékekbe kerülve alkalmasabbak a kormeghatározásra.

A további kutatás során az egyedi kvarcsemcsék lumi-

neszcenciájának vizsgálata és szennyeződések, illetve rács-hibáik meghatározása vezethet pontosabb eredményekhez.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a minták rendelkezésünkre bocsátásáért Dr. PÉTERDI Bálint és Dr. KERCSMÁR Zsolt kollégáinknak, valamint WATAH Veronikának, aki a Herman

Ottó Múzeum Földtörténeti és Természetrajzi Tárának munkatársa, a minták előkészítéséért, illetve a preparátumok elkészítéséért BÁTORI Miklósnénak, Dr. GATTER Istvánnak és SIMON Istvánnak, a mérési adatok közötti korreláció vizsgálata során nyújtott segítségével pedig THAMÓ Csabának. Köszönjük Dr. NOVOTHNY Ágnes, Dr. GUCSIK Arnold és anonim lektorunk értékes megjegyzéseit, tanácsait. A munkát a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap OTKA K128122 pályázata támogatta.

Irodalom — References

- ADAMEIC, G. 2000: Variations in luminescence properties of single quartz grains and their consequences for equivalent dose estimation. — *Radiation Measurements* **32**, 427–432. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(00\)00043-3](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(00)00043-3)
- AITKEN, M. J. 1998: *An introduction to optical dating: the dating of Quaternary sediments by the use of photon-stimulated luminescence*. — Oxford University Press, 280 p. <https://doi.org/10.1177/095968369900900314>
- BAILEY, R. M. 2001: Towards a general kinetic model for optically and thermally stimulated luminescence of quartz. — *Radiation Measurements* **33**, 17–45. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(00\)00100-1](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(00)00100-1)
- BENCE G., BUDAI T. & CSILLAG G. 1999: Kállai Formáció. In: BUDAI T. (szerk.): A Balaton-felvidék földtana: Magyarázó a Balaton-felvidék földtani térképéhez, 1:50 000. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 108–109.
- BIRÓ, T., KOVÁCS, I., KIRÁLY, E., FALUS, GY., KARÁTSZON, D., BENDŐ, ZS., FANCSIK, T. & SÁNDORNÉ KOVÁCS, J. 2016: Concentration of hydroxyl defects in quartz from various rhyolitic ignimbrite horizons: results from unpolarized micro-FTIR analyses on unoriented phenocryst fragments. — *European Journal of Mineralogy* **28**, 313–327. <https://doi.org/10.1127/ejm/2016/0028-2515>
- BIRÓ, T., KOVÁCS, I. J., KARÁTSZON, D., STALDER, R., KIRÁLY, E., FALUS, GY., FANCSIK, T. & SÁNDORNÉ, J. K. 2017: Evidence for post-depositional diffusional loss of hydrogen in quartz phenocryst fragments within ignimbrites. — *American Mineralogist: Journal of Earth and Planetary Materials* **102/6**, 1187–1201. <https://doi.org/10.2138/am-2017-5861>
- BØTTER-JENSEN, L., MCKEEVER, S. W. S. & WINTLE, A. G. 2003: *Optically Stimulated Luminescence Dosimetry*. — Elsevier, 374 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-50684-9.X5077-6>
- BRATYK, T., SIPOS, GY. & MAGYAR, G. 2019: Quartz luminescence sensitivity of fluvial and aeolian samples in the Pannonian Basin. *Geochronometria, Conference Abstract Series* **2**, p. 48, 13th International Conference “Methods of absolute chronology”, 5–7th June 2019, Tarnowskie Góry, Poland.
- CSERKÉSZ-NAGY, Á., THAMÓ-BOZSÓ, E., TÓTH, T. & SZTANÓ, O. 2012: Reconstruction of a Pleistocene meandering river in East Hungary by VHR seismic images, and its climatic implications. — *Geomorphology* **153–154**, 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.02.025>
- DULLER, G. A. T., BØTTER-JENSEN, L. & MURRAY, A. S. 2000: Optical dating of single sand-sized grains of quartz: sources of variability. — *Radiation Measurements* **32**, 453–457. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(00\)00055-x](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(00)00055-x)
- FÁBIÁN, SZ. Á., KOVÁCS, J., VARGA, G., SIPOS, GY., HORVÁTH, Z., THAMÓ-BOZSÓ, E. & TÓTH, G. 2014: Distribution of relict permafrost features in the Pannonian Basin, Hungary. — *Boreas* **43/3**, 722–732. <https://doi.org/10.1111/bor.12046>
- FIEBIG, M., PREUSSER, F., STEFFEN, D., THAMÓ-BOZSÓ, E., GRABNER, M., LAIR, G. J. & GERZABEK, M. H. 2009: Luminescence dating of historical fluvial deposits from the River Danube and Ebro. — *Geoarchaeology* **24**, 224–241. <https://doi.org/10.1002/geo.20264>
- FITZSIMMONS, K. E., RHODES, E. J. & BARROWS, T. T. 2010: OSL dating of southeast Australian quartz: A preliminary assessment of the luminescence characteristics and behaviour. — *Quaternary Geochronology* **5**, 91–95. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2009.02.009>
- FÜLÖP J. 1990: *Magyarország Geológiája. Paleozoikum I.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 325 p.
- GIDAI L. 1972: A dorogi terület eocénje. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **55/1**, 140 p.
- GÖTZE, J., PLÖTZE, M. & TRAUTMANN, T. 2005: Structure and luminescence characteristics of quartz from pegmatites. — *American Mineralogist* **90/1**, 13–21. <https://doi.org/10.2138/am.2005.1582>
- GUZZO, P. L., DE SOUZA, L. B. F., BARROS, V. S. M. & KHOURY, H. J. 2017: Spectroscopic account of the point defects related to the sensitization of TL peaks beyond 220 °C in natural quartz. — *Journal of Luminescence* **188**, 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2017.04.009>
- GYARMATI P. 1974: *Magyarázó a Tokaji hegység földtani térképéhez. 25 000-es sorozat. Sárospatak.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 69 p.
- HAHN GY., HUDÁK É. & LOBODA Z. 1998: Az Észak-magyarországi-középhegység ásványi nyersanyagai és bányászata. — *Földrajzi Értesítő* **47/3**, 317–358.
- HALLIBURTON, L. E., KOUMVAKALLIS, M. E., MARKES, M. E. & MARTIN, J. J. 1981: Radiation effects in crystalline SiO₂: the role of aluminum. — *Journal of Applied Physics* **52**, 3565–3574. <https://doi.org/10.1063/1.329138>
- HASHIMOTO, T., HAYASHI, Y., KOYANAGI, A. & YOKOSAKA, K. 1986: Red and blue colouration of thermoluminescence from natural quartz sands. — *Nuclear Tracks and Radiation Measurements* **11**, 229–235. [https://doi.org/10.1016/1359-0189\(86\)90039-7](https://doi.org/10.1016/1359-0189(86)90039-7)
- HÁMOR G. 1985: A Nógrád–Cserhát kutatási terület földtani viszonyai. — *Geologica Hungarica series Geologica* **22**, 1–213.

- JAIN, M., MURRAY, A. S. & BÖTTER-JENSEN, L. 2003: Characterisation of blue-light stimulated luminescence components in different quartz samples: implications for dose measurement. — *Radiation Measurements* **37**, 441–449. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(03\)00052-0](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(03)00052-0)
- JANTSKY B. 1979: A mecseki gránitosodott kristályos alaphegység földtana (Géologie du socle cristallin granitisé de la montagne Mecsek). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **60**, 385 p.
- JASKÓ S. 1981: *Üledékfelhalmozódás és kőszénképződés a neogénben*. — A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa, 157 p.
- JÁMBOR Á., MOLDVAY L., RÓNAI A., SZENTES F. & WEIN GY. 1966: *Magyarország földtani térképe 1:200 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- KASZANITZKY F. 1956: Az alsóoligocén (hárshegyi) homokkő ásvány-kőzettani vizsgálata. — *Földtani Kutatás* **86**, 244–256.
- KATS, A., HAVEN, Y. & STEVELS, J. M. 1962: Hydroxyl groups in α -quartz. — *Physics and Chemistry of Glasses* **3**, 69–75.
- KERCSMÁR Zs. 2018: Eocén. — In: BUDAI T. (szerk.): *A Gerecse hegység földtana. Magyarászó a Gerecse hegység tájegységi földtani térképéhez (1:50 000)*. *Geology of the Gerecse Mountains. Explanatory Book to the Geological Map of the Gerecse Mountains (1:50 000)*. — Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 57–106.
- KISHÁZI P. & IVANCSICS J. 1989: A Soproni Gneisz Formáció genetikai kőzettana. — *Földtani Közlemények* **119/2**, 153–166.
- KLUG, H. P. & ALEXANDER, L. E. 1954: *X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials*. — Wiley, New York, 716 p.
- KOCH S. & SZTRÓKAY K. 1967: *Ásványtan I*. — Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 359 p.
- KORPÁS L. 1981: A Dunántúli-középhegység oligocén–alsó-miocén képződményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **64**, 140 p.
- KOVÁCS, I., HERMANN, J., O'NEILL, H. ST. C., FITZ GERALD, J., SAMBRIDGE, M. & HORVÁTH, G. 2008: Quantitative absorbance spectroscopy with unpolarized light, Part II: Experimental evaluation and development of a protocol for quantitative analysis of mineral IR spectra. — *American Mineralogist* **93**, 765–778. <https://doi.org/10.2138/am.2008.2656>
- KRIZSÁN P. 1963: Összefoglaló földtani jelentés és készletszámítás a Kisörspuszta-Salföldi homok és kvarckő kutatásáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- MAJOROS GY. 1999: Balatonfelvidéki Homokkő Formáció. — In: BUDAI T. (szerk.) *A Balaton-felvidék földtana: Magyarászó a Balaton-felvidék földtani térképéhez, 1:50 000*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 26–31.
- MALIK, D.M., KOHNKE, E.E. & SIBLEY, W.A. 1981: Low temperature thermally stimulated luminescence of high quality quartz. — *Journal of Applied Physics* **52**, 3600–3605. <https://doi.org/10.1063/1.329092>
- MARQUET, J.-C., LORBLANCHET, M., OBERLIN, C., THAMO-BOZSO, E. & AUBRY, T. 2016: Nouvelle datation du «masque» de La Roche Cotard (Langeais, Indre-et-Loire, France). (New dating of the “mask” of La Roche-Cotard (Langeais, Indre-et-Loire, France). — *PALEO Revue d'archéologie préhistorique* **27**, 253–263. <https://journals.openedition.org/paleo/3144>
- MARQUET, J.-C., MACAIRE, J.-J., BAYLE, G., PEYROUSE, J.-B., GUILLAUD, É., AUBRY, T., LIARD, M., BRÉHÉRET, J.-G., THOMSEN, K. J., FRIESLEBEN, T. H., THAMONÉ-BOZSO, E., GUÉRIN, G. & MURRAY, A. S. 2019: Le site préhistorique de la Roche-Cotard IV (Indre-et-Loire, France) : une séquence du pléistocène moyen et supérieur, référence pour le val de Loire tourangeau. (The prehistoric site of la Roche-Cotard IV (Indre-et-Loire, France): a middle and upper Pleistocene sequence, reference for the Val-de-Loire in Touraine). — *Quaternaire* **30/2**, 185–209. <https://doi.org/10.4000/quaternaire.11746>
- MOSKA, P. & MURRAY, A. S. 2006: Stability of the quartz fast-component in insensitive samples. — *Radiation Measurements* **41**, 878–885. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2006.06.005>
- MURRAY, A. S. & ROBERTS, R.G. 1998: Measurement of the equivalent dose in quartz using a regenerative-dose single-aliquot protocol. — *Radiation Measurements* **29**, 503–515. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(98\)00044-4](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(98)00044-4)
- MURRAY A.S. & WINTLE A. G. 2000: Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. — *Radiation Measurements* **32**, 57–73. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(99\)00253-x](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(99)00253-x)
- NAGY B. 1967: A velencei-hegységi gránitos kőzetek ásvány-kőzettani, geokémiai vizsgálata. — *Földtani Közlemények* **97/4**, 423–436.
- NÁDOR, A., THAMÓ-BOZSÓ, E., MAGYARI, Á. & BABINSZKI, E. 2007: Fluvial responses to tectonics and climate change during the Late Weichselian in the eastern part of the Pannonian Basin (Hungary). — *Sedimentary Geology* **202/1–2**, 174–192. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.03.001>
- NUTTAL, R. D. & WEIL, J. A. 1980: Two hydrogenic trapped-hole species in α -quartz. — *Solid State Communications* **33**, 99–102. [https://doi.org/10.1016/0038-1098\(80\)90705-x](https://doi.org/10.1016/0038-1098(80)90705-x)
- OLÁH P., FODOR L., TÓTH T., DEÁK A., DRIJKONINGEN G. & HORVÁTH F. 2014: A Szentendrei-sziget környéki folyóvízi szeizmikus szelvényezések földtani eredményei. — *Földtani Közlemények* **144/4**, 359–380.
- PAGONIS, V., CHITHAMBO, M. L., CHEN, R., CHRUSCIŃSKA, A., FASOLI, M., LI, S. H., MARTINI, M. & RAMSEYER, K. 2014: Thermal dependence of luminescence lifetimes and radioluminescence in quartz. — *Journal of Luminescence* **145**, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2013.07.022>
- PETTKE, T., OBERLI, F., AUDETAT, A., GUILLONG, M., SIMON, A., HANLEY, J. & KLEMM, L. M. 2012: Recent developments in element concentration and isotope ratio analysis of individual fluid inclusions by laser ablation single and multiple collector ICP–MS. — *Ore Geology Reviews* **44**, 10–38. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2011.11.001>
- PIETSCH, T. J., OLLEY, J. M. & NANSON, G. C. 2008: Fluvial transport as a natural luminescence sensitiser of quartz. — *Quaternary Geochronology* **3**, 365–376. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2007.12.005>
- PREUSSER, F., RAMSEYER, K. & SCHLUCHTER, C. 2006: Characterisation of low OSL intensity quartz from the New Zealand Alps. — *Radiation Measurements* **41**, 871–877. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2006.04.019>
- PREUSSER, F., CHITHAMBO, M. L., GÖTTE, T., MARTINI, M., RAMSEYER, K., SENDEZERA, E. J., SUSINO, G. J. & WINTLE, A. G. 2009: Quartz as a natural luminescence dosimeter. — *Earth Science Reviews* **97**, 184–214. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.09.006>

- RHODES, E. J. 2007: Quartz single grain OSL sensitivity distributions: implications for multiple grain single aliquot dating. — *Geochronometria* **26**, 19–29. <https://doi.org/10.2478/v10003-007-0002-5>
- RHODES, E. J. 2011: Optically stimulated luminescence dating of sediments over the past 200,000 years. — *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* **39**, 461–488. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040610-133425>
- RINK, W. J. 1994: Billion year age dependence of luminescence in granitic quartz. — *Radiation measurements* **23**, 419–422. [https://doi.org/10.1016/1350-4487\(94\)90074-4](https://doi.org/10.1016/1350-4487(94)90074-4)
- RINK, W. J., RENDELL, H., MARSEGLIA, E. A., LUFF, B. J. & TOWNSEND, P. D. 1993: Thermoluminescence spectra of igneous quartz and hydrothermal vein quartz. — *Physics and Chemistry of Minerals* **20**, 353–361. <https://doi.org/10.1007/bf00215106>
- SAMBRIDGE, M., FITZGERALD, J., KOVÁCS, I., O'NEILL, H. ST. C. & HERMANN, J. 2008: Quantitative absorbance spectroscopy with unpolarized light: Part I. Physical and mathematical development. — *American Mineralogist* **93**, 751–764. <https://doi.org/10.2138/am.2008.2657>
- SAWAKUCHI, A. O., BLAIR, M. W., DEWITT, R., FALEIROS, F. M., HYPOLITO, T. & GUEDES, C. C. F. 2011: Thermal history versus sedimentary history: OSL sensitivity of quartz grains extracted from rocks and sediments. — *Quaternary Geochronology* **6**, 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2010.11.002>
- SAWAKUCHI, A. O., GUEDES, C. C. F., DEWITT, R., GIANNINI, P. C. F., BLAIR, M. W., NASCIMENTO, D. R. & FALEIROS, F. M. 2012: Quartz OSL sensitivity as a proxy for storm activity on the southern Brazilian coast during the Late Holocene. — *Quaternary Geochronology* **13**, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.07.002>
- SCHILLES, T., POOLTON, N. R. J., BULUR, E., BÖTTER-JENSEN, L., MURRAY, A. S., SMITH, G., RIEDI, P. C. & WAGNER, G. A. 2001: A multi-spectroscopic study of luminescence sensitivity changes in natural quartz induced by high-temperature annealing. — *Journal of Physics D: Applied Physics* **34**, 722–731. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/34/5/310>
- SHARMA, A. K., CHAWLA, S., SASTRY, M. D., GAONKAR, M., MANE, S., BALARAM, V. & SINGVI, A. 2017: Understanding the reasons for variations in luminescence sensitivity of natural quartz using spectroscopic and chemical studies. — *Proceedings of the Indian National Science Academy* **83**, 645–653. <https://doi.org/10.16943/ptinsa/2017/49024>
- SINGARAYER, J. S. & BAILEY, R. M. 2003: Further investigations of the quartz optically stimulated luminescence components using linear modulation. — *Radiation Measurements* **37**, 451–458. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(03\)00062-3](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(03)00062-3)
- SINGH, V., TANDON, S. K., SINGH, V., MUKUL, M. & THAMÓ-BOZSÓ, E. 2008: Geometry and development of the Jhajara thrust: An example of neotectonic activity in the Pinjaur Dun, NW Himalaya. — *Current Science* **94/5**, 623–628.
- SMYKATZ-KLOSS, W. & KLINKE, W. 1997: The high-low quartz inversion. — *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* **48**, 19–38. <https://doi.org/10.1007/bf01978963>
- SZTANÓ O., MAGYAR I., SZÓNOKY M., LANTOS M., MÜLLER P., LENKEY L., KATONA L. & CSILLAG G. 2013: A Tihanyi Formáció a Balaton környékén: típuszelvény, képződési körülmények, rétegtani jellemzés. — *Földtani Közlöny* **143/1**, 73–98.
- TAKASHI, Y., TOMOYUKI, T. & TETSUO, H. 2006: Dependence of luminescence sensitivities of quartz on α - β -phase inversion break temperatures. — *Radiation Measurements* **41**, 841–846. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2006.05.008>
- T. BIRÓ K., REGENYE J., PUSZTA S. & THAMÓNÉ BOZSÓ E. 2010: Előzetes jelentés a Nagytevel–Tével-hegyi kovabánya ásatásának eredményeiről. — *Archaeológiai Értesítő* **135/1**, 5–25.
- THAMÓ-BOZSÓ, E. & Ó. KOVÁCS, L. 2007: Evolution of Quaternary to modern fluvial network in the Mid-Hungarian Plain, indicated by heavy mineral distributions and statistical analysis of heavy mineral data. — In: MANGE, M. A. & WRIGHT, D. T. (eds): Heavy minerals in use. — *Developments in sedimentology* **58**, 491–514. [https://doi.org/10.1016/s0070-4571\(07\)58019-2](https://doi.org/10.1016/s0070-4571(07)58019-2)
- THAMÓ-BOZSÓ, E., MAGYARI, Á., NAGY, A., UNGER, Z. & KERCSMÁR, Zs. 2007a: OSL dates and heavy mineral analysis of upper quaternary sediments from the valleys of the Ér and Berettyó rivers. — *Geochronometria* **281**, 17–23. <https://doi.org/10.2478/v10003-007-0026-x>
- THAMÓ-BOZSÓ, E., MURRAY, A. S., NÁDOR, A., MAGYARI, Á. & BABINSZKI, E. 2007b: Investigation of river network evolution using luminescence dating and heavy mineral analysis of Late-Quaternary fluvial sands from the Great Hungarian Plain. — *Quaternary Geochronology* **2/1–4**, 168–173. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2006.05.012>
- THAMÓ-BOZSÓ, E., CSILLAG, G., FODOR, L. I., MÜLLER, P. M. & NAGY, A. 2010a: OSL-dating the Quaternary landscape evolution in the Vértes Hills forelands (Hungary). — *Quaternary Geochronology* **5/2–3**, 120–124. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2009.02.020>
- THAMÓ-BOZSÓ, E., MAGYARI, Á., MUSITZ, B. & NAGY, A. 2010b: OSL ages and origin of Late Quaternary sediments in the North Transdanubian Hills (Hungary): timing of neotectonic activity. — *Quaternary International* **222**, 209–220. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.07.023>
- THAMÓ-BOZSÓ, E., FÜRI, J., BÁTORI, M.-NÉ, VÍGH, Cs., NAGY, A., TÖRÖKNÉ SINKA, M. & HORVÁTH, Zs. 2019: Results of luminescence dating of samples from Iran I. — *Kézirat*, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Geokémiai és Laboratóriumi Osztály Adattára, Budapest, 32 p.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E. & NAGY A. 2011: Késő-negyvedidőszaki üledékek betemetődési korának meghatározása kvarcsczemcsék lumineszcens (OSL) vizsgálatával. — *Földtani Közlöny* **141**, 41–56.
- THAMÓNÉ BOZSÓ E., KIRÁLY E., KOVÁCS I., FÜRI J., NAGY A. & TÖRÖKNÉ SINKA M. 2017: A kvarc optikai lumineszcens (OSL) tulajdonságainak vizsgálata. Kutatási jelentés, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, 47 p.
- THOMAS, S.-M., KOCH-MÜLLER, M., REICHAERT, P., RHEDE, D., THOMAS, R., WIRTH, R. & MATSYUK, S. 2009: IR calibrations for water determination in olivine, r-GeO₂, and SiO₂ polymorphs. — *Physics and Chemistry of Minerals* **36**, 489–509. <https://doi.org/10.1007/s00269-009-0295-1>
- TOKUYASU, K., TANAKA, K., TSUKAMOTO, S. & MURRAY, A. S. 2010: The characteristics of OSL signal from quartz grains extracted from modern sediments in Japan. — *Geochronometria* **37**, 13–19. <https://doi.org/10.2478/v10003-010-0020-6>

- TOLLAN, P., ELLIS, B., TROCH, J. & NEUKAMPF, J. 2019: Assessing magmatic volatile equilibria through FTIR spectroscopy of unexposed melt inclusions and their host quartz: a new technique and application to the Mesa Falls Tuff, Yellowstone. — *Contributions to Mineralogy and Petrology* **174/3**, 24, 19 p. <https://doi.org/10.1007/s00410-019-1561-y>
- TÖRÖK, K. 1998: Magmatic and high-pressure metamorphic development of ortogneisses in the Sopron area, Eastern Alps (W-Hungary). — *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* **173/1**, 63–91.
- TRUKHIN, A. N., SMITS, K., CHIKVAIDZE, G., DYUZHEVA, T. I. & LITYAGINA, L. M. 2011: Luminescence of silicon dioxide – silica glass, α -quartz and stishovite. — *Central European Journal of Physics* **9**, 1106–1113. <https://doi.org/10.2478/s11534-011-0016-5>
- TSUKAMOTO, S., NAGASHIMA, K., MURRAY, A. S. & TADA, R. 2011: Variations in OSL components from quartz from Japan Sea sediments and the possibility of reconstructing provenance. — *Quaternary International* **234**, 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.09.003>
- VARTANIAN, E., GUIBERT, P., ROQUE, C., BECHTEL, F. & SCHVOERER, M. 2000: Changes in OSL properties of quartz by preheating: An interpretation. — *Radiation Measurements* **32**, 647–652. [https://doi.org/10.1016/s1350-4487\(00\)00109-8](https://doi.org/10.1016/s1350-4487(00)00109-8)
- VAYSSIÈRE, A., RUÉ, M., RECQ, C., GARDÈRE, P., THAMÓ-BOZSÓ, E., CASTANET, C., VIRMOUX, C. & GAUTIER, E. 2019: Lateglacial changes in river morphologies of northwestern Europe: An example of a smooth response to climate forcing (Cher River, France). — *Geomorphology* **342**, 20–36. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.05.019>
- VECSERNYÉS Gy. 1966: A fehérvárcurgói felső pannon kvarchomokösszlet kialakulása és ősföldrajzi jelentősége. — *Földtani Kutatás* **9/3**, 1–9.
- WEIL, J. A. 1984: A review of electron spin spectroscopy and its application to the study of paramagnetic defects in crystalline quartz. — *Physics and Chemistry of Minerals* **10**, 149–165. <https://doi.org/10.1007/bf00311472>
- WESTAWAY, K. E. 2009: The red, white and blue of quartz luminescence: A comparison of D_e values derived for sediments from Australia and Indonesia using thermoluminescence and optically stimulated luminescence emissions. — *Radiation Measurements* **44**, 462–466. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2009.06.001>
- WINTLE, A. & MURRAY, A. S. 2006: A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. — *Radiation Measurements* **41**, 369–391. <https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2005.11.001>
- YANG, X. H. & MCKEEVER, S. W. S. 1990: Point defects and the pre-dose effect in quartz. — *Radiation Protection Dosimetry* **33**, 27–30. <https://doi.org/10.1093/rpd/33.1-4.27>

Kézirat beérkezett: 2019. 07. 09.

Az ImaGeo-magszkennelés módszerei egy mecseki fúrás nagy felbontású értelmezésének példáján

MAROS Gyula¹, SZABADOSNÉ SALLAY Enikő¹, ÁDÁMNÉ INCZE Szilvia², HATVANI István Gábor³, PALOTÁS Klára¹, KOVÁCS József⁴,
GYENIS Ákos⁵, GRÓF Gyula⁶, PÁSZTOR Szilárd⁷, ANDRÁSSY László⁸, MARA József⁹, VIHAR Levente¹⁰, SZONGOTH Gábor¹⁰

¹Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, maros.gyula@mbfsz.gov.hu,

²Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat volt munkatársa, ³Csillagászati és Földtudományi Kutató Központ Földtani és Geokémiai Intézet,

⁴ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, ⁵Digital Foto Labor Kft., ⁶Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Energetikai
Gépek és Rendszerek Tanszék, ⁷ELTE TTK Geofizikai és Ūrtudományi Tanszék, ⁸MÁELGI nyugdíjas munkatársa, ⁹Oplab Kft.,

¹⁰Geo-Log Kft.

Methods of ImaGeo Corescanning and a case study of a high resolution borehole evaluation from the Mecsek Mountains

Abstract

The self developed ImaGeo system allows the construction of 3D geotectonic models through the collection of high resolution digital geological data in the field, in drillings and mines. The images and data can be obtained both in normal and UV light. The data can be oriented using geophysical borehole logging (acoustic Borehole televiewer BHTV, or microresistivity measurer Formation Microimager, FMI) to their original position, thus making detailed geological evaluations possible in real space. The system consists of the Corescanner, the Photorobot and the Laser Induced Plasm Spectrometer.

This paper describes a case study on the core scanning result of the Mesozoic succession in borehole Ibafa, Ib-4, with special emphasis on the Jakabhegy Sandstone Formation, besides introducing the methods used in the ImaGeo system. The examination of the Jakabhegy Formation was carried out after back-rotating the data in order to remove the structural tilt of 45/13° (dip direction/dip angle) to its original position. The succession of the Jakabhegy Formation could be divided into five elaborately analyzed sections in terms of grain size, lamination thickness, dip direction and dip angle data deriving from the corescanning. The sections do not correlate with the sections determined by the geological documentation. The back-rotated dip direction data show SSE, S and SW orientation with certain sections dipping also to the W or E. These are interpreted as the major transport directions. The transport directions show wide variety throughout the whole formation. The cycle analysis of the lamination thickness, dip direction and dip angle data was carried out by visually observing patterns, and also by periodicity analysis. We managed to define multiscale cyclicity patterns. Decimetres, 1.3 and 8 metres cycles could be defined by the distribution of dip direction data, while dip angles indicate 0.5 metre cyclicity with both methods. The periodicity analysis defined 1.3 and roughly 4.5 metres parallel cycles in the dip directions and dip angles. The visual analysis determined a cycle as long as about 50 metres, which could not be verified by the periodicity analysis.

Keywords: Core scanning, LIPS, borehole, cores, sandstone, cyclicity, cross lamination, Hungary, Mecsek Mountains

Összefoglalás

A saját fejlesztésű ImaGeo-rendszer terepen, fúrásokban és bányatérsegekben is nagy felbontású, digitális földtani dokumentációt és 3D földtani–tektonikai adatfelvételt tesz lehetővé, normál és UV-fény megvilágításban egyaránt. A fúrásokban kapott adatok mélyfúrás-geofizikai akusztikus (Borehole televiewer, BHTV) vagy ellenállás (pl. Formation MicroImager, FMI) adatsorok felhasználásával újra orientálhatóak és ezzel részletes földtani elemzések megvalósítása válik lehetővé a valós térben. A rendszer részei a Magszkennő, a Fotórobot és a LIPS (Lézergerjesztésű plazmaspektrométer).

Jelen cikk az ImaGeo-rendszer módszereinek bemutatása mellett esettanulmányt közöl az Ibafa, Ib-4 fúrás mezozoos rétegsorának magszkenneléses eredményeiről különös tekintettel a Jakabhegyi Homokkő Formáció elemzésére. A Formáció vizsgálatát az adatok 45/13°-os (dőlésirány/dőlésszög) tektonikusan kibillentett helyzetből történt vissza-billentés után valósítottuk meg. A magszkennelésből származó szemcseméret-, rétegvastagság-, dőlésirány- és dőlésszögeloszlások vizsgálata alapján a Jakabhegyi Homokkő Formáció harántolt rétegsorát 5 szakaszra lehetett bontani. A szakaszhatárok nem korrelálnak a földtani dokumentáció szakaszainak határaival. A visszabillentett dőlések DDK, D és DNy felé mutatnak, de bizonyos mélységszakaszokban a tisztán Ny-i és K-i irányok is jelentősek. Mindezeket üledék-szállítási főirányként értelmezzük. A szállítási irányok a formáció egészét tekintve is széles spektrumon oszlanak el. A rétegvastagság, dőlésirány- és dőlésszögadatokat ciklicitáselemzését vizuálisan, mintázatok felismerése útján és geomatematikai periodicitáselemzéssel vizsgáltuk. Ezek alapján több, különböző periódushosszúságú (deciméteres, 1,3 és 8 méteres) ciklust lehetett meghatározni. A ciklusság megállapítható a lemezvastagságban, a dőlésszögek és a dőlésirányok

eloszlásában is. A hosszabb ciklusok leginkább a dőlésirányok eloszlásában mutatkoznak. A dőlésszögekben a vizuális, mintázatokon alapuló és a geomatematikai módszer is a 0,5 m körüli ciklust mutatta ki. A geomatematikai elemzés 2 párhuzamos ciklushosszt mutatott ki a dőlésirányokban és a dőlésszögekben. Ezek 1,3 és ~4,5 m ciklushosszúságú periódusok. A vizuális elemzés feltárt egy mintegy 50 m-es ciklust is, ezt geomatematikai úton nem lehetett igazolni.

Tárgyszavak: magszkenner, LIPS, fúrás, fúrómag, homokkő, ciklicitás, keresztlemezesség, Magyarország, Mecsek hegység

Bevezetés

A természetes és mesterséges feltárások földtani dokumentálása mindig is az elsődleges földtani információforrások közé tartozott, ezért elsődleges célkitűzés a dokumentálás módszertanának folyamatos megújítása a kinyerhető információtartalom maximalizálása érdekében. A fúrások dokumentálása ebben a csoportban kiemelt szerepet kap, hiszen a kinyerhető információkhoz való hozzájárulás nagy befektetést igényel, és a magban mérhető orientált adattömeg eloszlása pl. szénhidrogén-rezervoár és hidrodinamikai modellekben (BENEDEK et al. 2009, ÖZKAYA 2019) alapvető. Ehhez képest pedig nagy információvesztéssel jelent a fúrómagok égtáj és részben mélység szerinti pozícióvesztése, orientálatlansága. Ennek kiküszöbölésére számos módszert dolgoztak ki.

A „direkt” módszerek közé azok tartoznak, amelyek valamilyen mechanikus módon egy folyamatos jelet visznek fel a magpalástra fúrás közben. Ez lehet egy hegyes fémrúd által ejtett karc (KULANDER et al. 1990) vagy egyéb marker-eljárással húzott vonal. A módszer hátránya, hogy költséges és időigényes, azonkívül a különböző keménységű, megtartású, porozitású stb. magdarabok esetén a jel elveszhet, azon magdarabok esetén, amelyek a jelölés előtti fúrási folyamatban már elfordultak, hamis orientációt kapunk.

A direkt módszerekhez hasonló a magvégek leképezésén alapuló módszercsoport (ABZALOV 2016). Ennek lényege, hogy a magvételnél a lyukban maradó, legtöbbször törési felületet jelölik, vagy dőlését, felületi jellegzetességeit leképezik (TOROPAINEN 2010). Minden fúrási ciklusban a magcsőben helyezkedik el a jelölő eszköz. Egy úgynevezett orientációs golyó a gravitáció segítségével a lyuk aktuális legmélyebb pontján helyezi el a jelölőt. Ezen pont által meghatározott alkotó lesz ettől kezdve a referenciairány. Ezután vagy felületleképező pálcaköteg (TOROPAINEN 2010) vagy modellagyag (WYLLIE & MAH 2005) alkalmazásával lemásolják a magtető felületét. A jelölő a magtetőn marad a fúrás során. A módszer hátránya, hogy teljesen függőleges fúrólyuk esetén, illetve a bennmaradó mag jelölés előtti elmozdulása esetén az orientáció elvesz, valamint az iszappal telített lyukakban a jelölés problematikus. Az újabb eszközök a teljesen függőleges lyukban történő jelölést mágneses északjel egyidejű detektálásával oldják meg.

Földtani tulajdonságok alapján is lehet orientálni a fúrómagokat (NELSON et al. 1987). Ilyenkor a dokumentáló első sorban a közvetlen földtani környezet tulajdonságait, legtöbbször dőlésviszonyait veszi figyelembe. Egy nagy kiterjedésű, jól feltárt környezetben ez a módszer célravezető lehet, ugyanakkor logikailag hibás, hiszen pontosan azt a tulajdonságot posztulálja, amelynek vizsgálatára az orientációt megvalósít-

ja. Ennek a módszernek egy variációja a paleomágneses tulajdonságok alapján történő orientáció (SCHMIDT & ANDERSON 1992, PAULSEN et al. 2002). Az is előfordul, hogy egy az adott fúrára jellemző tulajdonság, például a magtengelyre merőlegesen, a fúrás és egyúttal a litosztatikai nyomás alól történő felszabadulás hatására létrejött törések eloszlása alapján (PAULSEN et al. 2000) történik az orientáció.

A modern fejlesztések az orientáció megoldására a fúrólyuk falának és a fúrómagnak az összehasonlításán alapulnak. Ezek olyan orientált mélyfúrás-geofizikai módszerek raszterként megjelenített fizikai paraméterméréseire alapulnak, amelyek a karotázsmérések általános metodikájának köszönhetően térben orientáltak. A fúrómagokról készült képi vagy egyéb dokumentációt ezekkel a paraméter raszterekkel fedésbe hozva a magdokumentáció is visszanyeri eredeti pozícióját. A mélyfúrás-geofizikai módszerek közül alkalmazásra kerültek a mikroellenállás-mérések (pl. Fullbore Formation MicroImager (FMI) (PAYENBERG et al. 2000, RIDER & KENNEDY 2011), illetve az akusztikus hullámterjedés-méréseken alapuló BHTV (Borehole Televiewer) mérések (ZEMANEK et al. 1970, PAULSEN et al. 2002, ZILAHY-SEBESS et al. 2000).

A magdokumentáció digitális feldolgozásának kezdeti módszereként a dokumentálók átlátszó fóliába tekerték a fúrómagokat, különböző színű filctollakkal erre rajzolták fel az egyes törések, rétegfelszínek metszetszélvonalait, majd a fóliákat levéve beszkenelték azokat (PAULSEN et al. 2002). Ezután került sor különböző megvalósítási módszerekkel a fúrómagok direkt magszkenneres dokumentálási módszerének kifejlesztésére (WEBER 1994, MAROS & PALOTÁS 2000, MAROS & PÁSZTOR 2001). Az erre szolgáló eszköz a Földtani Intézetben az ImaGeo nevet kapta. A saját fejlesztésű műszer és szoftverrendszer első verziójának kifejlesztése 1997-ben valósult meg a bátaapáti kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolójának földtani kutatása keretében (BALLA & GYALOG 2009). Az ImaGeo-rendszer később egy anyagvizsgálati modullal, a Lézer Indukált Plazma Spektrométerrel (ImaGeo LIPS) bővült, amellyel a magszkenneléssel egy időben gyors, terepi kémiai elemmeghatározásokat lehetett végezni (ANDRÁSSY et al. 1998, ANDRÁSSY et al. 2003, MAROS et al. 2008, ANDRÁSSY & MAROS 2011). A műszer és a szoftverek fejlesztése ma is folyik.

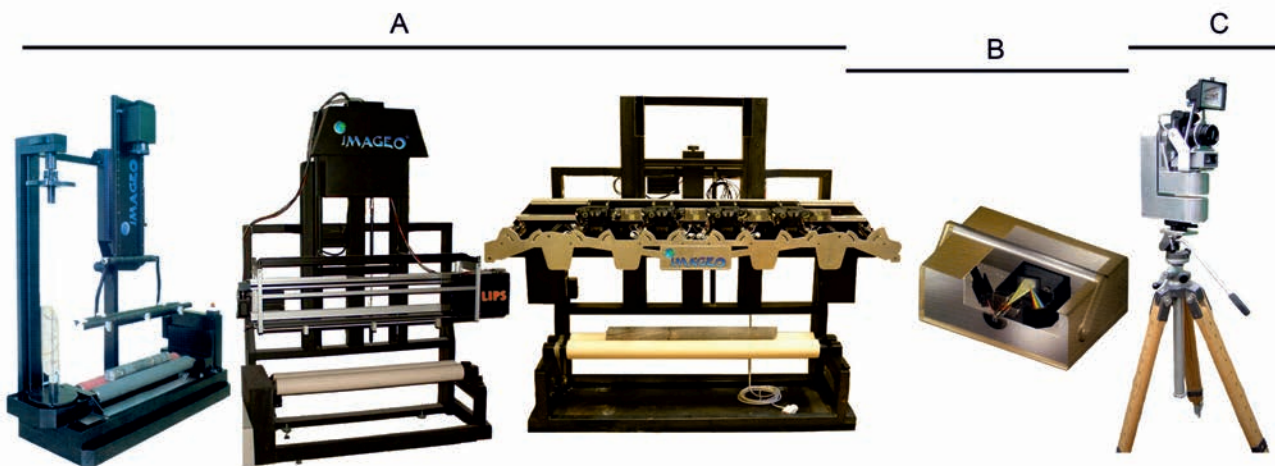
A fúrómagok nagy felbontású dokumentálási célú leképezése után az ImaGeo-rendszer fejlesztése a mesterséges és természetes feltárások dokumentálása felé fordult. Ennek eredményeként jött létre a digitális térmodell leképező eszköz, az ImaGeo Fotórobot (MAROS et al. 2006), amely első sorban a bátaapáti kutatások mélyszinti, vágatdokumentációs feladatait látta el (GYALOG et al. 2010).

A rendszer fejlesztésének tapasztalatait felhasználva kis átmérőjű és mélységű fúrólukák műszeres leképezése is megvalósításra került egy ESA (European Space Agency) marsi fúrási projekt földi analógiájának vizsgálata céljából (KERESZTURI et al. 2019).

A magszkennelés módszertana

Az ImaGeo-eszközpark három fő részből áll, a Magszkennert, a LIPS és a Fotórobot műszerekből (1. ábra). A következőkben az eszközökkel megvalósítható földtani adatfelvétel és dokumentáció folyamatait mutatjuk be.

zött lehet. A megvilágítást fehér LED égők biztosítják. A becsillanás elkerülése érdekében a megvilágítási szög úgy lett megválasztva, hogy direkt beeső fény ne juthasson a fényképezőgépre. Ugyanezen okból a lámpák és a fényképezőgépek nem egyszerre, hanem egymás utáni sorozatban villannak fel és exponálnak. Az előbbieken említett magátmérő esetén a szkennelési idő mintegy 10–15 másodperc. Az egyes fotókból egy saját file-formátumú, ún. Tifig file íródik össze, amely az összes forrásképet tartalmazza. Az eredmény montázs pixeltartalmának folyamatosságát a fényképezőgépek szigorú geometriai és képfelvételi elrendezése, illetve képfeldolgozó algoritmusok azonospont-kereső eljárásai biztosítják. A létrejövő szkennelt kép felbon-



1. ábra. Az ImaGeo A) Magszkennert V1, V2 és V3; B) a LIPS, C) a Fotórobot készülékek
 Figure 1. The ImaGeo A) Corescanner V1, V2 and V43; B) LIPS, C) Photorobot equipments

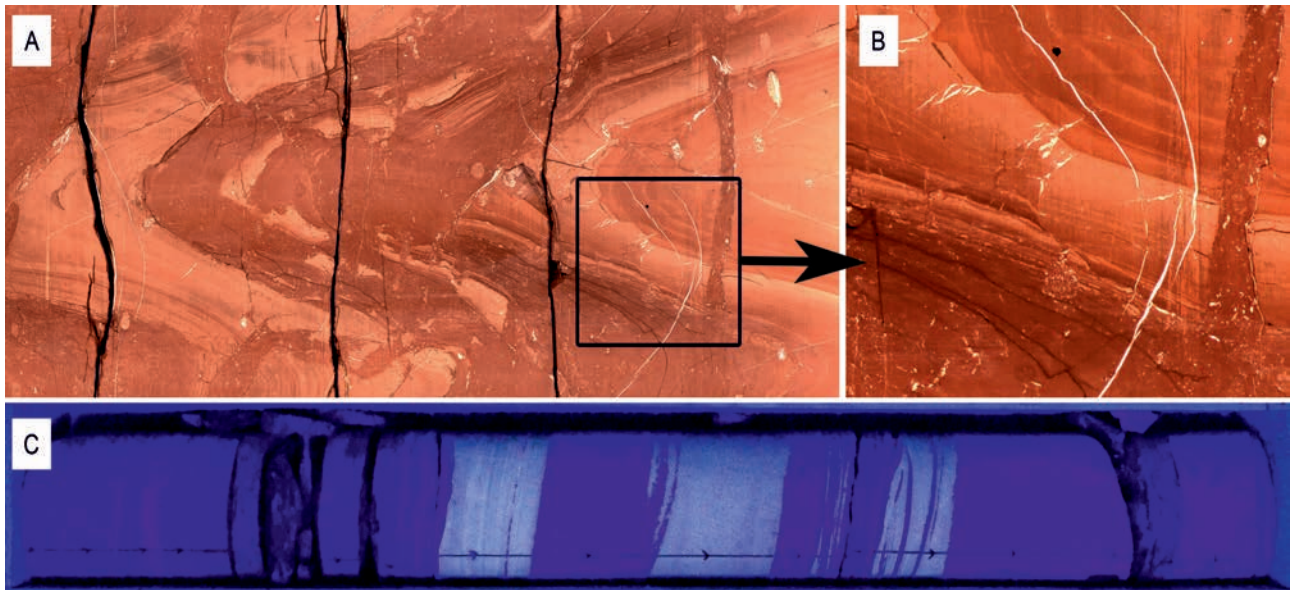
Adat- és fotóalapfelvétel

Akár a Magszkennerttel, akár a Fotórobottal rögzítjük a fúrómag és a feltárás látható képét, elsődleges a kőzetfelület előkészítése. Ez többszörös, alapos mosást, feltárás esetén a láthatóság biztosítását, a fúrómagdarabok összeillesztését és az illesztés szkennelés idejére történő rögzítését jelenti.

A Magszkennert (1. ábra) és a Fotórobot (1. ábra) működése is elsődlegesen egy optikai spektrumban történő képfelvétel és montázs készítésén alapul. Az ImaGeo Magszkennert (MAROS & PALOTÁS 2000, MAROS & PÁSZTOR 2001) korábbi verziói egy RGB kódolású vonalszkennert, a legújabb eszköz raszteres képrögzítési eljárásként fényképezőgépek képsorozatát alkalmazza. A szkennelés elvi folyamatoként a maximum 1 m-nyi fúrómag teljes hosszát kvázi egyidőben fényképezi, majd a fúrómagot hossztengelelye mentén elforgatja, és ismét fényképez. Ez a folyamat addig ismétlődik, amíg a teljes magpalást rögzítésre nem kerül. Az elforgatás szöge programozható, hiszen a magátmérő, a megvilágítás egyenletessége, a kellő átfedés biztosítása és a mélységélesség függvényében különböző mennyiségű fotó elkészítésére lehet szükség. Egy sűrűn előforduló, 6,3 cm átmérőjű, 1 m hosszú mag esetében 40 fénykép elkészítése az optimális. A szkennelhető magátmérő 4–20 cm kö-

tása maximálisan 500 DPI (2. ábra), de a magszkennerthez illeszthető részletfotózó feltét is, így a részletek felbontásának az illesztett fényképezőgép felbontása szab határt. A Magszkennert esetében a megvilágítás optikai tartományban vagy UV-tartományban is történhet, utóbbi esetben a 340 nm-es UV-csőves megvilágításban UV-lumineszcens felvétel készül (2. ábra).

Az ImaGeo Fotórobot (MAROS et al. 2006) képfelvételi technikája látható fény tartományban felvett képsorozat rögzítésén alapul (3. ábra). A képsorozat tárgyának rögzített volta miatt az aktuális északi irány kijelölhető, így a fotósorozat orientált. Az eszköz standard kameramoddellel dolgozik, emiatt és a szigorú geometriai elrendezés miatt a montázs készítéséhez viszonylag egyszerű térmodell adható meg. A kőzetfelszínen előre megjelölt pontok geodéziai bemérésével georeferált fotósorozat kapható. Két tengely körül elforduló mechanikai felépítése lehetővé teszi tetszőleges térbeli helyzet elérését, akár egy gömbfelület mentén is készíthetők felvételek. A közös tengelyen elhelyezett lézeres távmérő eszköz és fényképezőgép egyszerre képezi le a tárgyat és állapítja meg annak távolságát. A fényképezőgép, a távmérő és a forgató mechanika is programozható, ahol a fotók számát csak a tároló kapacitás korlátozza. A fotórobot



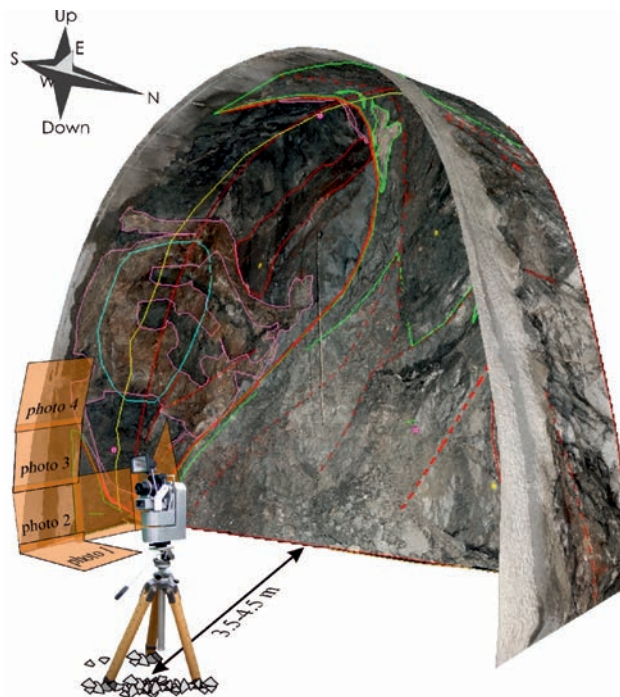
2. ábra. ImaGeo Magszkennner teljes palástfelvétel (A) és részlete (B) látható fényben és UV megvilágítású ládafotó (C)

Figure 2. An ImaGeo Corescanner whole circumference image (A) and closeup (B) scanned in visible light (above) and UV lighting box photo (C)

funkciói távirányítással aktiválhatók. A mérés során nem igényel külső számítógépes vezérlést, ezért könnyen hordozható, kompakt, terepi munkavégzésre alkalmas. Használható feltárások nagy részletességű felvételére, illetve bányatérsek, alagutak összes kőzetfelületének nagy felbontású leképezésére. A távolságméréseknek köszönhetően, illetve megfelelő bázistávolságot választva dupla fotósorozat készítésekor fotogrammetrikus eljárással a fotók 3D felületekre feszíthetők. Előbbi esetben a 3D modell felbon-

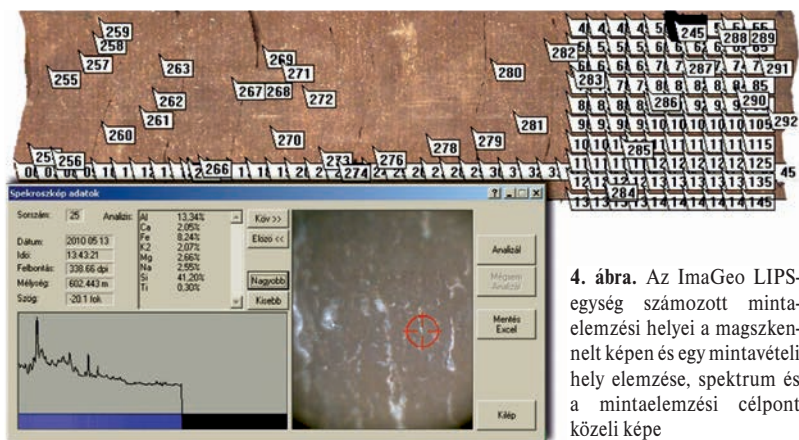
tását a távolságmérések sűrűsége határozza meg, utóbbi esetben a felbontás akár pixelméretű is lehet.

A Lézer Indukált Plazma Spektrométer (1. ábra, LIPS, ANDRÁSSY et al. 1998) készülék az ImaGeo-magszkennnerrel összeépített saját fejlesztésű anyagvizsgálati eszköz. A gerjesztő lézer, az optikai rács és a mátrixdetektor egy „síneken” közlekedő dobozban van elhelyezve, amely a magszkennelés ideje alatt a szkennelt területen kívül helyezkedik el. A szkennelést vezérlő szoftver a szkennner geometriai elrendezéséből, a léptető motorok adataiból minden szkennelt képpixelhez számított pozíciót rendel. Ez alapján a szkennelt képen pixelszintű pontossággal pozicionálni képes minden olyan eszközt, amely a szkennelés után az adott magfelület bármilyen mérését végzi. Ilyen eszköz az ImaGeo LIPS is. Az eszköz nagy energiájú Nd-Yag lézereinek besugárzása által egy kb. 0,1 mm átmérőjű célterületen keltett plazma emittált fényéből spektroszkópiai eljárással határozza meg a plazmában lévő elemeket és az elemek százalékos összetételét (ANDRÁSSY et al. 2003). A magszkennneres vezérlésnek köszönhetően a minta kiválasztása a szkennelt képen történik, reprodukálható, dokumentálható módon. A mérés helyének kiválasztása után a LIPS-egységet a szkennner vezérlő szoftvere a mérendő pont fölé pozicionálja, majd elvégzi a mérést. A mérés helyének pontosabb kiválasztását és a mérés kráterének utólagos dokumentálását a LIPS-egységbe telepített kamera végzi el (4. ábra). Ez szoftveresen támogatott élesség és kontraszt meghatározás alapján a mag fölött automatikusan beállítja a LIPS távolságát a kritikus lézerfókuszáltság megteremtése érdekében. A mérés helye a mag orientálhatóságának függvényében térben orientált lehet. Szoftveresen a mag mentén szelvény menti és területi mérés is megvalósítható. A műszerhez kiértékelő szoftver tartozik, amely megjeleníti a célterület képét, a kapott spektrumot, az elemkoncentráció értékelést és



3. ábra. Az ImaGeo Fotórobot fotóalap felvétele bányatérsekben

Figure 3. The ImaGeo Fotórobot taking photos for a montage in a shaft



4. ábra. Az ImaGeo LIPS-egység számozott mintaelemzési helyei a magszkenelt képen és egy mintavételi hely elemzése, spektrum és a mintaelemzési célpont közeli képe

Figure 4. Shooting places of the ImaGeo LIPS on a corescanned image and the analysis of a unique LIPS target place with the spectrum and camera image

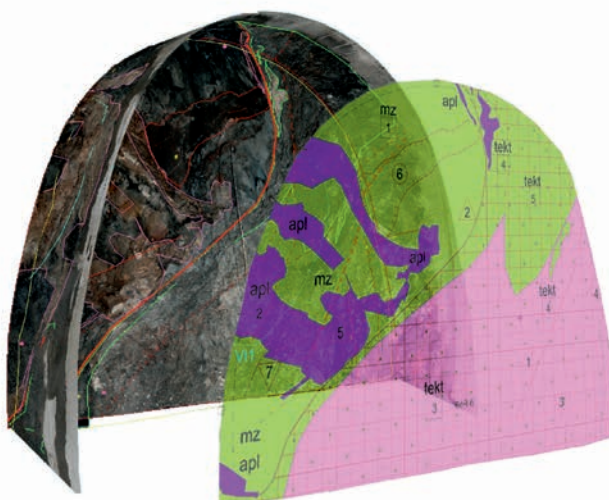
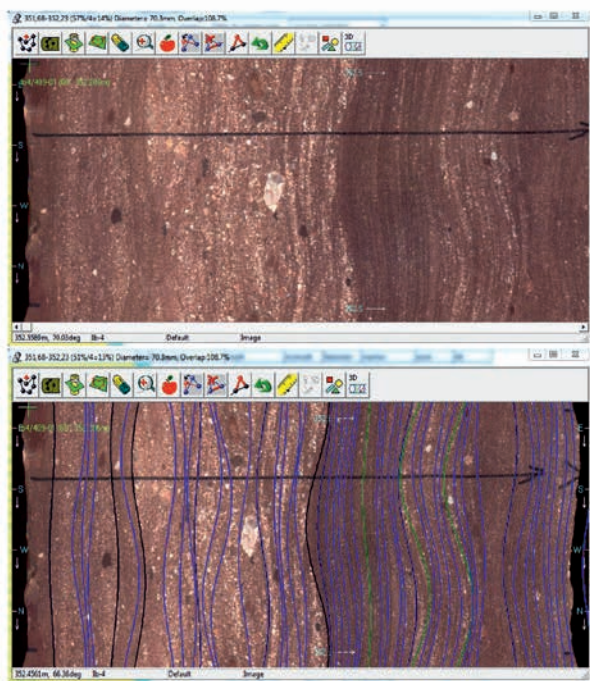
beállítási, kalibrálási lehetőségeket biztosít. Egy-egy mérés kiértékeléssel együtt mintegy 20 másodpercet vesz igénybe, a keletkezett adatok a szkennelt kép Tifig állományában tárolódnak, azzal együtt archiválhatók.

Fotóalapp földtani kiértékelése

Mind a Magszkenner, mind a Fotórobot a leképezés eredményeként egy-egy fotómontázst állít elő. A Magszkenner által felvett montázs egy hengerfelület kiterített képe, a Fotórobot montázsa pedig egy térbeli felületre feszített raszter. Így tulajdonképpen eredetüknél fogva mindkettő egy-egy 3D felületről ad információt. Míg a Fotórobot montázsának térbelisége viszonylag egyszerűen megadható, a magszkenelt kiterített kép helyzete több lépésben állítható helyre. Ennek első lépése egy helyi koordináta-rendszer megadása. Mivel hengerfelületről beszélünk, a helyi koordináta-rendszer lokális észak vonalaként egy a henger felületén ki-

választott alkotót adunk meg. Ezt nevezzük markervonalnak. A markervonal helyzetét a magdarabok összeillesztésekor a kezelő határozza meg. Az összeillesztett magdarabokon keresztül vonalzóval egy-egy rövid markertoll vonalat húz minden magdarab felső szélére. Ezzel az összeillesztést is reprodukálhatóvá teszi, valamint az összes magdarabon megjelöli a markeralkotó vonalat. (Mivel a legtöbb fúrás a vízszintestől eltérő dőlésű, ezért ezt a vonalat joggal nevezhetjük „északnak”, de szóhasználatunkban vízszintes fúrások esetén is így hívjuk.) Amikor a kezelő a szkennelt kép elemzésekor megadja a mag nevét, magláda-hoz viszonyított mélységét, egyéb azonosítókat, akkor a képen meg kell jelölnie a szkennelt markerjelet is az adott magszakasz legfelső pontján. Ez a szoftver számára a pixelraszter egy adott sorának és oszlopának keresztező pontja lesz. A lokális észak rögzítése a későbbi orientálási fázis kulcsa is lesz egyúttal.

A vezérlő szoftver szerepe itt lezárul, és megkezdődik az értelmezés folyamata. Ezt egy erre a célra fejlesztett szoftvermodullal a CoreDump-modullal végezzük (MAROS & PALOTÁS 2000, GYALOG et al. 2010). Ez a modul egyszerre képes fogadni az összes ImaGeo-készülék által felvett adatot, képet és különböző további értékelő, adatbázis-építő munkafázis után megjeleníteni az adatok, értékelések mélységbeli, térbeli eloszlását diagramok és logok formájában. Az értékelés menete tulajdonképpen földtani határfelületek felismerését és a képeken történő rajzos, vektoros megjelenítést jelenti (5. ábra). A magszkenelt képeken vetősíkok, rétegfelületek, törések, palásság, eltérő kristályos kőzetváltozatok határfelületei, eltérő szemcsenagyságú üledékes kőzetek határfelületei, keresztrétegzettség, különböző



5. ábra. A fotóalapp vektoros kiértékelése a magszkenelés (balra), illetve a fotórobotos felvétel (jobbra) esetében

Figure 5. Geological evaluation of a corescanned image (left) and a Photrobot montage (right)

elváltozások, bontottság, színváltozatok határfelületei stb. kerülnek rá a szkennelt képre. Az egyes jelenségeket különböző, a felhasználó által definiált adatbázisrétegre lehet elkülöníteni, a síkszerű határfelületeket elegendő három pont megadásával meghatározni, hiszen a kiterített kép egy hengerfelületet ír le. A síkszerű felületek vagy síkok további, szintén a felhasználó által definiálható tulajdonságokkal láthatók el, például egy törési felület síkjának rögzítése után megadható a sík geometriája (hajladozó, en echelon, egyenes, szabálytalan stb.), a törés nyitottsága vagy zártsága, a törésfelületet borító ásványos kitöltések anyaga, színe, vastagsága, egymásutánisága stb. Nemcsak a magfelületen látható jelenségek értékelhetők a modulban, hanem a mag belsőjében levők is. Így például grafikusán és részletes adatokkal megadhatók a törésfelületeken detektált vetőkarcok adatai, a törésfelület érdekessége, bontottsága is.

Fontos kérdés az ún. nem szkennelhető szakaszok dokumentációjának beépíthetősége is. Mindig előfordul ugyanis olyan mértékben összetört, széteső, laza szerkezetű rész, amely nem állítható össze hengeres magként, ezért alkalmatlan a szkennelésre. Természetesen ezek dokumentálása ugyanolyan fontos. A CoreDump-modulban lehetőség van olyan virtuális magszakaszok definiálására, amelyek a nem szkennelhető szakasz egészét vagy annak egy szakaszát reprezentálják. Ezekhez a szakaszokhoz leírás és tulajdonságok kapcsolhatók, a szakaszok a fúrási logban megjeleníthetők. Legtöbbször az apró darabokban megfúrt tektonikai zónákat kell ilyen virtuális szakaszként leírni. Ritka az olyan eset, amikor egy ilyen zóna hengeres magként szkennelhető, mint az a bátaapáti mélyszerinti kutatások során mélyült BeK–1 vízszintes fúrás esetében történt (6. ábra).

A Fotórobot térbeli fotómontázsa ugyanilyen módon kiértékelhető, ugyanakkor ebben az esetben a sokszor több méter hosszan megfigyelhető határfelületek lefutását nem elegendő három ponttal megadni, itt tulajdonképpen egy térgörbét rögzít a felhasználó (5. ábra). A görbéhez pedig megadja az általa legjellemzőbbnek ítélt dőlésértéket. Az egyéb tulajdonságok adatbázisba vitele teljesen hasonló a magszkennelt képek értékelésénél alkalmazottakhoz.

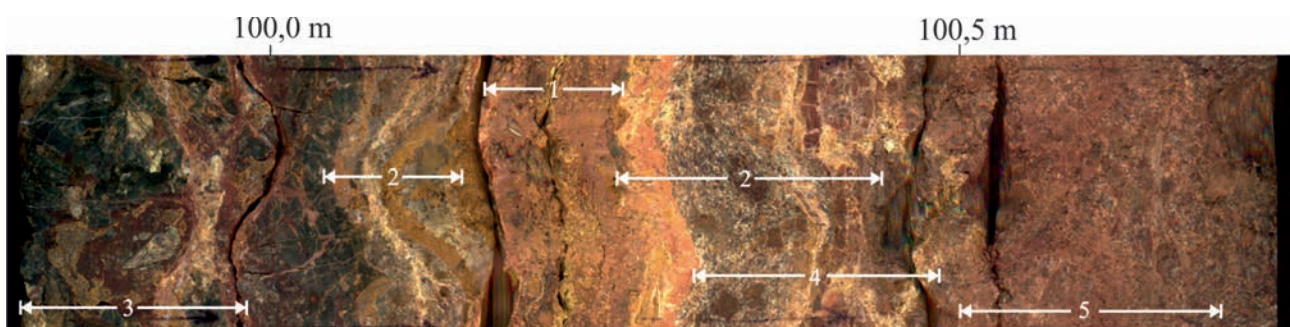
A LIPS műszer által mért koncentráció adatok, a mérések helyéről eltárolt részletképek a magszkennelt képekben tárolódnak, a CoreDump-modulban megjeleníthetők (4. ábra).

Ugyanígy lehetőség van egyéb szöveges vagy képi információknak a magszkennelt vagy Fotórobottal készült montázshoz történő hozzáfűzésére. Így például utólag anyagvizsgálati eredmények, csiszolati kép stb. társítható a szkenneléshez, ezzel komplett fúrásdokumentáló, -értékelő és megjelenítő eszköz érhető el.

A nagy felbontású észlelés és értelmezés lehetősége a földtani médiumban megfigyelhető jelenségek időkapcsolatainak elemzését is lehetővé teszi (POTTS & REDDY 1999). Ennek legkézenfekvőbb példája egy réteghatár vagy kőzet-tani felület időbeli viszonya egy töréshez. Nyilvánvalóan a törés fiatalabb a réteghatárnál, kőzettani felületnél. Minden ilyen esetben két megfigyelt földtani sík, objektum vesz részt a relációs kapcsolat megfogalmazásában. Ugyanaz a sík vagy objektum azonban több relációban is részt vehet. Az előbb említett esetben például a legtöbbször fiatalabb a törésnél annak ásványos kitöltése, de lehet egy másik törés is fiatalabb, ami a magban látható módon elveti az előzőt. A mindig kétszereplős relációk további vizsgálatnak vethetők alá. Például anyagvizsgálattal vagy az orientált adattömegben végzett eloszlásvizsgálattal kitöltés-, töréspotulációk elkülönítésére van lehetőség. Ennek következtében akár a relációs kapcsolatok rögzítésében nem részt vevő síkok is levezetett időbeliséget nyerhetnek más síkokhoz képest. Szoftveresen a kétszereplős kapcsolatokból relációs „vonalak” képezhetők, amelyek statisztikai értelemben kvázi-egyidejű események sorozatává rendezhetők.

A földtani értékelés valós térbe forgatása, orientáció

A Fotórobot által leképezett feltárási vagy bányatérsegi kőzetfelületek térbeli helyzete nem változik meg a fejtés során, ezért itt az elkészült montázs részeinek vagy egészének újra orientálására nincs szükség. Szükséges viszont a földtani objektum elhelyezése a térben. Ennek módszere, hogy a montázs felvétele előtt festékkel szisztematikusan pontokat jelölünk meg a kőzetfelületen, ezeket a pontokat pedig geodéziai módszerekkel xyz koordinátákkal látjuk el. Mivel az elkészült montázon a festett pontok azonosíthatók, a leképezett kőzetfelület térbelisége biztosított. Az orientációjukat veszített fúromagokkal más a helyzet, ezek újraorientálásának lehetőségeit



6. ábra. Törészóna magszkennelt képe és értelmezése (MAROS et al. 2009) alapján.
1 magzóna, 2 kitöltések, 3 polimikt breccsa, 4 felkeményedett régi magzóna, 5 kataklázit, majd breccsa

Figure 6. Evaluated corescanned image of a deformation zone (after Maros et al. 2009)
1 Core zone, 2 mineral infillings, 3 polymict breccia, 4 restrained abandoned core zone, 5 kataclastic and breccia

érintettük a Bevezetésben. Az ImaGeo-rendszer működési modelljében a raszteresen megjeleníthető mélyfúrás-geofizikai orientált paraméterméréseit használjuk mint referencia mérést. Ezek lehetnek mikroellenállás (FMI) vagy akusztikus (BHTV) mérések. A CoreDump-szoftver mindkét módszertípus mérésanyagának megjelenítésére képes (7. ábra). Ebben a fázisban kap jelentőséget a korábban a magfelület szkennelt képén megjelölt markeralkotó. A mélységsorrendbe rendezett szkennelt képsorozat és a referenciamérések párhuzamos megjelenítésével azonosíthatók a közös mintázatok (7. ábra). Az elvi korreláció után a markeralkotó szoftveres megragadásával, majd mélységbeli eltolásával és azimut szerinti forgatásával a szkennelt képek, illetve a referenciamérések térben fedésbe kerülnek. Ezzel a szkennelt képek, illetve az azokon vektorosan elvégzett értékelés egyaránt eredeti, a fúrás megkezdése előtti pozíciójába tér vissza (7. ábra).

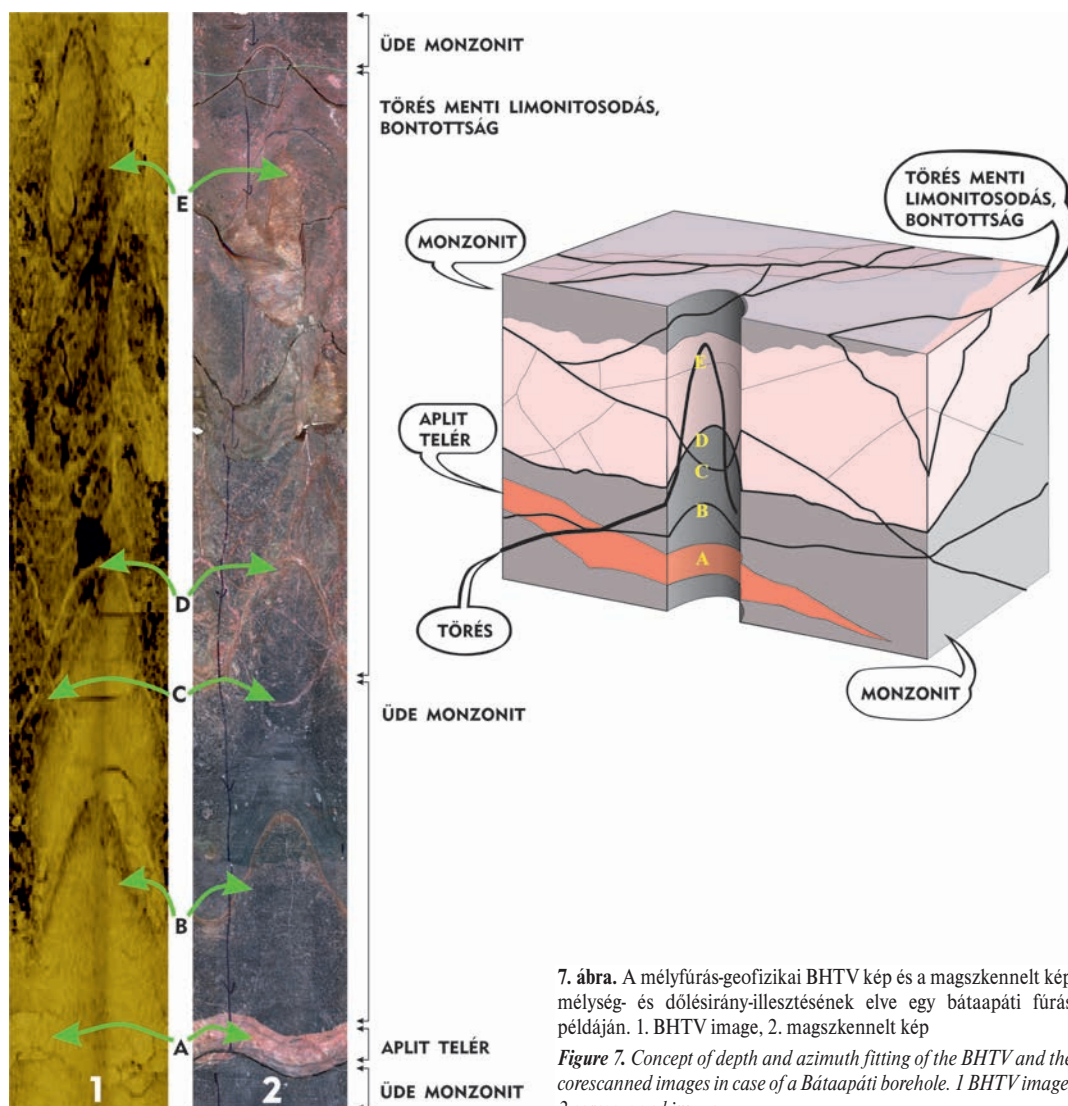
A vektoros értékelés során képzett pontok, vonalak, síkok standard dxf formátumban exportálhatók, ezen kívül a beépített adatbáziskezelő almodul segítségével lekérdezésekre van lehetőség. A lekérdezések eredményei sztereogra-

fikus projekciókon, rózsadiagramokon, tadpole-diagramokon, hisztogramokon jeleníthetők meg. A dőlésadatok sztereografikus és mélységi ábrázolását egyetlen diagramon is megjeleníthetjük. Ez a saját fejlesztésű maximumvándorlási diagram, amely a dőlésértékek statisztikai ablakokban számított maximum értékeinek mélységbeli változását mutatja (MAROS & PÁSZTOR 2001).

Felhasználás, eredmények

A módszeregyüttes felhasználási lehetőségei tágak:

- Archiválás (a teljes palástról készült nagy felbontású, digitális képek alkalmasak a fúrási magminták dokumentációjának teljeskörű és hosszú távú archiválására.).
- Jelenségek orientált, részletes tanulmányozása, dokumentálása, térbeli eloszlásának elemzése.
- Átnézetes kémiai elemeloszlás-vizsgálat és laborvizsgálati stratégia kidolgozása.
- Fúrások földtani és geofizikai dokumentációjának mélysegélyeztetése, komplex fúrási LOG-ok létrehozása.



7. ábra. A mélyfúrás-geofizikai BHTV kép és a magszkennelt kép mélység- és dőlésirány-illesztésének elve egy bátaapáti fúrás példáján. 1. BHTV image, 2. magszkennelt kép

Figure 7. Concept of depth and azimuth fitting of the BHTV and the corescanned images in case of a Bataapáti borehole. 1 BHTV image, 2 corescanned image

— Jelenségek eloszlásának térképezése, 3D modellek alkotása.

— Földtani fejlődéstörténet megismerése, szerkezetelemzés készítése.

A továbbiakban az ImaGeo-magszkennő segítségével dokumentált üledékföldtani jelenségek orientált adatainak felhasználási lehetőségét illusztráljuk egy, a Mecseki-egy-ségben mélyült fúrás példáján keresztül.

Az Ibafa, Ib-4 fúrás mezozoos szakaszának magszkennelési eredményei

Az Ibafa, Ib-4 fúrás a Bodai Agyagkő Formáció (BAF) gorikai elterjedési területén mélyült 2004–2005 folyamán. A fúrás magszkennelésének eredményei területi okokból nem képezhetik egy teljes esettanulmány tárgyát a jelen, főképp módszertani tanulmány keretein belül. A továbbiakban elsősorban az általános eredményeket mutatjuk be, a Jakabhegyi Formáció harántolt rétegsorát pedig részletesebben elemezzük.

A fúrás célja a BAF gorikai kifejlődésének megismerése és átharántolása volt, ez utóbbi cél azonban nem járt sikerrel. A fúrás paleo-mezozoos rétegsorában középső-, majd alsó-triász és felső-perm formációk alatt végül 214 méter vastagságban

tárta fel a BAF-ot, és annak homokkőes alsó rétegeiben (Órházi Tagozat) állt le. A teljes szkennelt maghossz 470,05 m volt, ez 88,5%-os szkennelhetőségi arányt jelent. A szkennelt maghossz 79,3%-át sikerült orientálni a Geolog Kft. által biztosított BHTV alapján. Mindösszesen 18 880 db síkszerű objektumot vittünk fel a szkennelt képekre, amiből 16 045 db-ot lehetett orientálni, ez a harántolt formációk nagy megbízhatóságú és felbontású megismerését teszi lehetővé. A fúrás rétegsorát, a magszkennelés során korrigált mélységekkel az *I. táblázat* mutatja.

Az alaphegységi képződményeket felülről határoló törészóna alatt a fúrás a Mecseki-egység permo-triász sorozatát (CHIKÁN & KONRÁD 1982, KONRÁD et al. 2010) harántolta. A permo-mezozoos rétegsor alulról fölfelé haladva a szárazföldi Bodai Agyagkő Formációval (BAF) indul. A BAF teteje tektonikusan csonkolt, de HALÁSZ (2011) szerint a formáció feltételezett peremi kifejlődése miatt ezen a területen vékonyabb is az antiklinálisban megismerhez képest. A rétegsor a folyóvízi Kővágószőlősi Homokkő Formációval, majd a folyóvízi–sekélytengeri átmeneti Jakabhegyi Homokkő Formációval folytatódik és a sekélytengeri Patacsi Aleurolit Formációval fejeződik be. A fúrás permo-triász rétegsorát lefejező szerkezet (*I. táblázat*) környezetében nem volt szkennelhető a mag, illetve a BHTV kép nem volt értelmezhető, emiatt kevés orientált adatot nyerhettünk. A közzétörmelékes

I. táblázat. Az Ibafa, Ib-4 fúrás magszkennelési adatokkal korrigált rétegsora HAMOS et al. (2017) alapján

Table I. The geological chart of borehole Ibafa, Ib-4 with the corescanned data, based on HAMOS et al. (2017)

| Mélységköz [m] | Magszkennelés alapján korrigált talp mélysége [m] | Litosztratigráfiai egység | Kor | |
|----------------|---|---------------------------|---|--------------------------|
| 177,37 | 201,89 | 201,89 | Szászvári Formáció (?) | miocén? paleogén? |
| 201,89 | 202,09 | 202,19 | Törészóna | |
| 202,09 | 210,62 | 210,66 | Patacsi Formáció | középső-triász |
| 210,62 | 262,00 | 262,35 | Jakabhegyi Homokkő Égervölgyi Tagozat | alsó-triász |
| 262,00 | 383,40 | | Jakabhegyi Homokkő Zsongorkői Tagozat | alsó-triász |
| 383,40 | 420,70 | 420,70 | Jakabhegyi Homokkő Főkonglomerátum Tagozat | alsó-triász |
| 420,70 | 422,89 | 422,89 | Kővágószőlősi Homokkő Cserkúti és Tótvári Tagozat | felső-perm - alsó-triász |
| 422,89 | 437,16 | 438,32 | Kővágószőlősi Homokkő Kővágótöttösi Tagozat | felső-perm |
| 437,16 | 463,65 | 463,73 | Kővágószőlősi Homokkő Bakonyai Tagozat | felső-perm |
| 463,65 | 494,18 | 494,21 | Bodai Agyagkő (Füzi Tagozat?) | felső-perm |
| 494,18 | 647,44 | nem látjuk ezt a határt | Bodai Agyagkő Órházi Tagozat | felső-perm |
| 647,44 | 708,78 (talp) | 708,99 | | |

vetőagyaggal kitöltött mintegy 1 m harántolt vastagságú törés-zóna helyén egy sem. A zóna felett települő mészkőbreccsában, a zóna 8–10 m-es környezetében azonban néhány ÉK–DNy csapású, közepes dőlésszögű törési síkot észleltünk.

A továbbiakban röviden közöljük a mezozoos képződmények fő geometriai jellemzőit és leírását (HAMOS et al. 2017 alapján, II. táblázat). A dőlésértékeket a mai tektonikai helyzetben, a BHTV-hez orientált, de nem visszabillentett adatokkal közöljük. Az adatok eloszlását sztereogramokon vagy pólussűrűségi diagramokon mutatjuk be.

A fúrás Jakabhegyi Homokkő Formációjának részletes elemzése

Azért választottuk ennek a Formációnak a részletesebb bemutatását, mert a fúrás viszonylag nagy vastagságban (212,22 m) harántolta, a változatos, keresztarégtezett üledé-

kekre pedig nagyszámú sík volt fektethető, amely nagyfelbontású elemzést tesz lehetővé. Ebben az elemzésben a rétegsor ezen szakaszának kibillent helyzetét korrigáltuk, és az orientált adatokat a BAF 45/13° dőlése alapján DNy felé 13 fokkal visszabillentettük. A Formáció rétegsorán 17 253 db dőlésszög- és vastagságadattal rendelkezünk, előbbiből 13 389 db volt orientálható, amelynek tehát a dőlésiránya is ismert. Emellett a Formáció értékelése során több, ciklusos jelenség volt megfigyelhető, amelyek részletes elemzésére a nagyszámú adat jó lehetőséget biztosított.

A Jakabhegyi Homokkő Formáció lerakódási területe a nyugat felé hatoló Neotethys riftesedés által kialakított rámpa északi, szárazföldi határterülete volt (HAAS & PÉRO 2004). A formáció kora és képződési környezete is évtizedes szakirodalmi vita tárgya. A formáció első térképezője BÖCKH J. (1876) a germán triással rokonította, míg VADÁSZ (1935) a permbe sorolta. KASSAI (1969) munkája szerint a képződmény alsó-triász, amit megerősítenek BARABÁSNÉ palinológiai vizs-

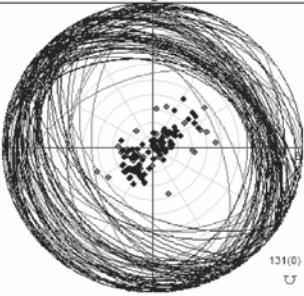
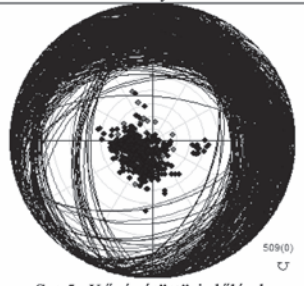
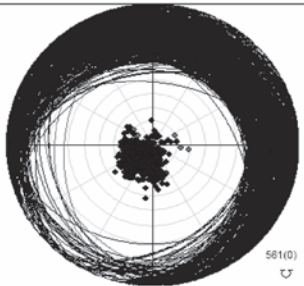
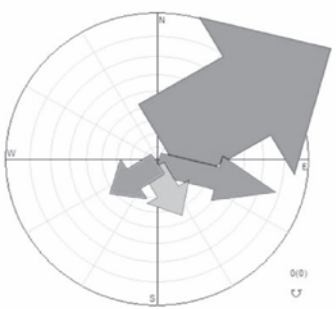
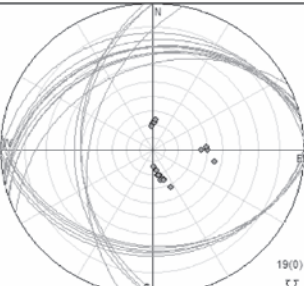
II. táblázat. Az Ibafa, Ib-4 fúrás mezozoos képződményeinek dőlésviszonyai

Table II. Stereograms of dip conditions of the Mesozoic formations in Ibafa, Ib-4

| Rétegtani/tektonikai egység | Leírás | Sztereogramok |
|-----------------------------|---|--|
| Bodai Agyagkő F. | <p>A kőzet színe sötét vörösbarna, a reduktív szakaszok szürke, zöldesszürke színűek. A formációt kőzetlisztes agyagkő, agyagos aleurolit építi fel. A legalsó, 60 m vastagságú Órházi Tagozat túlnyomórészt finomszemű homokkő. Rétegzettség nehezen ismerhető fel, ennek kijelölésére a különböző kőzetváltozatok határánál volt lehetőség. Dőlésviszonyainak átlagát a lapos ÉK-i dőlés (Szt.1.: 45/13°) adja, de különösen a homokkő, dolomitos homokkő réteg laminációja akár ±45°-kal is eltérhet ettől azimutban. Különösen a fúrás talpa körül fordulnak elő É-ias, ÉÉK-i, sőt szembe dőlő, DNy-i dőlésirányú domének is. Az Órházi Tagozat átlagdőlése 50/14°. Ciklusosság annyiban állapítható meg, hogy sok helyen tapasztalható a dőlésszögek meredekebbé válása az egymást követő laminákban, főként 675–698 m-ig.</p> <p>A BAF esetében a nagy aktivitású radioaktív hulladékok kutatása szempontjából fontos töréses deformáció repedéeloszlásait is közöljük: A nyílt törések eloszlását (Szt.2.) a rétegzéssel párhuzamos törések uralják, ezért ezeket leválogattuk a sztereogramokról. A kapott kép szerint egy ÉNy-DK-i csapású törésköteg uralja a BAF töréses deformációját, amely hol DNy-ra, hol ÉK-re dől viszonylag lapos, illetve közepes dőlésszöggel. Az ÉK-re dőlő törések között valószínűleg még számos réteg menti vagy réteg közeli törés található. Ha a törésképet a rétegdőlésnek megfelelően vízszintesbe billentjük, a rétegeket merőlegesen szabdaló töréseket kapunk. Az ásványos kitöltések (Szt.3.) mind a felnyíló meredek, mind a rétegmenti töréseket kitöltik.</p> | <p>Szt.1. BAF dölések</p> <p>Szt.2. BAF nyílt törések</p> <p>Szt.3. BAF zárt törések</p> |
| Törészóna | <p>A vetőkőzetet breccsás vetőagyag jelöli ki 494,21 m-nél, vastagsága ~10 cm. Az alatta következő Bodai Agyagkő Formáció felső néhány métere breccsás kifejlődésű. A határt jelentő tektonikus zóna dőlése 227/30°.</p> | |

II. táblázat. folytatás

Table II. continuation

| Rétegtani/tektonikai egység | Leírás | Sztereogramok |
|--------------------------------------|---|---|
| Kövágószőlősi F. Bakonyai Tagozat | A tagozat uralkodóan vörösbarna, alárendelten szürke homokkő rétegekből és konglomerátumból épül fel. A formáción belül erre a tagozatra a durvább szemcseméret jellemző. A tagozat dőlése (Szt.4.) kétmaximumos, $39/22^\circ$ és $240/7^\circ$, dőlésviszonyai mélységben vizsgálva nem ciklusosak. |  Szt.4. Bakonyai dölések |
| Kövágószőlősi F. Kövágóttősi Tagozat | A Kövágóttősi Tagozat uralkodóan szürke, jól osztályozott, változatos törmelékű üledékes kőzetekből épül fel a konglomerátumtól az agyagköig. Átlagdőlése $40/18^\circ$ (Szt.5.), de a rétegdőlési síkok normálisai egy egész térséget elfoglalnak a diagramon. A rétegsor egészére inkább a K-ies dőlés a jellemző, viszont az ÉK-ies dőlési szakaszokon sokkal vékonyabb a rétegzés, ezért több az adat, ez torzíthatja az átlagot. Mélységfüggő eloszlása nem mutat ciklusosan hullámzó döléseloszlást, a dőlésirány változása inkább ugrásokban megvalósulónak mondható, így inkább dőlésdoménekből (rétegszakaszokból) áll, ÉÉK-i, ÉK-i, K-i dőlési domének váltakozása jellemző. |  Szt.5. Kövágóttősi dölések |
| Kövágószőlősi F. Cserkúti Tagozat | A Cserkúti Tagozat vöröses árnyalatú, folyóvízi, finomszemű homokkő, jobbra vékonyréteges kőzet. A törmelékanyag mellett néhol mészkonkréciók koncentrálnak. A Tagozat átlagdőlése $50/16^\circ$ (Szt.6.). Ciklusos, amelyek amplitúdója 3–4 m és inkább a dőlésszög változásban mutatkozik meg. A dőlésirány ÉK-ről KÉK-re, ritkán K-re fordul. |  Szt.6. Cserkúti dölések |
| Jakabhegyi Formáció | Sötét- és világosvörös finoman rétegzett, lemezes, keresztarétegzett homokkő, konglomerátum, kavicsos homokkő. A fúrás földtani dokumentációja szerint a rétegsor szakaszai: 1. Főkonglomerátum Tagozat. vastagsága 2,1 m. Lilásvörös, szemcsevázú, polimikt ortokonglomerátum, közép- és durvaszemű homokkő. 2. Zsongorkői Homokkő Tagozat. Fakólila, lila, vöröses árnyalatú; a durvától a finomszemű homokkőig terjedő, felfelé finomodó szemnagyságú rétegek ciklusos váltakozása. Alsó része párhuzamos és keresztarétegzett kavicsos homokkő. A Tagozaton belül helyezkedik el a II. konglomerátum szint. 3. Égervölgyi Tagozat. Vöröses, fakólila, közepesen-jól osztályozott, szemcsevázú, oligo-polimikt, finom-durvaszemű homokkő és aleurolit. Feljebb zöld színű sávokkal tarkított fakólila, jól-kiválóan osztályozott, szemcsevázú homokkő és aleurolit található. Döléseloszlását (Szt.7.) $40-60/15-22^\circ$ átlagos főmaximum jellemzi, de ez kisebb szakaszok elemzése során további három kisebb maximumhelyre tagolódik. |  Szt.7. Jakabhegyi dölések A nyilak nagysága az egyes dőlésirányokra jutó síkok számával arányos. 13 389 db orientált sík alapján. |
| Patacsi Aleurolit | Sötétvörös, barna aleurolit, vékony karbonátos közbetelepülésekkel, a rétegeken belül vékony lemezekre osztható, a rétegfelületek gyakran konvolutak. Döléseloszlása változó rétegzést mutat (Szt.8): 1) É-ias kb. 20° dőlésszög 2) Ny-i $25-30^\circ$ dőlésszög, 3) D-i, 22° dőlésszög. A három csoport mélységben elváltak: 208,0–208,3: 3; 208,3–209,1: 2; 209,1–210,6: 1. |  Szt.8. Patacsi dölések |

gálatai (BARABÁSNÉ STUHL 1979), aki a paleozoikum végét a fekvő Kővágószőlősi Homokkő felső részébe pozícionálta.

A formáció elterjedése a Tiszai-egységben mint különböző fekvőképződményekre települő durva sziliciklasztos képződmény általános (KONRÁD 1997), és mélyfúrásban a Duna vonalában is megtalálható. Képződési környezete egy földtani értelemben dinamikusan változó, árapály-befolyásolt deltasíkság lehetett, ezért a Formáció heteropikus fáciesei minden bizonnyal változékonyak. Erre utal a formáció eltérő vastagságú megjelenése is a mélyfúrásokban (KONRÁD 1997).

Az eddig állást foglaló szerzők egészében folyóvíziként vagy tengeriként, illetve a kettő valamilyen kombinációjában határozták meg a formáció leülepedési környezetét. A kezdőtagját, az ún. „Főkonglomerátumot” a szerzők többsége folyóvíziként határozza meg, VÁGÓ (1980) és KASSAI (1984) a teljes rétegsort a „Főkonglomerátummal” együtt tengeri eredetűnek tartotta, míg CSICSÁK (1988) és PARTI (1986) vizsgálatai a rétegsor egyes szakaszai esetében az árapályövi eredetet valószínűsítik, és BARABÁSNÉ STUHL (1993) késői munkáiban szintén ezt vallja. MADER (1992) viszont a teljes formációt folyóvíznek véli, tektonikai és éghajlati tényezőket állítva a kőzet szövetének változásai mögé. KONRÁD (1997) és BARABÁS & BARABÁS-STUHL (2005) kezdetben folyóvízi, majd a fakó homokkőtől kezdődően azt fokozatosan felváltó, csatornákkal szabdaltságot mutató síkság környezetet határoznak meg (KONRÁD et al. 2010).

KONRÁD (1997) munkájában részletesen elemzi a különböző szerzők litofációs meghatározásait és a tagolási kísérleteket (KASSAI 1973, MADER 1992, BARABÁSNÉ STUHL 1993). Emellett részletes litofációs elemzést ad. BARABÁSNÉ STUHL (1993) felosztását elfogadva 4 részre osztja a formációt, amelyek alulról fölfelé haladva, a szerző leírásának tömörítésével és átdolgozásával a következők:

1. „Főkonglomerátum”. Polimikt szemcsevázú konglomerátum keresztreteggett homokkő betelepülésekkel.

2. Kavicsos homokkő. Fokozatos átmenettel fejlődik ki, átlagos vastagsága 70 m. Vörös vagy lilászvörös, táblás vagy vályús keresztreteggettségű. Néhány méteres ciklusokból áll.

3. Fakó homokkő. Fokozatos átmenettel fejlődik ki, átlagos vastagsága 160 m. Alsó részén található a II. konglomerátum (BARABÁS & BARABÁS-STUHL 2005). Barnászvörös, fakóvörös horizontális padokból áll. Egy-egy padot egy ciklusként lehet értelmezni, mely kavicsréteggel indul, erre keresztreteggett kavicsos homokkő következik, ebben SZABÓ (1965) nagy dőlésirányszórást mutatott ki. Erre vályús keresztreteggettségű homokkő települ. A szakasz felső részén cementált, jól osztályozott eolikus homok fordul elő. A padok (ciklusok) vastagsága dm-estől m-esig terjed.

4. Vörösbarna aleurolit és homokkő. Fokozatos átmenettel fejlődik ki, átlagos vastagsága 60 m. Ciklusos finomszemű üledék. A ciklusok konglomerátum kezdőtagja után keresztreteggett vagy párhuzamosan rétegzett finomszemű homokkő következik, majd vörösbarna, zöld, karbonátfoltos aleurolit zárja a ciklust.

Elemzésünk szempontjából fontos SZABÓ (1965) munkája, aki a formációban 2806 felszíni „ferderéteg-lemez”,

azaz mai szóhasználattal a keresztretegzés mellső lemezeinek mérése alapján rózsadiagramokat szerkesztett, amelyekből megállapította a réteg és lemezek dőlésirányainak változékonyságát, és DK felé történő szállítást határozott meg a Nyugati-Mecsek területére. A dőlésszögek leggyakrabban értékeként 10–15°-ot állapított meg. A rétegsor ciklicitását litológiai alapon BARABÁSNÉ STUHL (1967) elemezte először részletesen, később a legtöbb szerző munkájában említésre kerül.

A szkennelés adattömege

A Jakabhegyi Homokkő Formáció magszkennelése és BHTV alapján történő orientációja megbízható adatokat eredményezett. A szkennelt képeken a lemezesség is könnyen felbontható volt, ennek köszönhetően a keresztreteggett kötegeken belüli mellső lemezekre is megbízhatóan lehetett síkokat fektetni. A szkennelt magok hosszúsága és a magdarabok összeilleszthetősége lehetővé tette, hogy első lépésben nagyobb, több méteres magszakaszokat, az egyes markerszakaszokat egyben illesszünk a BHTV-hez. Az egyben történt illesztések után a markerszakaszok egyes magdarabjainak korrekciós, finom illesztését is elvégeztük. A BHTV képen a törések mellett az eltérő litológiájú magszakaszok jól felismerhetőek voltak, emellett a lemezesség egyes szakaszainak trendje is észlelhető volt (8. ábra). Mindezek alapján a magok orientálását MAROS (2006) munkájában elvégzett hibabecsléshez hasonló eredményűnek becsüljük, amely dőlésirányt tekintve 5°-on belüli pontosságot jelent.

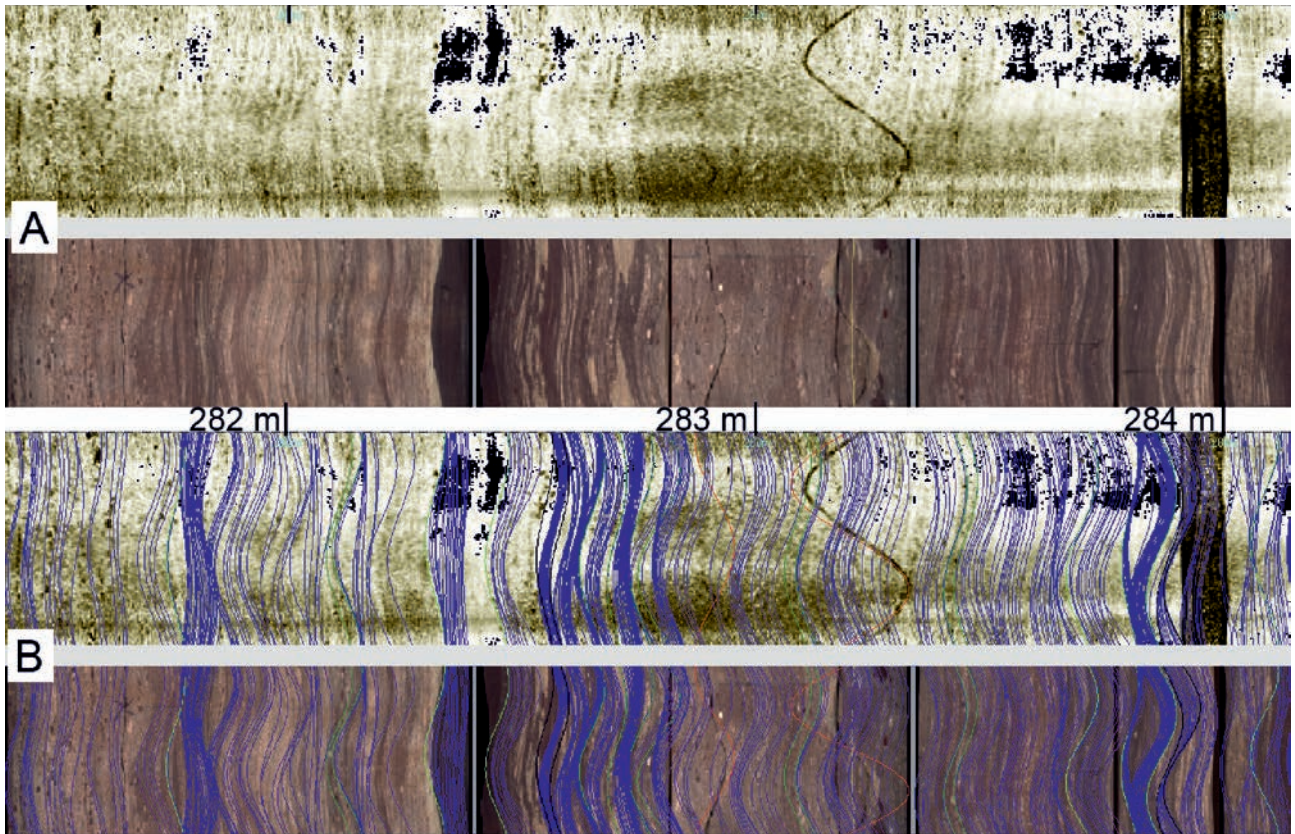
Az orientált több mint 13 ezer sík a geológiai jelenségek statisztikai eloszlásának vizsgálatához nyilvánvalóan több mint elegendő, ugyanakkor a módszerből adódó lehetőségek feltárása érdekében kísérleti jelleggel a lehetőségek szerinti teljeskörű értelmezés és adatképzés megvalósítása mellett döntöttünk.

Az Ib-4 fúrás Jakabhegyi Formációt harántoló részén a magszkennelési adatok mélységeloszlását a 9. ábra mutatja be. Az ábra 1. oszlopában (a mélységskála mellett) azokat a mélységintervallumokat ábrázoltuk, amelyek valamilyen oknál fogva az értelmezésből kimaradtak, adathiánynak minősültek. Ennek oka lehetett maghiány, elfúrt mag, összetört magszakasz, nem szkennelhető magszakasz aprózódás vagy a kőzet cementálatlansága, vagy tektonikus eredetű deformáció következtében.

A 2. oszlopban azokat a szakaszokat tüntettük fel, amelyek ugyan szkennelhetőek voltak, de vagy a BHTV adatrendszer hiánya, értelmezhetetlensége vagy a szkennelt szakasz BHTV-hez történő illesztésének megghiúsulása miatt nem voltak orientálhatóak. Ezekből a szakaszokból így dőlésirányadat nem volt nyerhető.

A következő, 3. oszlopban feltüntetettük a földtani dokumentáció során meghatározott szakasz- és tagozathatárokat.

A 4. oszlopban a szkennelt képek alapján készült rétegleírásból kapott szemcsenagyságszerinti eloszlást ábrázoltuk. Itt a Jakabhegyi Formációra 928 db réteget különítettünk el, ezek litológiai megnevezéséből, illetve leírásából



8. ábra. A Jakabhegyi Homokkő Formáció magszkennelt képsorozata és a BHTV kép illesztése a fúrás 281,4-284,2 m-es szakaszára. A lemezekre fektetett síkok nélkül (A), a ráfektetett síkokkal (kék szín, B)

Figure 8. Fitting of the BHTV and corescan images in 281,4-284,2 m depth interval. Without the evaluated planes (A); with the evaluated planes (B)

nyertük a szemcsenagyságra vonatkozó információt. A következő oszlopban a szkennelésből számított réteg-, illetve lemezvastagságokat ábrázoltuk. Mivel a vastagság a magátmérő léptékében is változhat, ezért a vastagságokat a magtengely vonalában határoztuk meg a réteg vagy lemez dőlésszögéből és a két egymás utáni határfelület magtengelyen mért távolságából. Mivel a réteghatárookra fektetett síkok az adott réteg egyik határfelületét képezik, ezért önkényesen úgy döntöttünk, hogy az adott réteg vastagságának számításához a réteg vagy lemez alsó határfelületének dőlésszögét vesszük figyelembe. A diagramon az egyes vastagságadatokat pontok jelzik, a görbe 50-es periódusú mozgóátlag számításával készült. Annak érdekében, hogy kizárólag a lemezesség vastagságváltozásainak tendenciáját képezzük le, a diagram értékkészletét 0,05 m felett levágtuk kizárva a nagyobb léptékű rétegzést jelző adatokat.

Az 5. oszlop a szkennelésből nyert dőlésirányadatokat (13 389 db) tartalmazza. A dőlésirányadatok eloszlását és mintázatát alapvetően meghatározza az egész rétegsor kibillent helyzete. A rétegsor fentebb említett dőlésviszonyai megengedik azt a feltételezést, hogy az egész rétegsor egyben billent ki. Mivel a harántolt legmélyebb helyzetű Bodai Agyagkő Formáció tavi üledék, így keletkezésekor vízszintesen települt, ezért a Jakabhegyi Homokkő Formáció dőlésértékeit a BAF átlagdőlésének megfelelő billentéssel állítottuk helyre. Ez $45/13^\circ$ volt.

A 6. oszlopban a dőlésszögadatok mélységi eloszlása

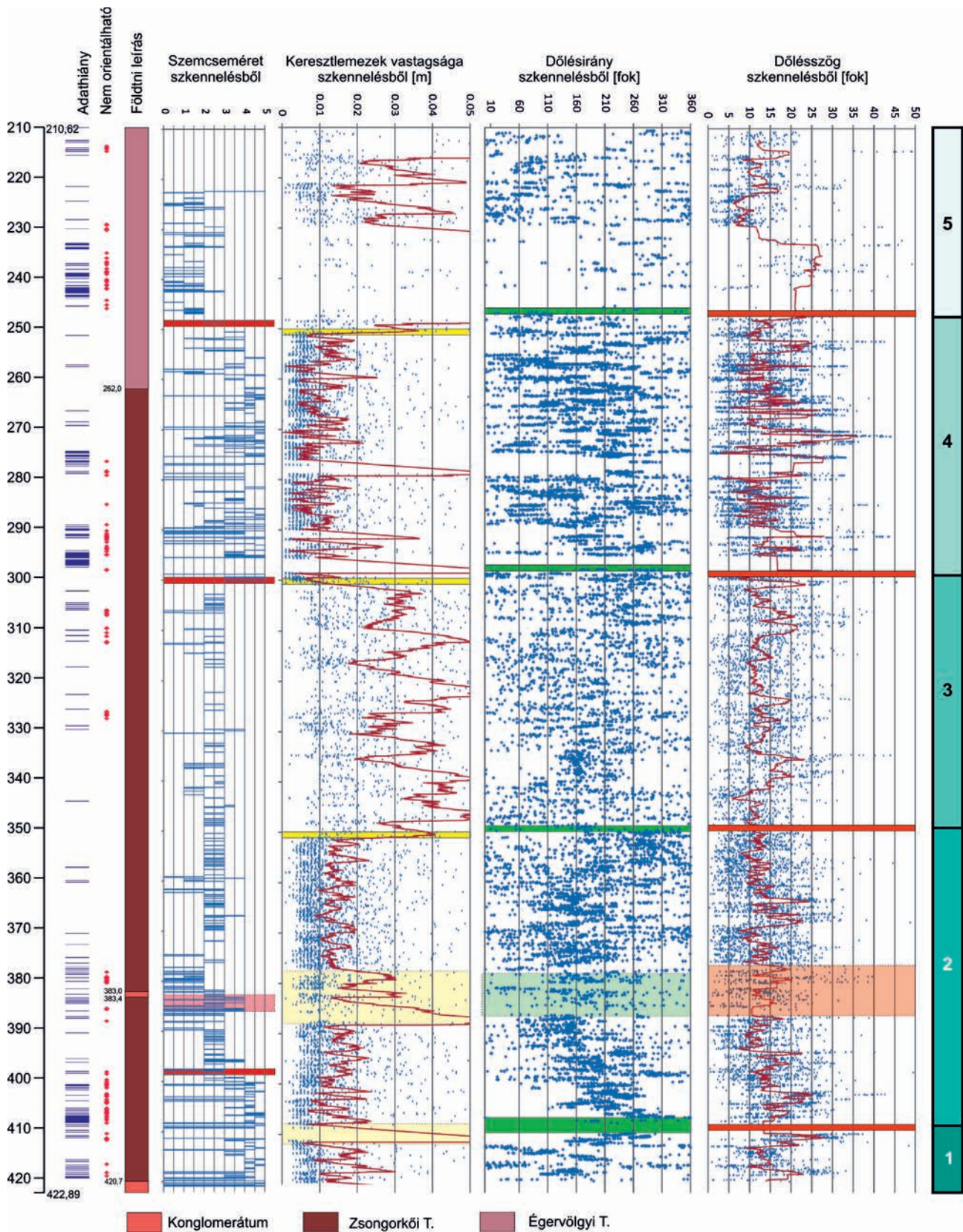
látható (13 389 db). Az adatpontok mellett itt is látható egy mozgóátlaggörbe, amelyet szintén 50-es periódussal számoltunk.

Mintázatok az adateloszlásokban

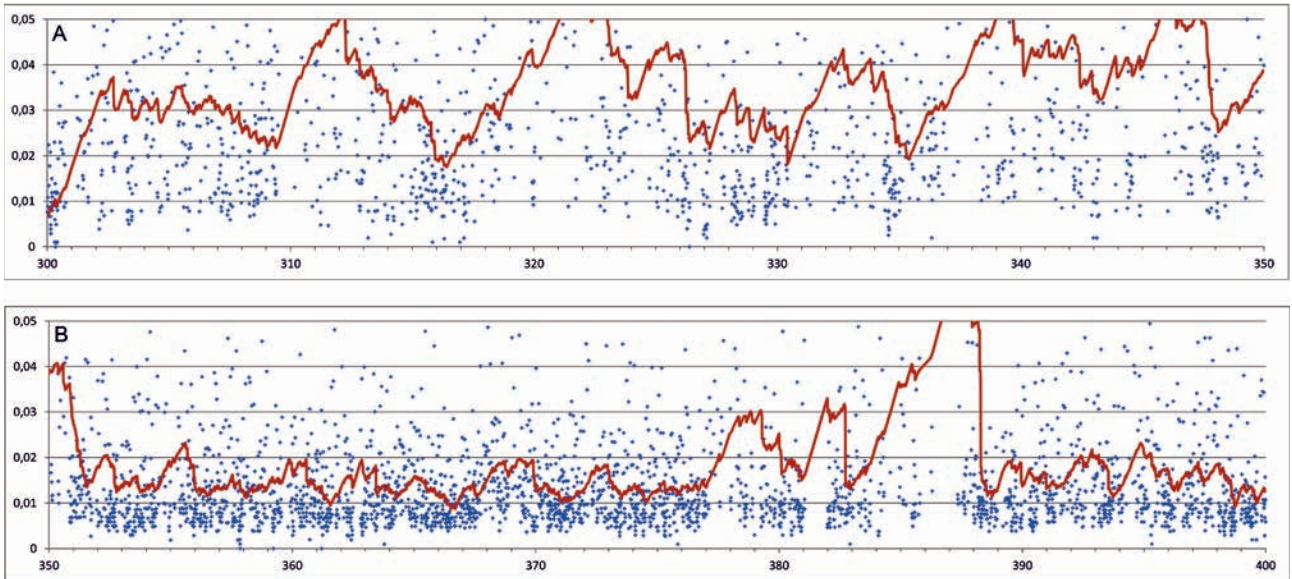
A következőkben ismertetjük az adatsorok eloszlásának mintázatait. Az ~1:25-ös méretarányú adatsoron lefolytatott vizuális elemzés teljes dokumentációjának közlésére nincs lehetőség, ezért a 9. ábra elsősorban a teljes formációra releváns trendeket ábrázolja, a ciklicitás részleteit tekintve inkább illusztrációnak tekinthető. Az adatok nagy felbontású elemzése során sajátos mintázatokat ismertünk fel azok eloszlásában (10. ábra, 11. ábra), amelyek alapján elkészítettük a formáció különböző szempontú szakaszolását (9. ábra), majd a szakaszok korrelációját (9. ábra) és azok együttes jellemzését.

Először a vastagságeloszlásban felismert mintázatokat ismertetjük a 10. ábra alapján. A formáció ritkábban lemezese részén, 300–350 m között vizuálisan a mozgóátlaggörbe asszimmetrikus ciklicitást mutat, amelyet 5–10 m-es ciklusok építenek fel. A ciklusokat formájuk alapján „fűrészfog” ciklusnak nevezhetjük. Ezekben alulról felfelé rendre mintegy 2 cm-es lemezvastagságtól 3–5 cm-esig növekszik a vastagság a ciklus hosszának 75–80%-a alatt, majd a lemezvastagság drasztikusan leesik néhol 1 cm alá.

Az ettől a szakasztól különböző eloszlásokat mutató



9. ábra. Az Ibafa, Ib-4 fúrás Jakabhegyi Homokkő részének kompozit logja az adatállomány jellemzőivel, a földtani rétegsorral, a szkenelésből meghatározott szemcseméret, lemezvastagság, dőlésirány- és dőlésszögértékekkel. A színes sávok és az utolsó oszlop a formáció szakaszolását mutatja. A szemcseméret log számkódjai: 0 - maghiány, 1 - aleurit, 2 - finomszemcsés homokkő, 3 - középszemcsés homokkő, 4 - durvaszemcsés homokkő, 5 - konglomerátum
 Figure 9. Composit log of borehole Ibafa, Ib-4 Jakabhegy Sandstone Formation. Columns: Non-scannable core, Impossible orientation, Grain size from corescanning, Thickness of lamination from corescanning, Dip direction from corescanning, Dip angle from corescanning. Grain size codes: 0 - absence of core, 1 - aleurolite, 2 - fine-grained sandstone, 3 - medium-grained sandstone, 4 - coarse-grained sandstone, 5 - conglomerate



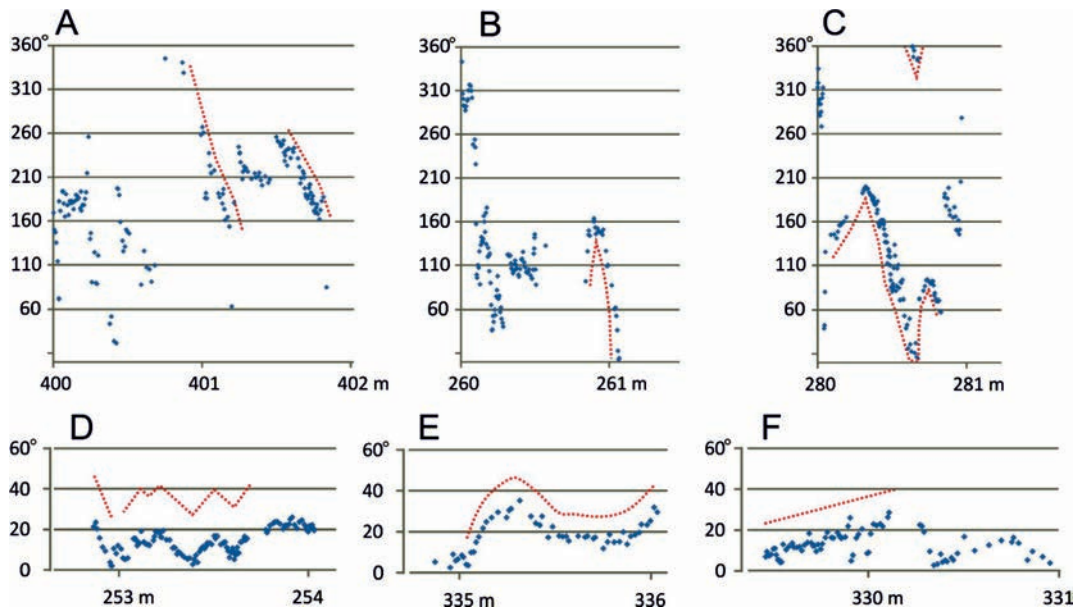
10. ábra. A Jakabhegyi Homokkő keresztlemezességének vastagságadatai és mozgóátlaggörbéje a 3-as (A) és 2-es (B) fúrászakaszra. A diagram mindkét tengelye m-ben ábrázolja a vastagságot és a mélységet. A diagram Y tengelyének felső szakaszát 0,05 m-nél mesterségesen levágtuk

Figure 10. Thickness of crosslamination and its moving average in the Jakabhegy Sandstone Formation for the 3rd (A) and 2nd (B) section. Thickness and depth are in meter. The upper part of Y axis is artificially cut at 0.05 m

sűrűbben lemezes, 350–400 m közötti intervallumra egyrészt a fenti fűrészfog ciklusok jellemzőek a szakasz alsó részén, de sokkal kisebb ciklushosszal (1,5–2 m), ugyanakkor 351–377 m között változó amplitúdójú és hosszú, de szimmetrikus és rövid ciklusok is kimutathatók, amelyekben a rétegvastagság 1–2 cm között változik. A ciklushossz 1–1,5 m.

A dőlésirányok és dőlésszögek eloszlásában szintén jellemző mintázatok figyelhetők meg (11. ábra). Ezen

mintázatok mindegyike látható mindkét eloszlásban, az illusztrációk közül az „A–B–C” a dőlésirányeloszlásban, a „D–E–F” pedig a dőlésszögeloszlásban mutat példákat. Az ábrán az adatokat pontok jelzik, amelyek alatt vagy felett az értelmezett mintázat alakja látható pontozott vonallal. Az „A” részébe „félciklusokat” mutat, amelyek az ábrán akár 80° dőlésirány változást jelentenek néhány deciméter fúrás hossz alatt. A dőlésirány változását figyelembe



11. ábra. Dőlésirány- (A, B, C) és dőlésszög- (D, E, F) eloszlási mintázatok a Jakabhegyi Homokkő orientált adattömegében. Az adatokat pontok, a mintázatot pontozott vonalak mutatják. A) CCW félciklusok, B) I ciklus, C) nagy amplitúdójú, éles dőlésirány ciklus, D) kis amplitúdójú, éles dőlésszög ciklussor, E) lapos dőlésszög ciklus, F) ferde állandó

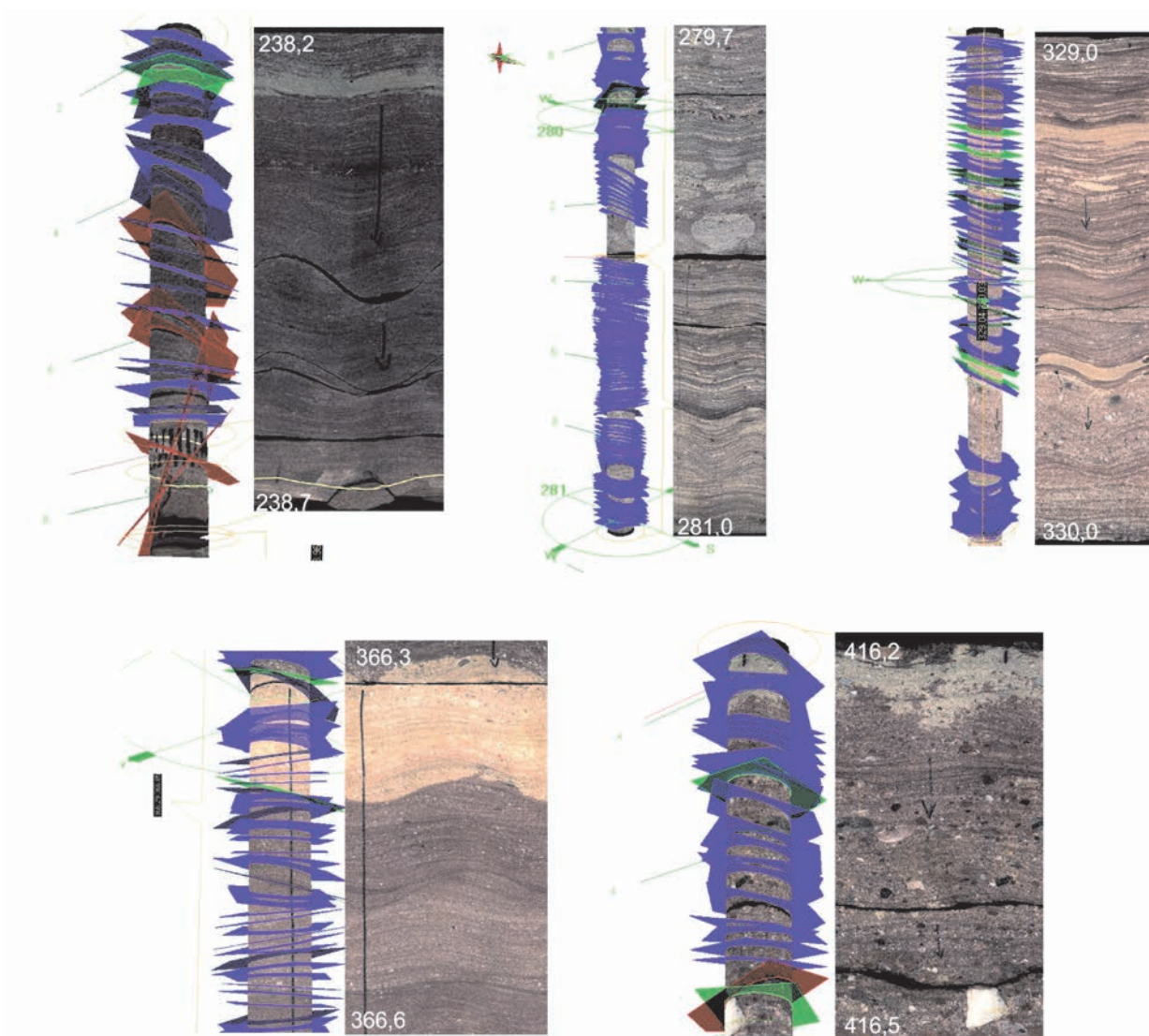
Figure 11. Distribution patterns of dip directions (A, B, C) and dip angles (D, E, F) in the Jakabhegy Sandstone Formation. The data are shown by points, the patterns are indicated with dotted lines. A) CCW halfcycle, B) I cycle, C) sharp dip direction cycle with big amplitude, D) sharp dip angle cycle with little amplitude, E) flat dip angle cycle, F) oblique continual pattern

vége a félciklusok lehetnek mind órajárással egyező irányba forgó (ezentúl CW), mind órajárással ellenkezőleg forgó (ezentúl CCW) irányúak, a dőlésszögek eloszlása szerint pedig meredekedőek vagy kilaposodóak is lehetnek. Feltételezzük, hogy ezek utólag elmosott ciklusok maradvékai a rétegsorban. A „B” részára egy ennél fejlettebb ciklustorzót mutat, amelyet nevezhetünk I-ed ciklusnak. Jellemzői a félciklushoz hasonlóak. A „C” és „D” részárak teljes ciklusokat, illetve ciklussorokat mutatnak, az előbbi a dőlésirány-eloszlásból, az utóbbi a dőlésszög-eloszlásból. A ciklusok alakja alapján megkülönböztetünk szimmetrikus és aszimmetrikus ciklusokat, éles és lapos ciklusokat. Az éles ciklusok szögváltozása 1–2 adat szélességű tartományban megy végbe, a lapos ciklusok azonban fokozatosabb irány- vagy dőlésszögváltozást mutatnak. A ciklusok amplitúdóját nagynak tekintjük, ha a dőlésirányváltás $>200^\circ$ (előfordul teljes 360° -os ciklus is), közepesnek, ha $80\text{--}200^\circ$ és kicsinek, ha $50\text{--}80^\circ$. A dőlés-

szögciklusok amplitúdója általában $20\text{--}30^\circ$. Megkülönböztetünk meredek ciklusokat, amelyekben a ciklushossz az amplitúdóhoz képest kicsi (D részára) és lankás ciklusokat, amelyekben nagy (E részára). Az „F” részára egy további mintázatot mutat, amelyben a szögértékek fokozatos, kismértékű csökkenése vagy emelkedése mutatható ki.

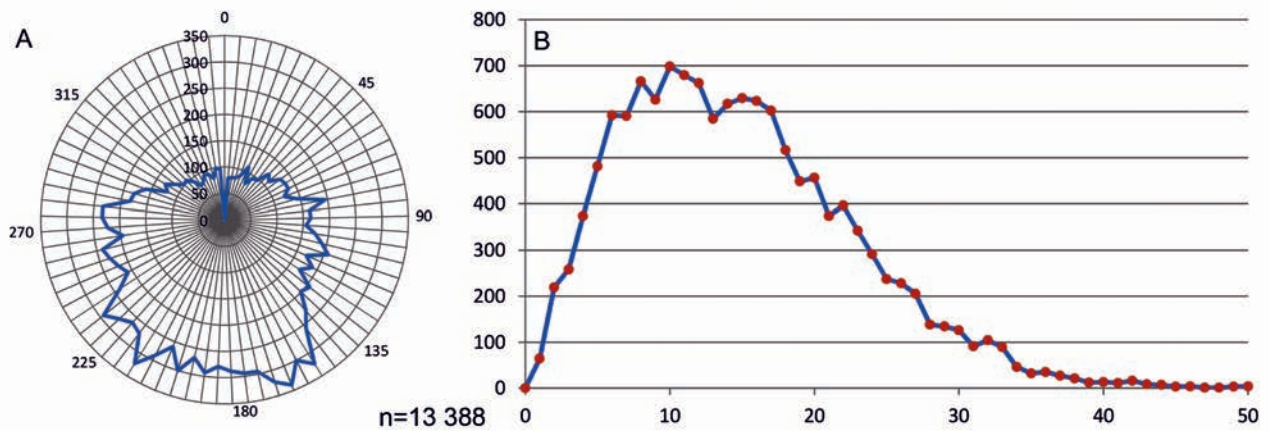
A mintázatok elemzése alapján a 9. ábra egyes eloszlásaiban szakaszokat állapítottunk meg a formáció harántolt rétegsorában. A szemcseméret és a lemezvastagság alapján 4 szakaszt különítettünk el (a vastag, halványabb színű sávval jelölt mélység szakaszokat nem tekintjük szakaszhatárnak, csak egy szakaszon belüli kiugró értékekkel rendelkező tartománynak), a dőlésirány és dőlésszög szerint viszont 5 szakaszra bontható a rétegsor. Ezek részletes bemutatásától terjedelmi korlátok miatt eltekintünk.

A dőlésirány- és dőlésszögszakaszok egy-egy jellemző szkennelt magképét és az értékelt síkok háromdimenziós



12. ábra. A dőlésirány és dőlésszög szerinti szakaszok, sorrendben 5,4,3,2,1 egyes szakaszainak szkennelt képei és a rétegszerű objektumok 3D ábrázolása. Kék: lamináció, zöld: réteghatár, piros: törés

Figure 12. Scanned images and 3D evaluated objects examples in sections 5,4,3,2,1 according to dip direction and dip angle. Blue: cross lamination, green: bedding, red: fracture



13. ábra. A Jakabhegyi Homokkő Formáció billentés utáni dőlésirány gyakorisági rózsadiagramja (A) és dőlésszög (B) gyakorisága

Figure 13. Dip direction frequency rose diagram (A) and dip angle frequency (B) in the Jakabhegy Sandstone Formation after tilting back to its original position

ábrázolását ugyanazon mélységközökben a 12. ábra szemlélteti. Jól láthatók a kereszttrétegzés köteghatárai és mellő lemezeinek sűrű, akár néhány centiméteren belüli váltakozása (pl. 4. szakasz).

Az orientált és visszabilentett dőlésirány- és dőlésszög-adatok gyakorisági eloszlása (13. ábra) szerint a dőlésirányok maximumaként egy irányintervallum (13. ábra A) jelölhető ki, amely a 150–240° irányok közé esik. Tehát a rétegdőlések DDK, D és DNy irányba mutatnak. A dőlésszögek gyakorisági eloszlása szerint (13. ábra B) a legtöbb adat a 7–18° intervallumba esik.

Szakaszok megállapítása és jellemzése

Az egyes eloszlásokra érvényes szakaszok meghatározása után a Jakabhegyi Formáció harántolt rétegsorát az összes értékelte tulajdonság alapján, a rétegsorban alulról felfelé a következő 5 szakaszra bontjuk (10. ábra), és ezekben vizuális ciklushosszakat állapítunk meg:

1. szakasz: 409,6–422,9 m között. Alapvetően durvaszemű homokkő, illetve konglomerátum. A „Főkonglomerátum” rétegtagbázisán sok, a fekü Kővágószőlősi Homokkőből felszakított, alig koptatott-kerekített kavicsok találhatóak, ami kis szállítási távolságra utal. A rétegvastagság ciklusos (a ciklushossz 2–3 m), a konglomerátumbetelepüléseken kívül stabil 1–2 cm-es lemezvastagság jellemzi. A dőlésirányokban többféle mintázat rögzíthető, jellemző mintázat nincsen. A dőlésszögek mintázata csak sejtetően lapos ciklusos.

2. szakasz: 350,0–409,6 m között. A szakasz elején durva, majd alapvetően közép-, néhol finomszemű homokkő litológia jellemző. A szakasz kezdetén több kavicsos betelepülést tartalmazó kereszttrétegzett homokkő található, erre következik a II. konglomerátum, értelmezésünkben 383,9–388,4 m között. Efelőtt közép- és finomszemű kereszttrétegzett sötétbarna homokkő található világosbarna–drapp, deciméteres rétegekkel. A lemezvastagság ciklusos (ciklushossz 2–3 m), a konglomerátumbetelepüléseken kívül stabil 1–2 cm-es érték jellemzi. A dőlésirányok eloszlásában az egész szakaszra értelmezhető egy nagyobb ciklus, amely 231–160–230° értékek között alulról felfelé CCW–CW for-

gásiránnyal jelenik meg. A szakasz kisebb ciklushosszúságú dőlésirányciklusai között lapos ciklus (ciklushossz 3 m), kis-közepes amplitúdójú, aszimmetrikus rendszertelen ciklusok, közepes amplitúdójú aszimmetrikus ciklusok és nem ciklusos szakaszok is előfordulnak. Összességében elmondható, hogy a ciklusosság a szakaszban felfelé kifejezettebb, a felső szakaszban ciklissoros (ciklushossz 0,8–1 m). A dőlésszögek nagy léptékű eloszlásában az egész szakaszra értelmezhető egy nagy szimmetrikus ciklus, a szakasz középig meredekedő, majd kilaposodó értékekkel. A szakaszra több, néhány méteres állandó dőlésszögű rész, ciklissoros és félciklusos mintázat váltakozása jellemző, alul a ciklushossz 0,2–0,5 m, majd ~370 m felett 0,6–0,8 m-re nő.

3. szakasz: 300,0–350,0 m között. A szakaszt uralkodóan középszemcsés homokkő építi fel. A lemezes részek mennyisége alárendeltebb, mint a 4-es és 2-es szakaszban. Vizuálisan több helyen párhuzamosan rétegzett, a felfelé finomodó litológiai ciklusok kifejezettek, sok esetben megtalálható a legfinomabb szemcseméretű, sötétbarna rétegtag is. A mért rétegvastagság a szakasz alján hirtelen megnő és továbbra is ciklusos, de a ciklushossz eléri a 6–8 m-t. A dőlések tekintetében nem ismerhető fel az egész ciklusra kiterjedő nagy ciklus. A dőlésirányokban inkább csak sejtető a ciklusosság, ezek hossza méteres és alakjuk lapos, az egyedi adatok az egész spektrumot képviselik. A dőlésszögekben m-es ciklushosszúságú, meredekedő–kilaposodó ciklusosság, majd 2–3 m-es állandó részekkel tagolt félciklusos, ciklusos, sokszor nehezen értelmezhető mintázatú rész jellemző.

4. szakasz: 247,9–300,0 m között. A szakasz alsó és felső határa az elemzett szkennelt adattömeget illetően éles. A szakasz közepes és durvaszemű, változó szemcseméretű vörösbarna és betelepülésként drapp homokkő jellemzi. Litológiailag csak a felső határa éles, itt fejeződik be az uralkodóan lemezes, kereszttrétegzett homokkő rétegsor. Alsó határa litológiailag fokozatos átmenet. A szakasz kőzetösszetétel lemezesség, ciklusos felépítés jellemzi mind a rétegvastagság, mind a dőlés tekintetében. Ez a szakasz a legjellemzőbben ciklusos. A rétegvastagság esetében a ciklushossz 1–1,5 m, a lemezek átlagvastagsága 1 cm. A dőlésirányt tekintve felfelé

növekszik a ciklusok amplitúdója, még a teljes 360° -os spektrumot lefedő ciklussal is találkozunk. A félciklusok jelenléte alárendelt, állandó szakasz nincsen, a ciklushossz 0,1–0,3 m. A 2-es szakaszhoz hasonlóan összetett, de az ottani kétszintűvel szemben itt háromszintű ciklusrend állapítható meg. A néhány deciméteres ciklusokon kívül 1 m-es és 7–8 m-es ciklusok is észlelhetők. A dőlésszögekben szintén tetten érhető a ciklusosság, a szakasz jellemzően ciklusos, ciklussoros. Az éles ciklusok hossza 0,1–0,2 m, a lapos ciklusoké 0,4–0,7 m.

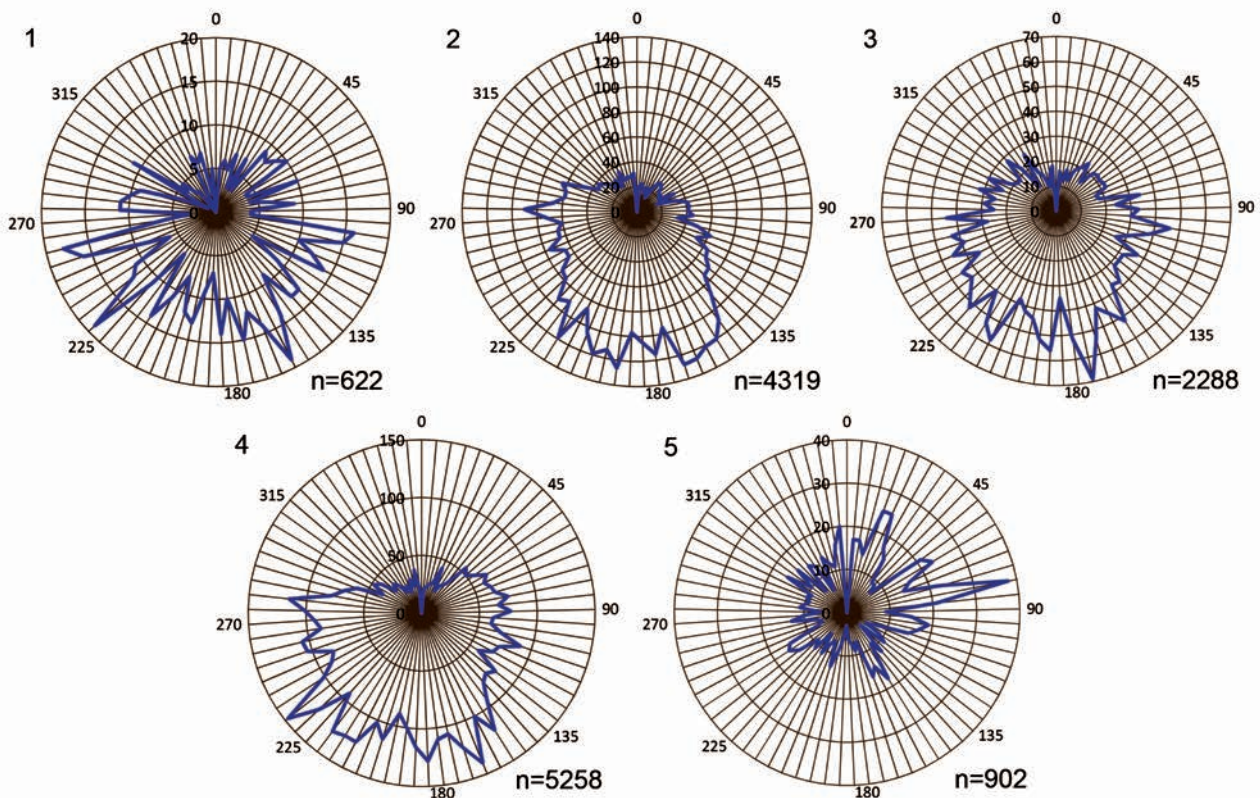
5. szakasz: 210,6–247,9 m között. A litológia ebben a szakaszban alapvetően finomszemű homokkő és aleurolit szem nagyságú vörösbarna, lilásbarna, deciméteresen és helyenként lemezesen rétegzett. Több tekintetben adathiányos szakasz. A dőlésszögadatokat inkább különálló felhőkben tömörülnek, vagy szórt adateloszlás és a ciklusok hiánya jellemző. A dőlésszögekben tapasztalhatók főképp lapos ciklusok és állandó dőlésszögű részek is. A ciklushossz 0,3–0,5 m.

Az egyes szakaszok dőlésirányainak eloszlásképét a 14. ábrán látható rózsadiagramok mutatják. Az eloszlásképek alakját az eltérő adatmennyiség is nyilvánvalóan befolyásolja. Kis adatszám esetén az ábrázolt 5° -os intervallumok közötti véletlenszerű szórás is kiugró csúcsokat eredményezhet a valójában „elkent” eloszlásban. Az 1-es szakaszban a DK-i, DNy-i és NyDNy-i dőlésirány csak kevéssel gyakoribb, mint a KDK-i. A 2-es szakaszban DK-től DDNy-ig tartó dőlésirány dominál, de jellemző a Ny-ias dőlés is. A 3-as szakaszban jellemző a D-ies dőlésirány, de a DDNy-i, a

DNy-i és a K-ies irány is sok adattal reprezentált. A 4-es szakaszban szintén elkent eloszlást tapasztalunk, DDK-i, DNy-i maximumokkal, de jelentős a Ny-ias dőlésirány is. Az 5-ös szakaszban található viszonylag kevesebb adat K-ies és ÉK-i maximumokkal rendelkezik.

A ciklicitás geometriai elemzése

A vizuálisan felismert ciklusosságot geometriai módszerekkel próbáltuk igazolni. Egy időbeli folyamat periodikus viselkedésének vizsgálatára számos korszerű, pontos módszer áll rendelkezésre. A vizsgált jelet alkotó oszcillációk koefficienseinek meghatározásához gyakran használt valamely Fourier-transzformációs technika, így a véges Fourier-transzformáció, a DFT (Discrete Fourier Transform). Ezt a becslést 1965 óta az igen hatékony Cooley–Tukey-féle FFT (Fast Fourier Transform) algoritmusával valószínűsítik meg (COOLEY & TUKEY 1965). Ennek a módszernek két hiányossága van, az egyik, hogy az eredményként kapott periodogram csúcsainak eloszlása nem ismert, így nem lehet megmondani, hogy az adott csúcs —, illetve a hozzá tartozó periódusidő — szignifikáns-e a jelben avagy sem. A másik hiányosság, hogy csak olyan egyenletesen mintavételezett jelre alkalmazható, ami jelen tanulmány adatainak esetében nem teljesül. A módszert az egyenetlen mintavételezés által generált probléma megoldására továbbfejlesztették. Ez a Lomb–Scargle periodogrambecslő eljárás



14. ábra. Az egyes szakaszok (1-5) dőlésirányeloszlásának rózsadiagramjai
Figure 14. Azimuth rose diagrams of the different intervals (1-5)

(LOMB 1976, SCARGLE 1982), amely azon túl, hogy nem igényel ekvidisztáns mintavételezést, az eredményhez képes konfidencia intervallumot is konstruálni, mert ismert az eredményként kapott periodogram csúcsainak eloszlása (KOVÁCS et al. 2004, KOVÁCS et al. 2010). Ezzel csak a legnagyobb intenzitású csúcs szignifikanciája határozható meg (HATVANI et al. 2018). Azonban egy módosított Lomb–Scargle–Fourier periodogrammal (rLSP), melynek csúcsait egy elsőrendű autoregresszív folyamathoz (AR[1]) viszonyítjuk, meghatározható minden csúcs szignifikanciája. Ezt REDFIT-tel (SCHULZ & MUDELSEE 2002) tettük meg, mely a dplR csomag (BUNN 2008) redfit() függvényével történt R-ben (R CORE TEAM 2018), akárcsak egyéb üledékes képződmények esetében pl. cseppkövek periodicitásvizsgálatánál alkalmazott beállításokkal (pl. HOLZKÄMPER et al. 2004; HATVANI et al. 2018).

A periodicitásvizsgálatot a teljes orientált és visszabilentett adatsorra elvégeztük, amely számos jellemző ciklus-hosszt tárt fel nagy megbízhatósággal (15. ábra, II. táblázat). A REDFIT periodicitásbecslés dőlésszög (15. ábra A) tekintetében és dőlésirány (15. ábra B) tekintetében páruza-

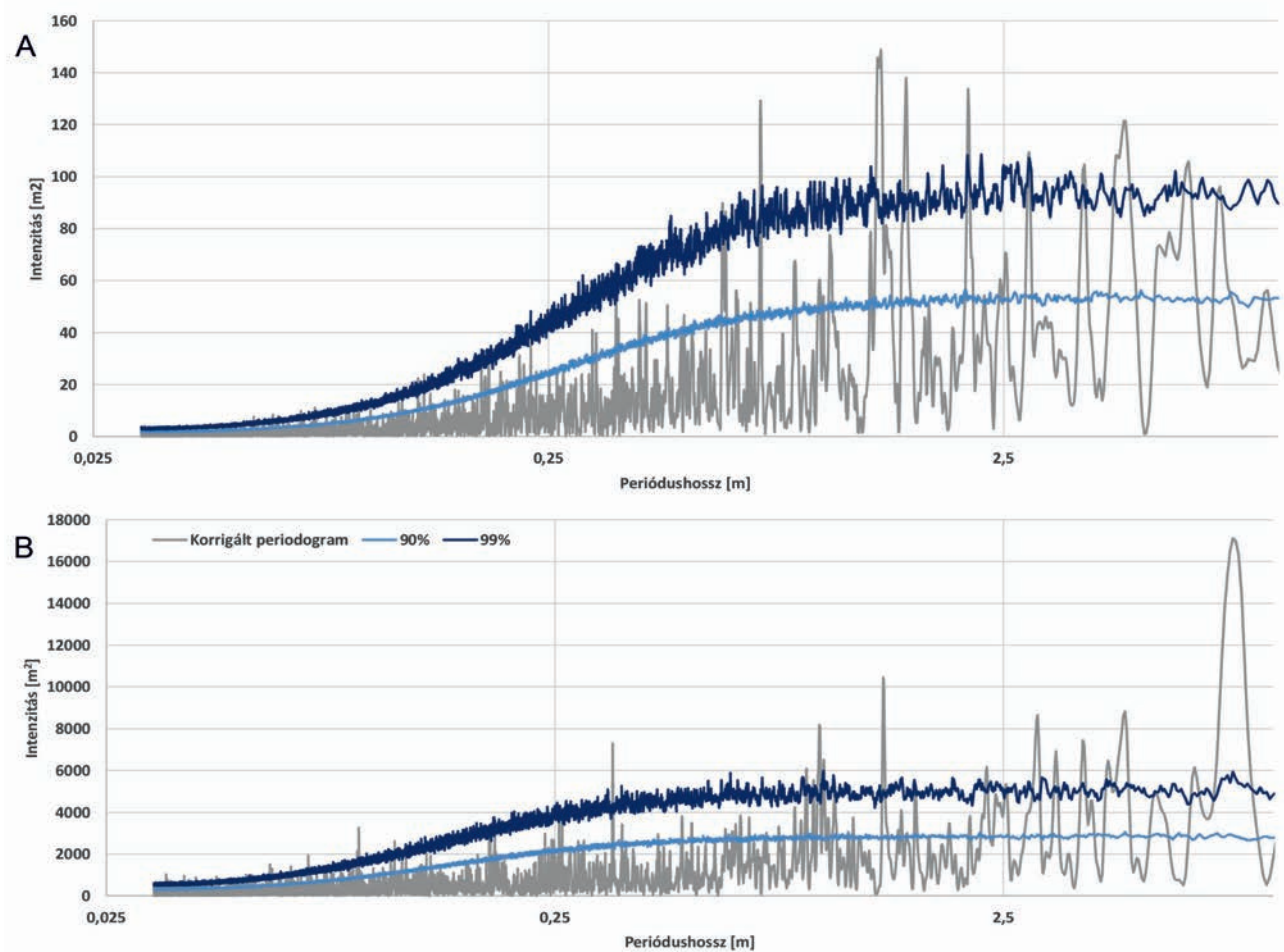
mosan megjelenő ciklus meglétét igazolta, Ezek az 1,3 m, illetve a 4,5 m körüli periódushosszak, így igen erős ciklus-paraméternek tekinthetők.

A vizuálisan, a szkennelésből nyert adatok elemzésével és a geometematikai módszerekkel meghatározott periodicitás, ciklicitás ciklushosszainak összehasonlítását a III. táblázat tartalmazza. Az egyszínű, színes cellákban korreláció látható a vizuális és geometematikai meghatározások között, ugyanakkor a sötét narancssárga cellák ciklusparaméterei csak a geometematikai számításokból származnak.

Konklúzió

Az ImaGeo-rendszer alkalmas terepi, nagy felbontású, digitális, orientált földtani adatfelvételre és elemzésre.

Az Ib-4 fúrás tavi környezetben ülepedett BAF öszzletének és a csaknem teljes mezozoos rétegsornak az ÉK-ies dőlésirány-maximumából arra következtetünk, hogy ezeknek a formációknak a képződése közben az üledék lerakódását jelentős hegységképző tektonikai mozgások nem zavarták,



15. ábra. A ciklicitáselemzés eredményei a dőlésszögekre (A) és a dőlésirányokra (B). A világoskék vonal a 90%-os, míg a sötétkék a 99%-os megbízhatósági szintet mutatja, szürke: számított periódusok. Az értelmezésbe a 99%-os megbízhatósági szint csúcsait vontuk be

Figure 15. Result of the rLSP analysis on the angle (A) and the azimuth (B). The light blue hairline indicates the 90% and the dark blue the 99% confidence interval. The grey line is the period length. In the analysis the peaks above the 99% confidence interval were considered

III. táblázat. A vizuálisan és a rLSP-al megállapított periodusok összehasonlítása

Table III. Comparison of cycle length from visual and mathematic analysis

| Vizuális | | | Geomatematikai | |
|-----------|------------|-----------|----------------|-----------|
| Vastagság | Dőlésirány | Dőlésszög | Dőlésirány | Dőlésszög |
| 1,0–1,5 | 0,1–0,3 | 0,1–0,5 | 0,1 | 0,7 |
| 2–3 | 0,8–1,0 | 0,5–0,8 | 0,3 | 1,3* |
| 6–8 | 3 | 1 | 1 | 1,5 |
| | 7–8 | | 1,3* | 2 |
| | | | 3 | 4,6* |
| | | | 4,3* | |
| | | | 8 | |

Az egyszínű cellák korrelálnak, a *-gal jelölt cellák mind a dőlésirány, mind a dőlésszög paraméterek közt előfordulnak.

The cells of same color are in good correlation, the * signed cell's values occur in dip direction and dip angle columns as well.

illetve az utólagos tektonikai mozgások az ezeket a formációkat tartalmazó kőzettömböket együttesen billentették ki. Ennek a kibillenésnek a mértéke $\sim 45/13^\circ$ volt. A Jakabhegyi Homokkő Formációban megjelenő „Főkonglomerátum” és II. konglomerátum szerkezeti változást nem okoz a leülepedő üledék tulajdonságaiban.

A magzskennelési adatokra támaszkodva a klasszikus földtani beosztástól eltérő, 5 szakaszból álló felosztás adható meg a fúrásban harántolt Jakabhegyi Homokkőre. Ezen szakaszok határai nem korrelálnak a klasszikus földtani beosztás határaival.

A visszabillentett dőlések DDK, D és DNY irányba mutatnak, ezeket üledékszállítási főirányként értelmezzük — SZABÓ (1965) eredményét részben igazolva — azzal a megjegyzéssel, hogy bizonyos mélységszakaszokban a tisztán Ny-i és K-i irányok is jelentősek. Mindez azt igazolja, hogy a szállítási irányok a formáció egészét tekintve is széles spektrumon oszlanak el, rövidebb rétegszakaszokat tekintve pedig igen eltérőek lehetnek. A Jakabhegyi Homokkő Formáció ciklicitásában összetett ciklicitás, vizuálisan több jellemző ciklushossz volt megállapítható, amelyek közül többet matematikai módszerekkel is igazoltunk. A ciklusság megállapítható mind a lemezvastagságban, mind a dőlésszögek és a dőlésirányok eloszlásában, de ezek ciklusai nem mindig korrelálnak ciklushosszban és a ciklusok geometriai jellemzőiben egymással. Vizuálisan és geomatematikai módszerekkel a dőlésirányok eloszlásában deciméteres, 1, 3 és 8 méteres ciklusok voltak kimutathatók, amelyek bizonyos szakaszokban egymásra is rakódnak. A dőlésszögek eloszlásában 0,5 m körüli ciklust mutatott ki mindkét módszer. A geomatematikai elemzés feltárt 2 ciklushosszt, amelyek mind a dőlésirányokban, mind a dőlésszögekben

jelentkeznek. Ezek 1,3 és $\sim 4,5$ m ciklushosszal rendelkeznek.

Bár tanulmányunk célja elsősorban a magzskennelésben rejülő nagy felbontású elemzések lehetőségének illusztrálása, néhány általános következtetésre lehetőségünk nyílik. Annak szem előtt tartása mellett, hogy az eloszlási mintázatok és a leülepedési környezet közvetlen kapcsolata általánosságban nem könnyen ragadható meg, valamint a fúrások, vonal menti kis kiterjedésű mintavétel ténye is korlátozza a környezeti rekonstrukció lehetőségét, a következő megállapításokat tesszük. Értelmezésünkben a 2-es és 4-es szakaszokat áramlások uralta keresztlemezzesség jellemzi. Ezt a dőlésirányokban észlelt ciklusok által bejárt igen nagy spektrum, a dőlésszögekben viszont a lapos ciklusok megjelenése támasztja alá. A két nagyobb energiájú környezet között a 3-as szakaszt kiegyensúlyozottabb, alacsonyabb energiaszintű intervallumnak tartjuk. A vizsgált tulajdonságok eloszlásának több helyen tapasztalható átmeneti jellegéből és főbb jellemzőik hasonlóságából arra következtetünk, hogy a Jakabhegyi Homokkő rétegsorának leülepedési környezetében drasztikus változásokat nem várhatunk, inkább összefogazódó heteropikus fáciesek időben egymás fölötti váltakozásáról beszélhetünk.

A rétegsor nagy felbontású elemzésének egyéb, főként szedimentológiai környezetrekonstrukciós célú elemzése, a ciklusság és ciklushosszak pontosabb okainak feltárása további kutatások feladata.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk az ImaGeo-rendszer fejlesztésében tanácsaikkal és munkájukkal a szerzőkön kívül közvetlenül részt vett kollégáknak: ALBERT Gáspárnak, BALLA Zoltánnak, BEREZKI Lászlónak, † DUDKO Antonyinának, FARKAS Ágnesnek, FODOR Lászlónak, FÓRIÁN-SZABÓ Mártonnak, GYALOG Lászlónak, HEGYMEGI Lászlónak, KERCSMÁR Zsoltának, KÓKAI Andrásnak, KOROKNAI Balázsnak, LANTOS Zoltánnak, MARKOS Gábornak, MOLNÁR Péternek, MUSITZ Balázsnak, RÁLISCHNÉ FELGENHAUER Erzsébetnek, SZÉKELY Balázsnak, TUNGLI Gyulának, ZILAHY SEBESS Lászlónak. A Geo-log Kft.-nek, az RHK Kft.-nek és a Mecsekérc Zrt.-nek a BHTV adatok rendelkezésre bocsátásáért, évtizedes együttműködésükért. Ezenkívül külön köszönet az eset-tanulmányban szereplő fúrás vizsgálata során nyújtott segítségért, konzultációkért HÁMOS Gábornak, BUDAI Tamásnak, KONRÁD Gyulának és SZTANÓ Orsolyának.

Köszönjük UHRIN Andrásnak és anonim lektorunknak, hogy alapos lektori véleményükkel jelentősen hozzájárultak tanulmányunk minőségéhez.

Irodalom — References

- ABZALOV, M. 2016: *Applied Mining Geology*. — Springer, 448 p.
- ANDRÁSSY L. & MAROS GY. 2011: A Bodai Aleurolit Formációban mért ImaGeo-LIPS elemoxidkoncentráció-értékek eloszlásának statisztikai vizsgálata (Bakonya, Bak-5 fúrás). — *Magyar Geofizika* **52/2**, 62–78.
- ANDRÁSSY, L., NÉMETH, B. & VIHAR, L. 1998: Theoretical and Practical Problems, of the Application of Laser-Induced Plasma Emission Spectroscopy in Geological Prospecting OPTICA'98. — *5th Congress of Modern Optics, Proceedings of SPIE* **3573**, 351–354. <https://doi.org/10.1117/12.320963>

- ANDRÁSSY, L., ZILAHÍ-SEBESS, L. & VIHAR, L. 2003: Theoretical and statistical investigation of elemental concentration distributions determined by laser-induced atom emission spectra on geological samples. — *Geophysical Transaction* **44/2**, 95–138.
- BALLA, Z. & GYALOG, L. 2009: *Geology of the north-eastern part of the Mórág Block. Explanatory notes to the geological map-series of the north-eastern part of the Mórág Block (1:10,000). Regional map series of Hungary.* — Geological Institute of Hungary, 216 p.
- BARABÁS, A. & BARABÁS-STUHL, Á. 2005. Geology of the Lower Triassic Jakabhegy Sandstone Formation, Hungary, SE Transdanubia. — *Acta Geologica Hungarica* **48/1**, 1–47.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1967: Jelentés a mecsekhegységi felsőpermi üledékek ciklusos üledékképződéséről. — *Kézirat*, J0085 Mecsekérc Adattár, 27 p.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1979: Mikroflóra vizsgálatok a mecsek-hegységi perm és alsó-triász üledékekben, különös tekintettel a perm-triász időszakok közötti határ kérdésére. — *Kézirat*, Mecsekérc adattár.
- BARABÁSNÉ STUHL Á. 1993: A Jakabhegyi Homokkő Formáció. — In: HAAS J. (ed.): *Magyarország litzstratigráfiai alapegységei. Triász.* — Magyar Állami Földtani Intézet, 278. p.
- BENEDEK, K., BÓTHI, Z., MEZŐ, GY. & MOLNÁR, P. 2009: Compartmented flow at the Bátaapáti site in Hungary. — *Hydrogeology Journal* **17/5**, 1219–1232.
- BÖCKH J. 1876: Pécs város környékének földtani és vízi viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **4**, 150–328.
- BUNN, A. G. 2008: A dendrochronology program library in R (dplR). — *Dendrochronologia* **26**, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2008.01.002>
- CHIKÁN G., CHIKÁN G.-NÉ & KÓKAI A. 1984: *A Nyugati-Mecsek földtani térképe. 1:25 000.* — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- CHIKÁN G. & KONRÁD GY. 1982: A Nyugat-Mecseki földtani térképezés újabb eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról*, 169–186.
- COOLEY, J. W. & TUKEY, J. W. 1965: An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. — *Mathematics of Computation* **19**, 297–301.
- CSCSÁK J. 1988: A Jakabhegyi Homokkő Formáció „átmeneti rétegeinek” közzettan-geokémiai vizsgálata. — *Kézirat*, Szakdolgozat, ELTE.
- GYALOG L., FÜRI J., BORSODY J., MAROS GY. & PÁSZTOR SZ. 2010: Geological Mapping of the Bátaapáti Tunnels (A bátaapáti vágatok földtani dokumentálása). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2009*, 305–329.
- HAAS, J. & PÉRO, CS. 2004: Mesozoic evolution of the Tisza Mega-unit. — *International Journal of Earth Sciences* **93**, 297–313. <https://doi.org/10.1007/s00531-004-0384-9>
- HALÁSZ A. 2011: A Bodai Aleurit Formáció ciklussztratigráfiai vizsgálata. — *Kézirat*, PhD Doktori értekezés, Pécsi Tudományegyetem, 129 p.
- HATVANI, I. G., KERN, Z., LEÉL-ŐSSY, S. & DEMÉNY, A. 2018: Speleothem stable isotope records for east-central Europe: resampling sedimentary proxy records to obtain evenly spaced time series with spectral guidance. — *Earth System Science Data* **10/1**, 139–149. <https://doi.org/10.5194/essd-10-139-2018>
- HÁMOS G., SÁMSON M., BERNÁTH GY., CSURGÓ G., DARVAS K., KONRÁD GY., KOVÁCS A. CS., KOVÁCS L., KRUPA Á., LUDMANN L., MAROS GY., MÁTHÉ Z., RÓCZEI N., SOMODI G. & SZEGŐ I. 2017: Ib–4 fúrás dokumentáló és értékelő jelentése. — *Kézirat*, RHK-N-004/17, RHK Kft. Adattár, Paks, 228 p.
- HOLZKAMPER, S., MANGINI, A., SPOTL, C. & MUDELSEE, M. 2004: Timing and progression of the Last Interglacial derived from a high alpine stalagmite. — *Geophysical Research Letters* **31**, L07201. <https://doi.org/10.1029/2003gl019112>
- KASSAI M. 1969: A Jakabhegyi homokkő öszlet fácies- és korkérdései. — *Kézirat*, Doktori értekezés, MÁFI
- KASSAI M. 1973: A délkelet-dunántúli paleozóos rétegsorok fáciesmeghatározásának problémái. — *Földtani Közöny* **103**, 383–402.
- KASSAI M. 1984: The Jakabhegy Sandstone Formation and its interregional stratigraphic relations. — *Acta Geologica Hungarica* **27/3–4**, 289–293.
- KERESZTURI, Á., DUVET, L., GRÓF, GY., GYENIS, Á., GYENIS, T., KAPUI, ZS., KOVÁCS, B. & MAROS, GY. 2019: Characterization and first results of the planetary borehole-wall imager — methods to develop for in-situ exploration. — *Open Astronomy* **28/1**, Published Online: 2019-03-26. <https://doi.org/10.1515/astro-2019-0001>
- KONRÁD Gy. 1997: A DK-Dunántúl alsó- és középső-triász képződmények szedimentológiai vizsgálatának eredményei. — *Kézirat*, Kandidátusi értekezés, 119 p.
- KONRÁD GY., SEBE K., HALÁSZ A. & HALMAI Á. 2010: A Délkelet-Dunántúl földtani fejlődéstörténete — recens analógiák. — *Földrajzi Közlemények* **134/3**, 251–265.
- KOVÁCS, J., SZABÓ, P. & SZALAI, J. 2004: Talajvízállás adatok idősoros vizsgálatai a Duna–Tisza közén. — *Vízügyi Közlemények* **86/3–4**, 607–624.
- KOVÁCS, J., KISZELY-PERES, B., SZALAI, J. & KOVÁCSNÉ, SZÉKELY I. 2010: Periodicity in shallow groundwater level fluctuation time series on the Trans-Tisza Region, Hungary. — *Acta Geographica AC Geologica et Meteorologica Debrecina* **4–5**, 65–70.
- KULANDER, B. R., DEAN, S. L. & WARD, B. J. 1990: Fractured Core Analysis: Interpretation, Logging, and Use of Natural and Induced Fractures in Core. — *AAPG Methods in Exploration series* **8**, 88 p. <https://doi.org/10.1306/99a4d0a5-3318-11d7-8649000102c1865d>
- LOMB, N. R. 1976: Least-squares frequency analysis of unequally spaced data. — *Astrophysics and Space Science* **39**, 447–462. <https://doi.org/10.1007/bf00648343>
- MADER, D. 1992: *Evolution of Paleocology and Paleoenvironment of Permian and Triassic Fluvial Basins in Europe.* — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 852 p.
- MAROS, GY. & PALOTÁS, K. 2000: Evaluation of planar features in Boreholes Üvegghuta Üh–22 and Üh–23 with CoreDump software (Az üvegghutai Üh–22 és Üh–23 fúrásban észlelt síkszerű jelenségek értékelése CoreDump szoftverrel). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1999-ről*, 315–340.

- MAROS, GY. & PÁSZTOR, SZ. 2001: New and oriented core evaluation method: ImaGeo. — *European Geologist* **12**, 40–43.
- MAROS GY., GRÓF GY., GYENIS Á., PÁSZTOR SZ. & PALOTÁS K. 2006: Új módszer a bányatérsegek földtani–tektonikai–vízföldtani dokumentálásában (New method in the geologic–tectonic–hydrogeologic documentation of shafts and tunnels). — *Abstract, VIII. EMT Bányászati, kohászati és földtani konferencia, Sepsiszentgyörgy 2006. április*, p. 253.
- MAROS, GY., ANDRÁSSY, L., ZILAHÍ SEBESS, L. & MÁTHÉ, Z. 2008: Modelling the Boda Aleuolite Formation (BAF) based on core analyses using a laser-induced plasma spectrometer. — *First Break* **26**, 143–152.
- NELSON, R. A., LENOX, L. C. & WARD, B. J. JR. 1987: Oriented core: Its use, Error and Uncertainty. — *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* **71**, 357–367. <https://doi.org/10.1306/94886eb1-1704-11d7-8645000102c1865d>
- ÖZKAYA, S. I. 2019: Fracture modeling from borehole image logs and water invasion in carbonate reservoirs with layer-bound fractures and fracture corridors. — *Journal of Petroleum Science and Engineering* **179**, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.04.052>
- PARTI G. 1986: A Jakabhegyi Homokkő Formáció tavi rétegeinek közettani–geokémiai vizsgálata. — *Kézirat*, Szakdolgozat.
- PAULSEN, T. S., WILSON, T. J., MOOS, D., JARRARD, R. D. & WILSON, G. S. 2000: Orientation of CRP-2A Core, Victoria Land Basin, Antarctica. — *Terra Antarctica* **7/3**, 271–278.
- PAULSEN, T. S., JARRARD, R. D. & WILSON, T. J. 2002: A simple method for orienting drill core by correlating features in whole-core scans and oriented borehole-wall imagery. — *Journal of Structural Geology* **24**, 1233–1238. [https://doi.org/10.1016/s0191-8141\(01\)00133-x](https://doi.org/10.1016/s0191-8141(01)00133-x)
- PAYENBERG, T. H. D., LANG, S. C. & KOCH, R. 2000: A simple method for orienting conventional core using microresistivity (fms) images and a mechanical goniometer to measure directional structures on cores. — *Journal of Sedimentary Research* **70/2**, 419–422. <https://doi.org/10.1306/d4268c16-2b26-11d7-8648000102c1865d>
- POTTS, G. J. & REDDY, S. M. 1999: Construction and systematic assessment of relative deformation histories. — *Journal of Structural Geology* **21**, 1245–1253. [https://doi.org/10.1016/s0191-8141\(99\)00036-x](https://doi.org/10.1016/s0191-8141(99)00036-x)
- R CORE TEAM: *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. — Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018.
- RIDER, M. & KENNEDY, M. 2011: *The Geological Interpretation of Well Logs*. — Rider-French Consulting Ltd., Scotland, 432 p.
- SCARGLE, J. D. 1982: Studies in astronomical time series analysis. II - Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data. — *Astrophysical Journal* **263**, p. 835. <https://doi.org/10.1086/160554>
- SCHMIDT, P. W. & ANDERSON, J. C. 1992: 'Orientation of drill core using palaeomagnetism in coal exploration. — *Australian Coal Geology* **8**, 18–20.
- SCHULZ, M. & MUELSESE, M.: REDFIT: estimating red-noise spectra directly from unevenly spaced paleoclimatic time series. — *Computers & Geosciences* **28**, 421–426. [https://doi.org/10.1016/s0098-3004\(01\)00044-9](https://doi.org/10.1016/s0098-3004(01)00044-9)
- SZABÓ J. 1965: A mecseki felső permii és alsó szeizi rétegek ferderétegzettségi adatainak földtani értékelése. — *Földtani Közlöny* **95/1**, 40–46.
- TOROPAINEN, V. 2010: Core Drilling of Drillhole ONK-PVA8 in ONKALO at Olkiluoto 2010. — *Kézirat*, Posiva OY Olkiluoto, Working Report 2010-84, 34 p.
- VÁGÓ Z. 1980: A Jakabhegyi Homokkő Formáció leírása és fáciesének meghatározása üledékföldtani vizsgálatok alapján. — *Kézirat*, Mecsekérc adattár, Diplomaterv, 57 p.
- VADÁSZ E. 1935: *A Mecsekhegység. Magyar tájak földtani leírása*. — A Magyar Királyi Földtani Intézet kiadványa, 180 p.
- WEBER, H. 1994: Analyse geologischer Strukturen mit einem Bohrkernscanner (Analysis of geological structures using the DMT Corescan mashine). — *Felsbau* **12**, 401–403.
- WYLLIE, D. C. & MAH, C. W. 2005: *Rock slope engineering civil and mining*. — Spon Press, London, 430 p.
- ZEMANEK, J., GLENN, E. E., NORTON, L. J. & CALDWELL, R. L. 1970: Formation evaluation by inspection with the borehole televiewer. — *Geophysics* **35**, 254–269. <https://doi.org/10.1190/1.1440089>
- ZILAHÍ-SEBESS, L., MÉSZÁROS, F. & SZONGOTH, G. 2000: Characterisation of fracture zones in granite, based on well-logging data at the Üveghuta Site (A gránit törései öveinek jellemzése mélyfúrás-geofizikai adatok alapján az üveghutai telephelyen). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1999-ről*, 253–272.

Kézirat beérkezett: 2019. 12. 04.

A Salgótarjáni és Ózdi paleogén részmedence térképezése szeizmikus és gravitációs mérési adatok alapján, és az eredmények szénhidrogén-földtani vonatkozásai

KOVÁCS Zsolt, CSERKÉSZ-NAGY Ágnes, GULYÁS Ágnes, GÚTHY Tibor, KISS János,
PÜSPÖKI Zoltán, SZENTPÉTERY Ildikó, SZALAY István

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, H-1145 Budapest, Columbus utca 17–23.

kovacs.zsolt@mbfsz.gov.hu, cserkesz-nagy.agnes@mbfsz.gov.hu, gulyas.agnes@mbfsz.gov.hu, guthy.tibor@mbfsz.gov.hu,
kiss.janos@mbfsz.gov.hu, puspoki.zoltan@mbfsz.gov.hu, ildikoszentpety@gmail.com

Mapping of the Salgótarján and Ózd Palaeogene subbasins based on seismic and gravity measurement data, and its hydrocarbon geological aspects

Abstract

Experts of the Hungarian Mining and Geological Survey prepared a detailed pre-Cenozoic basement map of the Salgótarján and Ózd Palaeogene subbasins (North Hungarian Palaeogene Basin, north-eastern Hungary), that area is still promising for both conventional and unconventional hydrocarbon exploration. During the preparation of hydrocarbon concession sensitivity–vulnerability studies in the area, came to light that the pre-Cenozoic basement maps made on the basis of data from wells drilled in the uplifted edges of the basin, depicted the depth of the basement morphology differently than had been expected on the interpretation of seismic depth sections. By that reason the estimation of hydrocarbon potential of the basin fill sediments was negatively affected. Therefore, the correct representation of the geometry of the basement and the marker horizons of basin fill with a more detailed resolution than is provided by the previous national scale maps are essential for judging better the hydrocarbon potential of the area.

The base of the work was the reinterpretation of partly reprocessed gravity and seismic data, archive subbasin depth maps and exploration drilling data of the Hungarian Geological, Mining and Geophysical Database. The 100-metre contour map shows the relief of the pre-Cenozoic basement from the basin surface outcrops to the deepest parts of 3400 m below sea level. Five marker horizons of the basin filling sediments were also interpreted.

According to the integrated seismic and gravity data interpretation along vertical cross-sections, significant difference can be detected between the north-eastern (Ózd subbasin) and western (Salgótarján subbasin) part of the studied area. The gravity basin model can be approached with two density models, including a transition zone between them. On the basis of the seismic interpretation, five main horizons can be observed in the Palaeogene – Lower Miocene sediments of the basin. Depth and thickness maps of potential source rocks were also prepared. According to the interpretation and mapping the Salgótarján subbasin is more extended and deeper than those of the previous overview maps. That affects positively the hydrocarbon potential in terms of quantity and maturity and the exploring of further occurrences.

Oil and natural gas occurrences and indications are well known in the area, indicating that in the southern part of the Ózd subbasin, towards the Salgótarján subbasin, source rocks of hydrocarbons are matured, the HC accumulations situated in or near the source rocks, and the migration is limited. According to the vitrinite reflectance data from wells deepened at the edge of the basin, the mapped near surface rocks had reached near the initial phase of the oil generation, so the studied basin area was buried deeper than at present. Based on depth maps and hydrocarbon geological data, we have estimated the amount of hydrocarbon generated by the Tard Clay, which can be exceeded 100 million cubic metres.

Keywords: seismic depth map, gravity depth map, pre-Cenozoic basement map, source rock maturity, hydrocarbon potential, vitrinite reflectance values, Rock-eval measurement data

Összefoglalás

Az Észak-magyarországi Paleogén-medence perspektivikus a szénhidrogének kutatása szempontjából. A kutatási lehetőségek megítéléséhez azonban elengedhetetlen a medencealjzat domborzatának, ill. az üledékkitöltés szintjeinek helyes ábrázolása. A Salgótarjáni- és Ózdi-részmedence területén a medenceperemi kutatófúrások alapján készült, országos léptékű prekainozoos medencealjzat-térképek a szeizmikus mélységszelvények alapján pontosíthatók. A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) szakemberei szeizmikus, gravitációs és mélyfúrési adatok újrafeldolgozása, újraértelmezése alapján elkészítették a terület részletes, nagyobb felbontású prekainozoos medencealjzat-

térképét és az üledékkitöltés vezérszintjeinek térképeit. Az itt bemutatott eredmények alapján a paleogén medence aljzata a medenceperemektől Bárna település alatt (Salgótarjántól 10 km-re K felé) 3400 méter tengerszint alatti mélységig süllyed.

A geofizikai adatok együttes értelmezése szerint a Salgótarjáni- és az Ózdi-részmedence között jelentős eltérés van mind az aljzat mélysége, mind a medencét kitöltő üledékrétegsor tekintetében. A gravitációs medencemodell két sűrűségmodellel közelíthető, amelyek között egy átmeneti zóna is van. A szeizmikus értelmezés alapján a részmedencék paleogén–alsó-miocén üledékkitöltésében öt vezérszint követhető, a nyugati részen (Salgótarjáni-részmedence) nagy vastagságban található idősebb oligocén üledékek, míg az északkeleti területen (Ózdi-részmedence) a fiatalabb oligocén és miocén képződmények dominálnak. A potenciálisan anyakőzetként számon tartott összletekről mélység- és vastagságtérképek készültek. Ezek szerint a medence nyugati részének mélyzónája kiterjedtebb, mint azt a korábbi áttekintő térképek ábrázolják. A terület kőolaj- és földgáz-előfordulásai és -indikációi azt jelzik, hogy a Salgótarjáni-részmedencében a szénhidrogének anyakőzetei érettek, a felhalmozódások pedig az anyakőzetekben vagy azok szűk környezetében lehetnek, mert a szénhidrogén migráció korlátozott. A vitrit reflexió adatok szerint a medenceperemeken a jelenleg felszínközeli lévő megmintázott kőzetrészek szerves anyaga korábban a jelenleginél mélyebben volt eltemetve, és a kőolajképződés kezdeti fázisának közelébe jutott.

A Salgótarjáni-részmedencének a korábban vártnál nagyobb kiterjedése és mélysége, a várható szénhidrogén anyakőzetek mennyisége és érettsége alapján a terület CH-potenciálja jelentősebb lehet a korábbi megítélésnél. A térképek és a szakirodalomból ismert szénhidrogén-földtani adatok alapján becslés történt az anyakőzet összlet által generált szénhidrogén mennyiségre, amely az értékelés szerint a 100 millió m³-t is meghaladhatja.

Tárgyszavak: szeizmikus mélységtérkép, gravitációs mélységtérkép, prekainozoos aljzattérség, anyakőzet érettség, szénhidrogén potenciál, vitritreflexió-értékek, Rock-eval mérési adatok

Bevezetés

A Salgótarjáni- és az Ózdi-részmedence területére eső szénhidrogén koncessziós érzékenységi-terhelhetőségi tanulmányok készítésekor — melyet a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) állami feladatként lát el — nyilvánvalóvá vált, hogy a rendelkezésre álló, főként mélyfúrás adatokon alapuló, országos léptékű prekainozoos medencealjzat-térképek az aljzat mélységviszonyait a munkánk során készült mélységbe konvertált 2D szeizmikus szelvények alapján értelmezettől eltérően ábrázolják, ami a medencekitöltő üledékek szénhidrogén-generáló potenciáljának megítélését is negatívan befolyásolja. Célunk az volt, hogy a rendelkezésre álló adatok felhasználásával tisztázzuk a vizsgált medencerészek mélységviszonyait, és adjunk egy nagyvonalú prognosztikus becslést arra, hogy ez hogyan befolyásolja a terület szénhidrogén potenciálját, várhatóan felfedezhető vagyonát.

A vizsgált terület (*1. ábra*) Magyarország északkeleti részén, az Észak-magyarországi paleogén–alsó-miocén Paleogén-medence részterületén helyezkedik el (*1. ábra a*, *2. ábra*), a paleo-mezozoos kőzetekből álló Bükk hegység felszíni kibúvásától nyugatra, a miocén vulkanitokból felépült Mátra hegység északi oldalán. A négyzettel határolt területen belül a részletesen vizsgált rész kiterjedése mintegy 1500 km² (*1. ábra d*). Ennek ÉK-i, K-i medencéje a földtani szakirodalomban Ózd–Egercsehi-medence, Nyugat-Borsodi-medence, Rimava–Ózd-medence neven ismert, Ny-i része a Nógrádi-medence Salgótarjáni-részmedencéjének (NAGYMAROSI 2012) keleti pereme. Ebben a munkában a területeket Ózdi-részmedence és Salgótarjáni-részmedence néven említjük (*1. ábra a*). A két medence elhatárolása hozzávetőlegesen az Ózdtól Fedémes felé húzódó aljzati gerinc mentén vonható meg.

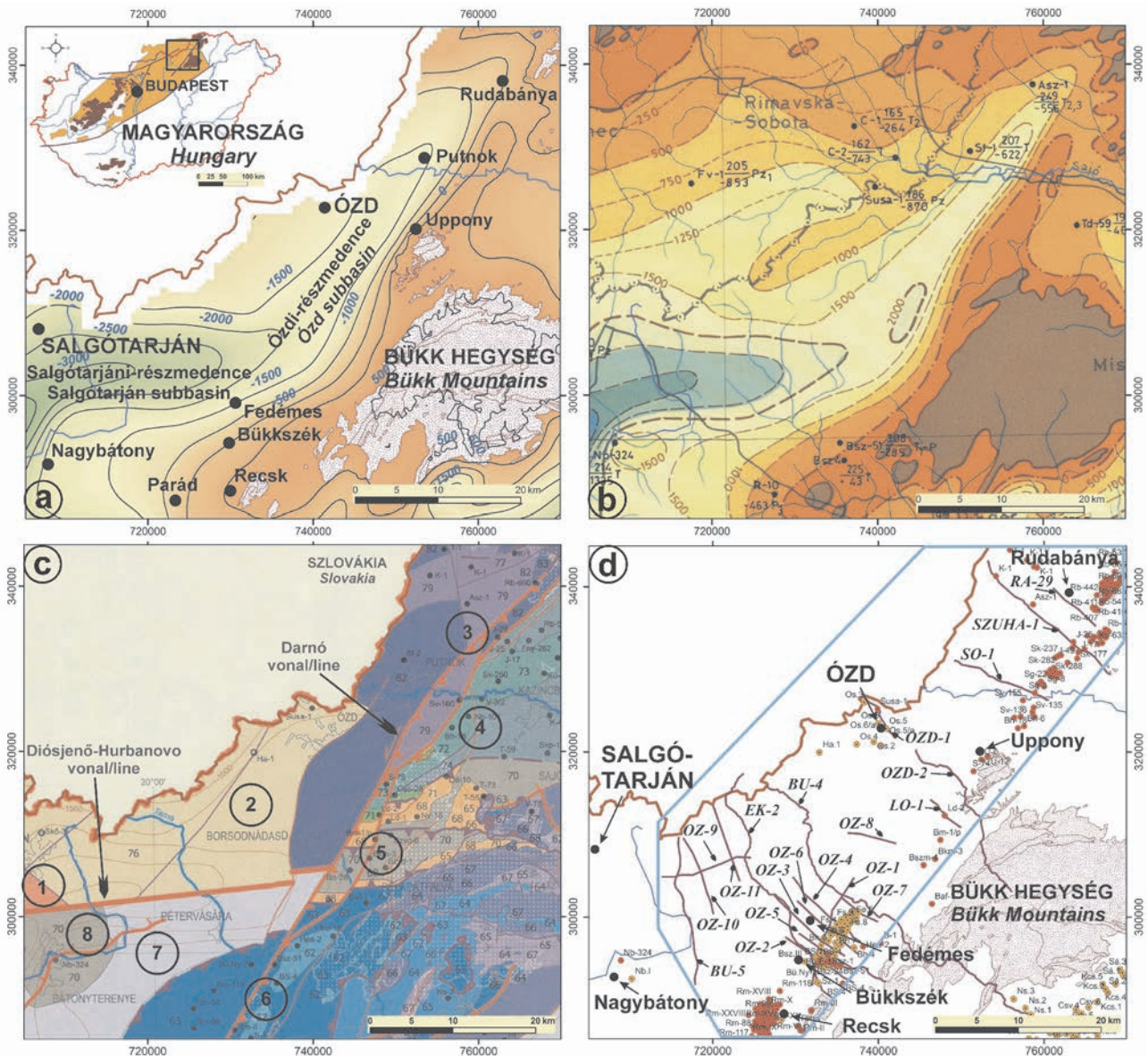
A terület medencealjzatának domborzatáról két, országos léptékű, felbontásában és szintvonalainak rajzolatában

is hasonló kivágat állt rendelkezésre (TANÁCS & RÁLISCH 1990, KILÉNYI et al. 1991; *1. ábra a és b*), illetve HAAS (2010) prekainozoos aljzattérképén is szerepelnek mélység szintvonalak (*1. ábra c*). Ezek elsősorban az aljzatot elért peremi helyzetű mélyfúrások adatait használták fel. A területről elérhető gravitációs és szeizmikus adatok azonban árnyalják a képet. Ez indokolta, hogy az MBFSZ szakemberei a rendelkezésre álló geofizikai, földtani és kőolajföldtani adatok alapján egy új, részletes és egységes szemléletű medencealjzat-térképet készítsenek (KOVÁCS et al. 2015).

Kutatástörténet

A 18. században felfedezett Parád (BEAUDANT 1822, TÓTH 1882) és Recsk (KITAIBEL 1829; MATYASOVSKY 1885; POSEWITZ 1906; ROZLOZSNYIK 1939, 1941) környéki szénhidrogén-indikációk kutatására az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) 1933 és 1937 között végzett gravitációs méréseket, melyek szerkezeti boltozatokat mutattak ki. Bükkszéknél földtani térképezéssel kimutatott antiklinálisra (SCHRÉTER 1936, 1951; *3. ábra*) fúrták a Bükkszék Bsz-1 fúrást, amelyből napi 200 l kőolajat termeltek. Ez volt a mai Magyarország első kőolajtermelő kútja, de gazdasági értéke meg sem közelítette a kissé későbbi termelésbe állított Budafa-2-ét. A területen összesen 56 fúrás mélyítették, és két telítetlen kőolajtelep vált ismertté az alsó-oligocén Kiscelli Agyag Formáció turbidites homokkő rétegeiben és vulkáni tufapadokban. 1940 májusáig összesen 10 000 tonna kőolajat termeltek ki (TELEGDI ROTH 1951). Az 1940-ben mélyült Nagybatony Nb-1 fúrásban és környezetében a felszínen, valamint a környékbeli kőszénbányák táróiban is előfordulnak kőolaj-indikációk.

A terület legjelentősebb szerkezeti mélytörésének, a Darnó-vonalnak — mely egyben a szűkebb vizsgálati területünk (*1. ábra d*) keleti határát is adja — felismerése is a



1. ábra. A terület prekainozoos medencealjzatának domborzata TANÁCS & RÁLISCH (1990) (a) és KILÉNYI et al. (1991) szerint (b) – a narancssárga folt az (a) ábrarész Magyarország térképén a Paleogén–medence kiterjedését mutatja TARI et al. 1993 alapján. A vizsgált részmedencék aljzatának földtani felépítése Magyarország prekainozoos földtani térképén HAAS et al. (2010) alapján (c). A prekainozoos aljzatot elért kutatófúrások (piros kör) és a szénhidrogén-kutató fúrások (sárga kör) helye, az értékelésbe bevont 2D szeizmikus reflexiók szelvények nyomvonala – a kék vonallal határolt magyarországi területrezt vizsgáltuk részletesen (d). Koordináta-rendszer: HD-1972, EOJ

Jelmagyarázat a (c) ábrához: 1. Vepori-egység, közepes fokú polimetamorf komplexum; 2. Gömői-egység, paleo-mezozoos kőzetek; 3. Aggtelek-Rudabányai-egység, triász karbonátos kőzetek, homokkővek; 4. Szendő-Upponyi-egység, kis fokú metamorf devon–karbon karbonátos kőzetek, karbon törmelések kőzetek, senon konglomerátum; 5. Bükki-egység, nagyon kis fokú metamorf felső-paleozoos tengeri üledékek, felső-perm–alsó-triász sekélytengeri mészkő, homokkő, márga; 6. Bükki-egység, triász-jura karbonátos kőzetek, agyagpala, vulkanitok; 7. Bükki-egység, nagyon kis fokú metamorf felső-paleozoos és mezozoos kőzetek; 8. Bükki-egység, nagyon kis fokú metamorf felső-paleozoos tengeri üledékek

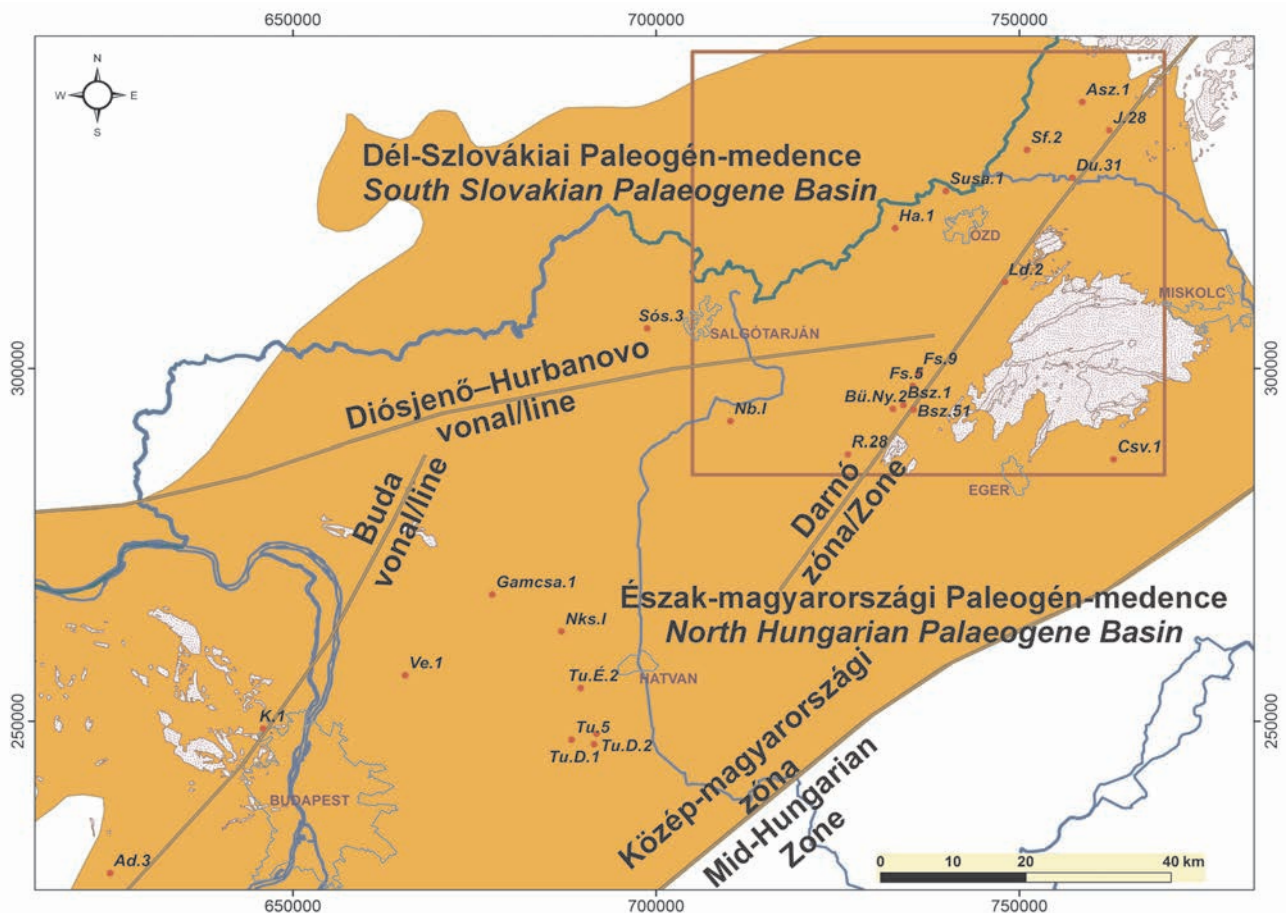
Figure 1. Pre-Cenozoic basement depth map according to TANÁCS & RÁLISCH (1990) (a) and KILÉNYI et al. (1991) – the orange patch on the map of Hungary on Figure (a) represents the extent of the Palaeogene Basin (b); Geological map of the pre-Cenozoic basement based on HAAS et al. (2010) (c); Wells reached the basement (red circles), hydrocarbon exploration wells (orange circles), and the lines of 2D seismic sections interpreted in this work (with Palaeo-Mesozoic basement outcrops in the background) – the Hungarian part of the area bordered by blue line was studied in detail (d). Coordinate system: HD-1972, EOJ Hungarian National Grid

Legend for the figure (c): 1. Vepori Unit, medium-grade polimetamorphic complex; 2. Gémői Unit, Paleo- and Mesozoic rocks; 3. Aggtelek-Rudabánya Unit, Triassic carbonates, sandstones; 4. Szendő-Upponyi Unit, low-grade metamorphic Devonian-Carboniferous carbonates, Carboniferous siliciclastic rock, Senonian conglomerate; 5. Bükki Unit, Very low-grade metamorphic Upper Palaeozoic marine sediments, Upper Permian - Lower Triassic shallow marine limestone, sandstone, marl; 6. Bükki Unit, Triassic-Jurassic carbonates, shales, volcanites; 7. Bükki Unit, very low-grade metamorphic Upper Palaeozoic and Mesozoic rocks; 8. Bükki Unit, very low-grade metamorphic Upper Palaeozoic marine sediments

Recsk melletti Darnó-hegy–Bükkszék környezetében az 1930-as és 40-es években szénhidrogén-földtani céllal végzett kutatások eredménye (TELEGDI ROTH 1937). A korabeli megfigyeléseket (SCHRÉTER 1942, 1951; MAJZON 1940; JASKÓ 1946; SZENTES 1951a, b) az évtizedekkel későbbi bükk-

széki és fedémesi kutatási területeken végzett szeizmikus mérések (SZALAY & ZELENKA 1979; ALBU et al. 1985; BRAUN et al. 1989. PETROVICS & SZALAY 1992, 1998) megerősítették.

A Bükkszék környezetében megismert feltolódást jelen-



2. ábra. Az Észak-magyarországi és Dél-szlovákiai Paleogén-medence kiterjedése TARI et al. 1993 alapján a négyzet alakú vizsgált terület környezetében, a cikkben hivatkozott kutatófúrásokkal

Figure 2. Extent of the North Hungarian – South Slovakian Palaeogene Basin based on TARI et al. 1993 in the surroundings of the square shaped studied area, with the referred exploration wells

leg Darnó-vető néven említik (FODOR et al. 2005), a szerkezet ÉÉK-i irányban egészen a Rudabányai-hegységig folytatódik (PANTÓ 1956), ahol is a Rudabányai-hegység K-i, Ny-i esetleg mindkét peremén futva Dél-Szlovákiáig tart (HERNYÁK 1977, GRILL et al. 1984, RADÓCZ 1987a, LESS et al. 1988, SZENTPÉTERY 1997, VASS 2002).

Ózd környékén az első graviméteres méréseket a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (MÁELGI) végezte 1950–60 között, a járható utak mentén. Szabályos hálózatban végzett mérések csak 1992–93-ban készültek. Az első mágneses méréseket szintén a MÁELGI végezte az 1950-es években. Az 1950-es évek második felében mélyítették a terület északi részén a Hangony, Ha–1, délen pedig a fedémesi fúrásokat. A fedémesi éghetőgáz-előfordulást a Fedémes, Fs–9 fúrással 1958-ban fedezték fel. Tárolóközege alsó-oligocén kiscelli homokkő, agyagmárgás homokkő (Kiscelli Agzag Formáció) (VÖLGYI et al. 1985). A Fedémes, Fs–5 fúrásban 1616 és 1830 m között a Tardi és Kiscelli Agzag kőolajnyomos volt (KÖRÖSSY 2004).

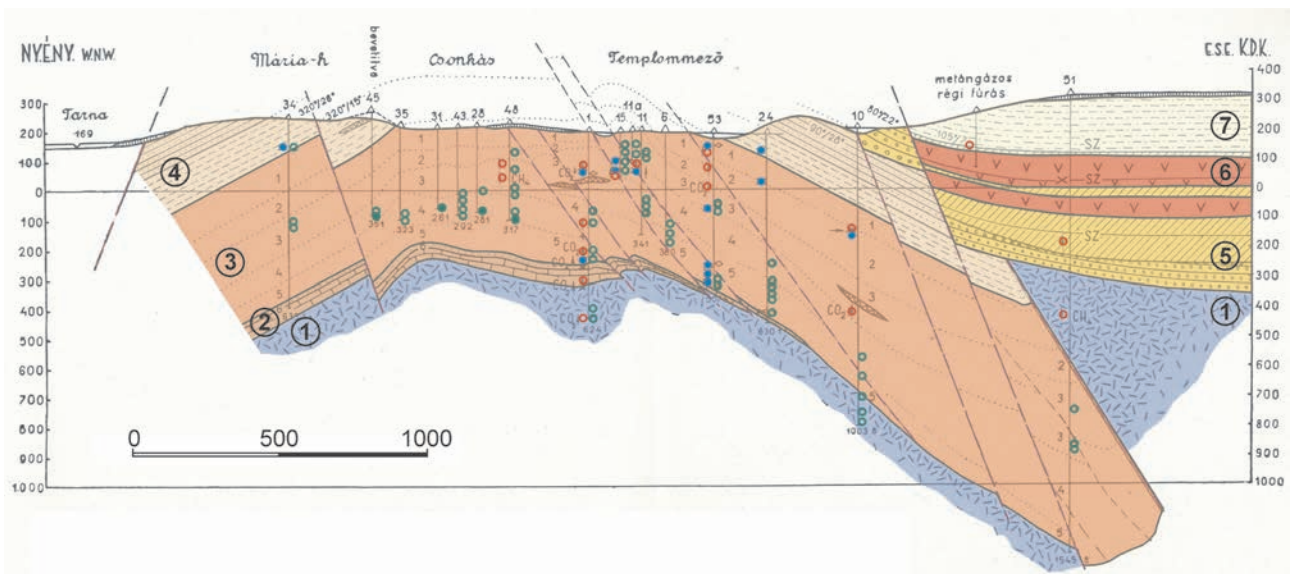
Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) 1986 és 1993 között geofizikai (geoelektromos, magnetotellurikus, szeizmikus refrakciós és reflexiós) méréseket végzett a Darnó-zóna környezetében, a Központi Földtani Hivatal által

indított „A Bükk-hegység és előterei komplex földtani előkutatási programja” keretében (SZALAY 1998).

A MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt. 1992-től kezdett kutatási tevékenységet az Ózdi-medence területén (HAJDÚ et al. 1997), melynek keretében gravitációs, mágneses, geoelektromos és szeizmikus reflexiós méréseket folytattak. Ebben az időszakban került sor az Oz–1–Oz–11 jelű szeizmikus reflexiós vonalak mérésére. Kutatófúrás mélyítéséről a magas geológiai kockázat miatt lemondtak. Az Ózdi-medence Zagyva-árok felé való kapcsolódási területét is érintette a MOL 1999 és 2002 között Salgótarján, illetve 2004 és 2012 között a Bátorfyerenyé védnevű szénhidrogén kutatási területen végzett tevékenysége (KÓSA et al. 2003, BONCZ et al. 2012). Ezekben a kutatási periódusokban mérték be a Sal jelű szeizmikus reflexiós vonalakat.

Földtani környezet

A vizsgált területen (1. ábra) a Darnó szerkezeti vonal két oldalán a földtani ismeretesség nagyon különböző. A Ny-i oldalon, a mélyebb medencerészekben kevés fúrás van, a Darnó-zóna és a K-i oldal felszíni, fúrási, geofizikai ada-



3. ábra. A bükk-széki boltozat földtani szelvénye kőolajkutató fúrások alapján (SCHRÉTER 1951)

Jelmagyarázat: 1. Prekainozoos aljzat, középső-felső-jura mélytengeri mészkő, palás aleurit, agyagpala, radiolarit (Mónosbéli Formációcsoport); 2. Felső-eocén sekélytengeri lithothamniumos mészkő (Szöci Mészkő), felső-eocén–alsó-oligocén nyílt tengeri márga (Budai Márga) és alsó-oligocén agyagmárga (Tardi Agyag); 3. Alsó-oligocén nyílt tengeri agyag, agyagmárga, andezittufa betelepülésekkel (Kiscelli Agyag F.); 4. Felső-oligocén–alsó-miocén tengeri–sekélytengeri agyag, homokos agyag, homokkő (Szécsényi Slir, Pétervársári Homokkő); 5. Alsó-miocén sekély tengeri, folyóvízi, mocsári kavics, homok, agyag, vörös agyag (Zagyvapálfalvai F.); 6. Alsó-miocén riolituffa (Gyulakeszi Riolituffa); 7. Alsó-miocén sekély tengeri chlamysos–corbulás homok, homokkő, agyag (Egyházasgergei F.); (részben GYALOG et al. 2013 alapján). Zöld pont: kőolajtermelés; zöld karika: kőolajnyom; piros karika: gázbeáramlás, nyom; kék pont: sósvíz beáramlás

Figure 3. Geological section of the Bükk-széki anticline based on oil exploration wells (SCHRÉTER 1951)

Legend: 1. Pre-Cenozoic basement, Middle-Upper Jurassic deep-marine limestone, foliated siltstone, shale, radiolarite (Mónosbél Group); 2. Upper Eocene shallow-marine lithothamnium limestone (Szöc Limestone), Upper Eocene - Lower Oligocene open-marine marl (Buda Marl) and Lower Oligocene clay marl (Tard Clay); 3. Lower Oligocene open-marine clay, clay marl, andesite tuff intercalations (Kiscell Clay); 4. Upper Oligocene - Lower Miocene marine-shallow-marine clay, sandy shale, sandstone (Szécsény Slir, Pétervársári Sandstone); 5. Lower Miocene shallow water, fluvial and paludal gravel, sand, clay, red clay (Zagyvapálfalva Fm); 6. Lower Miocene rhyolite tuff (Gyulakeszi Fm); 7. Lower Miocene shallow-marine sand, sandstone, clay; (partly based on GYALOG et al 2013). Green point: crude oil production; green circle: oil show; red circle: gas inflow; blue circle: saltwater inflow

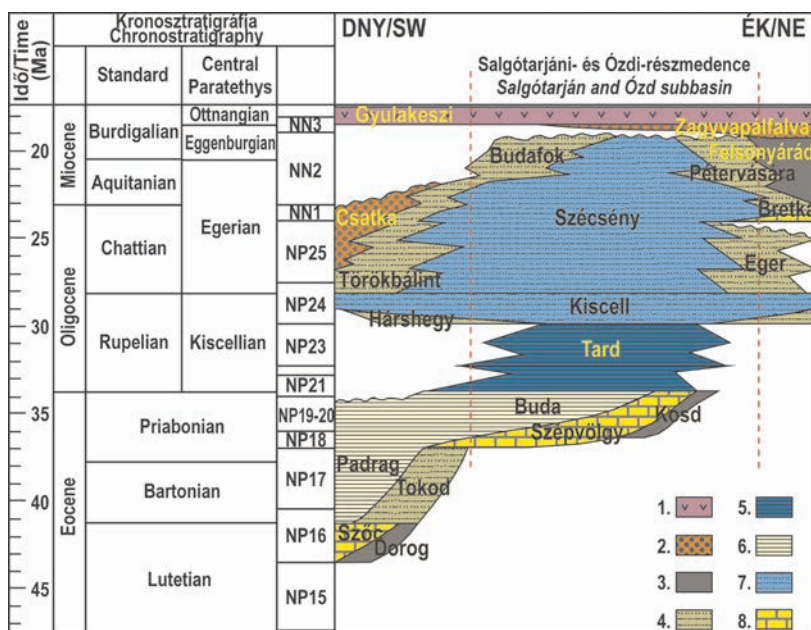
toknak és ismereteknek bővében van. Ezek alapján a terület prekainozoos aljzata (1. ábra c, HAAS et al. 2010) három fő részre különül. A Darnó-vonalig húzódó, közel Ny–K-i csapású Diósjenő–Hurbanovo (Ógyalla)-vonal É-i oldalán Ny-ról K felé haladva az Alcapa-főegység Nyugat-kárpáti egységeihez tartozó Vepori (1), Gömri (2) és Aggtelek–Rudabányai-egység (3) képződményei találhatók, a vonaltól D-re részben feltételeesen, ill. részben bizonyosan a Bükki-egység (6, 7, 8) különböző korú és kifejlődésű képződményei helyezkednek el (HAAS & BUDAI szerk. 2014). A vizsgált terület Darnó-feltolódástól K-re eső részén az Aggtelek–Rudabányai- (3), a Szendrő–Upponyi- (4) és a Bükki-egység (5, 6) zömmel felszínen, valamint a medencealjzatban megjelenő képződményei találhatók.

A vizsgálati terület jelenlegi adottságait két eltérő medencefejlődési időszak, a paleogén–kora-miocén Paleogén-medence, és a késői kora-miocéntől alakuló Pannon-medence szerkezetfejlődési eseményei alakították. A medence szénhidrogénföldtani potenciálja a Paleogén-medence szénhidrogén rendszere elemeire vezethető vissza, a medence szerkezetet azonban jelentősen felülbélyegezték a neogén szerkezeti eseményei (FODOR et al. 2005, SZŐCS et al. 2015, PETRIK et al. 2016, BEKE et al. 2019).

A magyarországi Paleogén-medence észak-magyarországi része egy DNY–ÉK csapású övben helyezkedik el, a Közép-magyarországi szerkezeti zónától északra. Kialakulásának meghatározó, számos rétegtani adattal alátámasz-

tott sajátossága a depocentrum időben elhúzódó, több szakaszban ÉK felé történő vándorlása. A vizsgált részterületen (1., 2. ábra) az üledékképződés feltehetően csak az eocén végén (priabonai NP19–20) indult meg, ugyanakkor a miocén eggenburgi emeletének végéig (NN3) folyamatos volt (BÁLDI 1980, 1983; TARI et al. 1993; 4. ábra).

A Paleogén-medence depocentrumának ÉK-re vándorlását, illetve a medence ösföldrajzi kapcsolatait több fejlődéstörténeti modell is magyarázza (KÁZMÉR 1984, BÁLDI & BÁLDINÉ 1985, ROYDEN & BÁLDI 1988, FODOR & KÁZMÉR 1989, FODOR et al. 1992, KÁZMÉR et al. 2003), melyek szerint a medence fejlődését annak D-i peremén jelentkező, a középső-eocéntól a késő-oligocénig tartó közel folyamatos jobbos eltolódás határozta meg, és a térrövidüléssel jellemezhető Külső-Kárpátok és az ugyancsak térrövidülést mutató Dinaridák közötti átmeneti helyzetű transztenziós szerkezettel értelmezhető. A medence dél felé vetővel csontolt, másik része Szlovéniában van (BÁLDI 1983, NAGY-MAROSY 1990, FODOR et al. 1999). TARI et al. (1993), SZTANÓ & TARI (1993) szerint a Paleogén-medence fejlődése egy a Nyugati-Kárpátok háttérében az Európai-tábla D-i irányú szubdukciójával egy időben kialakuló visszatolódásos-rövidüléssel jellemezhető (retroarc flexural basin) modelljével magyarázható. A jelenlegi megítélés szerint az Észak-magyarországi Paleogén-medence szerkezete dominánsan rövidüléssel jellemezhető (FODOR et al. 2005; FODOR 2010; PETRIK et al. 2014, 2016).



4. ábra. A paleogén üledékciklus litosztratiográfiai összefüggései az Észak-magyarországi Paleogén-medencében TARI et al. (1993) alapján

Jelmagyarázat: 1. savanyú piroklastikumok; 2. szárazföldi törmelékek, alluvialis homokos és kavicsos üledékek; 3. part menti, paralikus, mocsári üledékek; 4. sekély tengeri, partközeli sziliciklasztos üledékek; 5. nyílt tengeri, batialis, euxin mélymedence agyagos képződményei; 6. selfperem, selflejtő, medence mészmárga, márga képződményei; 7. nyílt medence üledékek turbidites homokkő testekkel; 8. medenceperemi karbonátok

Figure 4. Lithostratigraphy of the Palaeogene sedimentary cycles in the North Hungarian Palaeogene Basin based on TARI et al. (1993)

Legend: 1. silicious piroclastites; 2. continental coarse grained sediments, alluvial sands and gravels; 3. nearshore paralic, paludal sediments; 4. shallow marine, nearshore siliciclastic sediments; 5. open marine batial, euxin clay, silt, marl 6. shelf edge, shelf slope, and basinal clay marl, marl sediments; 7. open marine sediments with turbidite sandstones; 8. basin edge carbonates

Tanulmányterületünk teljes egészében az Észak-magyarországi Paleogén-medence területére esik (2. ábra), amelyen belül a legjelentősebb szerkezeti és paleogeográfiai határ a Darnó-vonal (TELEGDI ROTH 1937, ZELENKA et al. 1983). Tágabb értelemben Darnó-zónaként vagy Darnó deformációs övként (FODOR et al. 2005, FODOR 2010) említik a Darnó-vonalhoz köthető szerkezetfejlődés által érintett teljes területet, mely gyakorlatilag magába foglalja a teljes Ózdi-részmedencét.

A Paleogén-medence üledékképződési modellje (4. ábra) szerint a kutatási területet csak az eocén végén, a priabonai korszakban érte el a transzgresszió, a bázisképződmények tarka és szürke, esetenként bauxitos agyagok, homok és kavics, illetve dolomitörmelék (Kosdi Formáció). A fedőben rendszerint világosszürke ún. „felső-eocén mészkő-összlet” (Szépvölgyi Mészkő Formáció) települ. E fölött rétegtanilag a Budai Márga Formációt képviselő szürke, alsó részén nagy mennyiségű bryozoát tartalmazó, esetenként kovás mészmárga következik. BÁLDI (1983) áthalmozott andezittufa és kvarcitos-homokos tufa közberétegzéseket írt le bükkszéki és fedémesi mélyfúrásokból. A vizsgált terület (1. ábra d) DK-i peremén mélyült fúrásokban néhány 10 m vastagságban jelenik meg.

A Paleogén-medence legfontosabb, szénhidrogénföldtani szempontból is meghatározó képződményei az oligocén korú, a medence mélyebb, nyílt vízi környezetében lera-

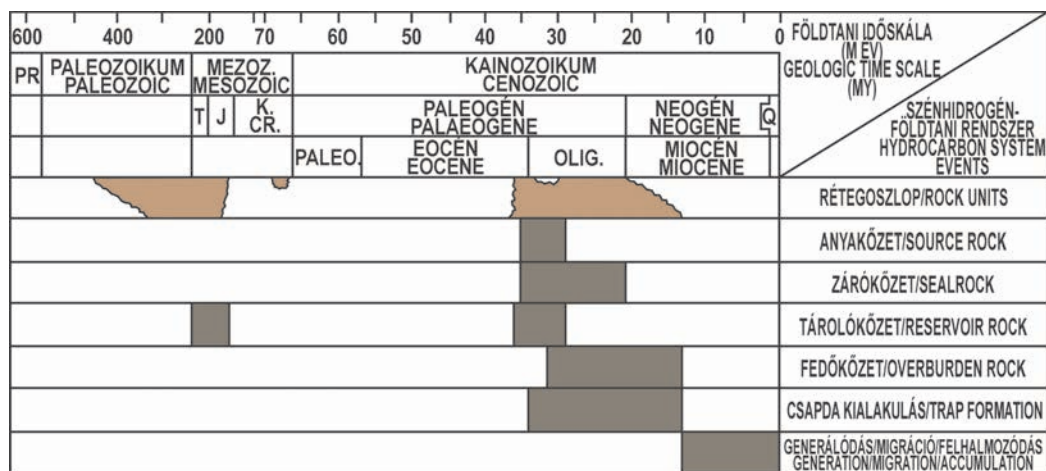
kódott finomszemű üledékek (Tardi Agyag, Kiscelli Agyag), a mindenkorai medenceperemekhez kapcsolódó nagy porózitású homokos-kavicsos kifejlődések (Hárshegyi Homokkő, Törökbálinti Homokkő, Egri Formáció) és a nagy elterjedésű slírösszletek (Szécsényi Slír Formáció) (BÁLDI 1983).

Az Észak-magyarországi Paleogén-medence területén megjelenő képződmények közül a Budai Márga, a Tardi Agyag és a Kiscelli Agyag Formációk tekinthetők érdemi szénhidrogén anyaközeteknek (4., 5. ábra). Kőolaj- és alárendelten földgázgeneráló kerogént tartalmazó anyaközetek jelentkeztek a Budai Márga felső szakaszának meszes-agyagos (Galgamácsa, Gamcsa-1 fúrás), a Tardi Agyag agyagos-meszes (Nagykövényes. Nks-I, Gamcsa-1, Tura, Tu-5, Tu-D-1 fúrások), illetve a Kiscelli Agyag agyagos összeleteiben (Tu-D-1, Tura Tu-É-2). Az oligocénnél fiatalabb képződmények jelenlegi állapotukban éretlen szénhidrogén-potenciállal rendelkező szakaszokat tartalmaznak (Tu-D-1, Tu-D-2, Tu-É-2, Nks-I) (KÓSA et al. 2003, BONCZ et al. 2012, 2. ábra). A legfontosabb anyaközet a Tardi Agyag Formáció, melynek laminites felső része szignifikánsan magasabb szervesanyag-tartalommal rendel-

kezik, mint az alsó, kevésbé lemezes szakasz (MILOTA et al. 1995). A képződmény elterjedése a vizsgált terület jelentős részén bizonytalan, vastagsága 28 db, a formációt harántolt medenceperemi fúrás (Bükkszék, Recsk, Mátraderecske) átlaga alapján 77 m, de a bükkszéki fúrásokban 100 m-t meghaladó vastagságban írták le. A Zagyva-árokban mélyült Nks-I sz. fúrás 90 méter vastagságban harántolta, 2930 és 3020 m mélységközben.

A Tardi Agyag fölött települő Kiscelli Agyag szervesanyag- és bitumentartalma jóval kevesebb. Az alig, vagy egyáltalán nem rétegzett, jellemzően bioturbált agyagmárgás aleurolit vastagsága akár az 1000 m-t is meghaladhatja (BÁLDI 1983). A Salgótarjáni-részmedence K-Ny-i tengelyétől északra (Ózd, Somoskőújfalu) vastagsága lényegesen kisebb (50–230 m). Szórvaosan néhány méter vastag, a Tardi Agyagra emlékeztető, magasabb szervesanyag-tartalmú, lemezes közbetelepülések előfordulnak benne. BÁLDI (1983) tufás betelepüléseket is leírt Bükkszék és Eger környékéről.

A Kiscelli Agyagra a medence belsejében az egri-eggenburgi Szécsényi Slír Formáció szürke, zöldesszürke, finomhomokkő közbetelepüléseivel tagolt finomhomokos, agyagos aleurolit, agyagmárga és agyag rétegsora következik, amely regionális zárókőzetként funkcionálhat. Átlagos vastagsága 340 m, a terület északi részén meghaladja a 600 m-t (BÁLDI 1983). A Darnó-zóna közelében (pl. a Dubi-



5. ábra. Az Észak-magyarországi Paleogén-medence szénhidrogén-földtani rendszerének alapelemei BABINSZKI et al. (2018) alapján
 Figure 5. Hydrocarbon system events chart of the North Hungarian Palaeogene Basin based on BABINSZKI et al. (2018)

csány, Du–31 fúrásban) a Kiscelli Agyagra települve a slírel összefogazódó, Egri Formáció homokkövei is megjelennek (4. ábra). Az oligocén rétegekben megfigyelt gyűrődések utólagos deformációt jeleznek, mindezzel együtt a szerkezeti zóna oligocén aktivitását igazolják az oligomiocén üledéksorban megfigyelt gravitációs tömegmozgások (BÁLDI & SZTANÓ 2000), a szerkezeti vonal két oldalának eltérő oligocén kifejlődései és a kapcsolódó szekvenciasztratigráfiai értékelések (SZTANÓ & TARI 1993).

A slírrre települő vagy gyakran azzal laterálisan összefogazódó Pétervásárai Homokkő Formáció ciklikus felépítésű, gyakran keresztrétegzett zöldesszürke glaukonitos homokkő, melynek vastagsága — feltehetően a lerakódását követő denudációs periódus eredményeképpen — erősen változó (SZTANÓ 1994). Az Észak-magyarországi Paleogén-medence déli részén a formáció homokkövei szénhidrogén tárolóközetek (SZŐCS & HIPS 2018). Az egri–eggenburgi képződménysor üledékhézaggal települő záró üledéke a Zagyvapálfalvai Formáció csekély vastagságban települt (BÁLDI 1983, HÁMOR 1985; 4. ábra).

Az ottnangi emelet bázisán általános elterjedésű a Gyulakeszi Riolittufa Formáció („alsó riolittufa”). Anyaga szürkésfehér, bontottan zöldesszürke, vastagpados, biotitos, horzsaköves riolittufa, riodácit ártufa. Vastagsága a lepusztulás mértékének megfelelően 10–55 m között változik, átlagosan 48 m. Fedőjében, illetve közvetlenül az egri–eggenburgi képződmények fölött települ a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció kezdetben limnikus, majd egyre inkább paralikus műrevaló széntelepeket tartalmazó rétegsora. A meddőt 5–10 m-es homokbetelepülések, lemezes vagy homoklencsés, széntörmelékes aleurolit, illetve közbetelepülő lumasellapadok alkotják. A formáció vastagsága 30–60 m között változik, átlagosan 45 m. A széntelepes összletet a Nógrádi-medencében az Egyházasgergei Formáció helyenként alapkonglomerátummal települő transzgressziós homok összlete fedi (HÁMOR 1985, HÁMOR in CSÁSZÁR szerk. 1997). A formáció azonosítására az Onco-phorák megjelenése alapján a Nyugat-Borsodi-medencé-

ben is van lehetőség (RADÓCZ 1987b). Vastagsága jellemzően 20–60 m között változik. A rátelepülő Garábi Slír Formáció uralkodóan szürke, ciklusosan változó homok, finomhomok tartalmú parttávoli – nyílt vízi aleurit, agyag, agyagmárga összlet, vastagsága átlagosan 200 m.

A badeni emeletben induló transzgresszió nyílt vízi fáciesű üledéksora a Badeni Formáció (szürke, molluszkás agyagmárga, helyenként tufa-, tufahomok betelepülésekkel). Medenceperemi környezetben heteropikus fáciesű lithothamniumos, molluszkás, homokos, meszes Lajtai Mész-kő Formáció Pécsszabolcsi Tagozata („alsó lajtamész-kő”).

Az uralkodóan badeni, alárendelten szarmata neutrális magmatizmus vulkanitjait a Mátrai Formációcsoportba sorolt piroklastikumok és lávaközetek képviselik. Ide sorolt képződmények a terület D-i részén, a Mátra É-i előterében fordulnak elő.

A szarmata sekélytengeri, partközeli csökkent sós vízi kifejlődéseinek (Kozárdi Formáció) és a folyóvízi–tavi képződményeknek (Sajóvölgyi Formáció) elterjedése folt-szerű, vastagságuk néhány 10 m. A szarmata Galgavölgyi Riolittufa Formáció („felső riolittufa”) előfordulása a területen szórványos. A szarmata–pannóniai rétegsorba települő Dubicsányi Andezit Formáció vastagsága 10–80 m között változik. Pannóniai üledékek megjelenése nem jellemző. A negyedkorban elsősorban a völgytalpi allúviuumok, illetve a lejtőüledékek halmozódtak fel. Ezek vastagsága a néhány métertől a néhány 10 m-ig változik (GYALOG et al. 2014).

Alapadatok és vizsgálati módszerek

Szeizmikus adatok

A területre 143 db különböző célú, hosszúságú és minőségű 2D reflexiós szeizmikus szelvény esik, amelyek közül a szeizmikus mélységtérkép elkészítéséhez 17 szelvény digi-

tális mélységváltozata került értelmezésre (Bu-4, -5, -6, Ék-2, Lo-1, Oz-1, -5, -6, -7, -9, -10, -11, Ozd-1, -2, So-1, Szuha-1 és Ra-29; *1. ábra d*).

Az ELGI 1986 és 1993 között végzett komplex geofizikai kutatásakor már figyelemmel voltak a medencealjzat domborzatának és közettani összetételének jelentős változásaira, s törekedtek a felbontóképesség növelésére, illetve a magasabb frekvenciák kiemelésére (ALBU et al. 1985, BRAUN et al. 1989, PETROVICS & SZALAY 1992).

Az archivált migrált időszelvények adatait, és a hozzájuk tartozó migrációs sebességtér értékeit ProMAX rendszer alatt aktiváltuk, majd mélységtartományba transzformáltuk. A különböző években készült szelvények eltérő vonatkozási szintjeit egységesen +300 m-ben határoztuk meg. A szelvények keresztezései alapján úgynevezett „mistie” analízist és korrekciót végeztünk. A korrekció során a medenceperemi fúrások adatait is figyelembe vettük. A Bu-6 szelvény esetében teljes újrafeldolgozás történt, melynek célja a pre-stack mélységmigráció alkalmazásával meghatározott mélységszelvény összehasonlítása a migrációs sebességterek felhasználásával végzett idő-mélység konvertálás által kapott mélységszelvényekkel. A Bu-6 szelvény jobb értelmezhetőségét is reméltük az újrafeldolgozástól. Az eredmények azt mutatták, hogy a mélységszelvények két különböző eljárás során csupán néhány százalék hibát mutattak. Jelentősebb különbség mutatkozott az X és Z irányú felbontóképességben a pre-stack migráció javára. A kapott eredmények valorizálását természetesen csak néhány célzott mélyfúrás tudná szolgáltatni. A valódi amplitúdók megőrzésére törekedő újrafeldolgozás az értelmezhetőséget némileg javította. A jelentősebb javulás korlátja a terepi paraméterek adott korban meglévő technika lehatároltsága.

Az SMT Kingdom szoftverkörnyezetben végzett értelmezés alapját 10 db, az ELGI által mért szelvény képezte, melyek a medence fő csapásirányára közel merőleges, ÉNy-DK-i lefutásúak. A medence délnyugati felében további 7 db, a MOL által méretett és az ELGI által feldolgozott Oz jelű szelvény bevonásával pontosítottuk az értelmezést. Fontos eredmény, hogy egy-egy csapásirányú szelvény (Oz-1 és -9) segítségével megtörtént a medencét keresztező, közel párhuzamosan futó hosszú ELGI-s szelvények korrelációja. Az akár több ezer méter medencekitöltő üledéksorban öt szeizmikus vezérszintet követünk, melyek nagy amplitúdójú, markáns, az egész medencén vagy csak egyes részterületeken jól azonosítható reflexiók. A vezérhorizontok korának meghatározását és a hozzájuk rendelhető földtani képződmények azonosítását a medence belsejében szórványosan elhelyezkedő — többnyire kisebb mélységű — fúrások, illetve a medenceperemi fúrások rétegsora alapján végeztük el. Az aljzatot ért töréses szerkezeti elemek értelmezésekor azokat a vetőket jelöltük, melyek mentén lényeges szerkezeti változás történt, illetve feltétlenül szükségesek a horizont követése érdekében. A több kisebb vetőből álló szerkezeti elemek esetében a legnagyobb elmozdulást előidéző szerkezeti vonalakat jelöltük.

Gravitációs adatok

A vizsgálati terület határain belül az MBFSZ országos gravitációs adatbázisból 24 736 mérési pont adatai kerültek felhasználásra a Bouguer-anomália térkép készítésekor. A szükséges korrekciók (szabad levegő, Bouguer- és topokorrekciók) elvégzése után, több korrekciós sűrűsége kiszámoltuk a komplett Bouguer-anomália értékét az MGH-50 rendszerben (IGSN30, Potsdami alapszint).

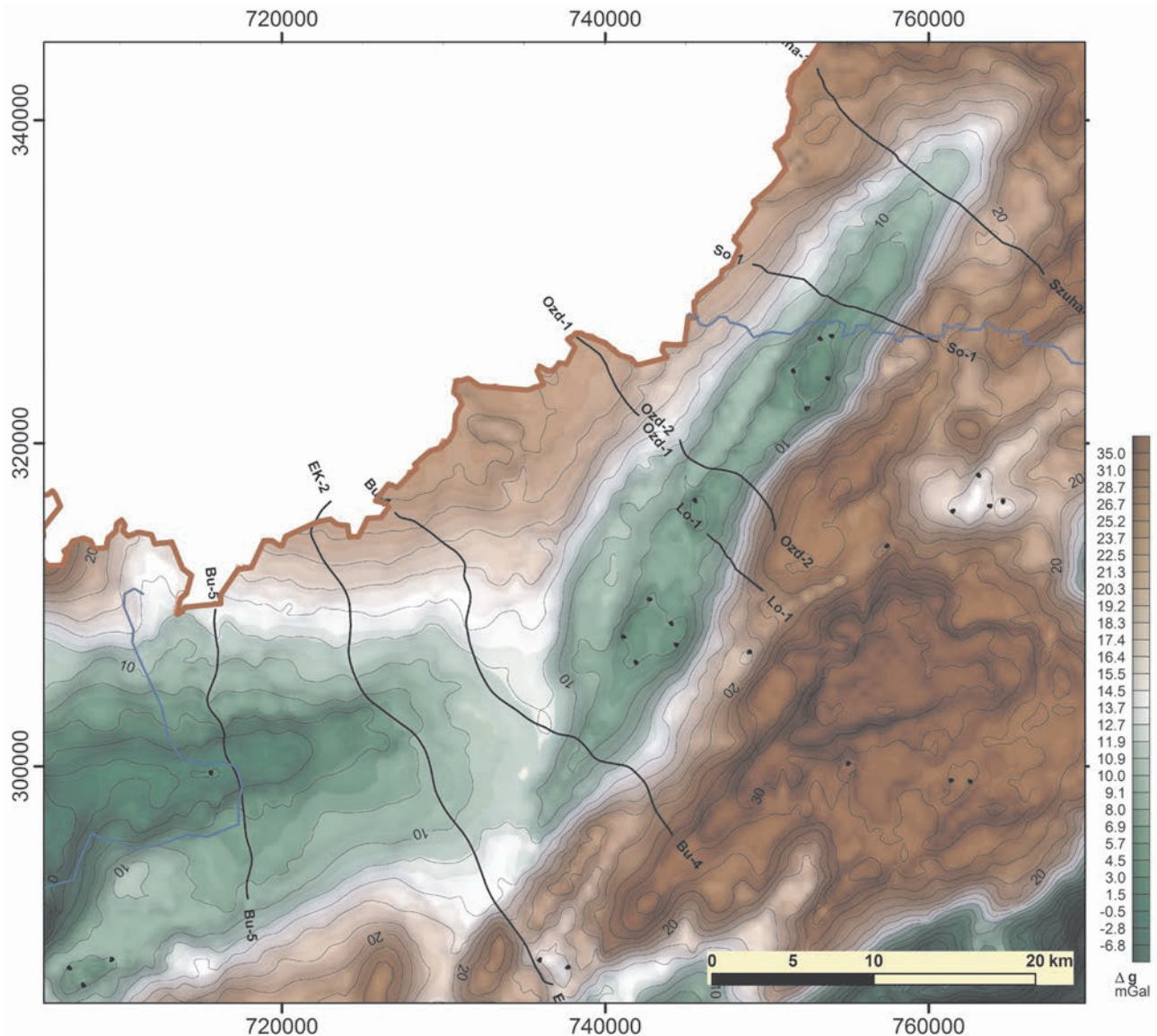
Mivel a vizsgálati területen az oligocén összlet a felszínen van, és medencealjzat-kibúvásokat is találunk, így a 2400 kg/m³ korrekciós sűrűséget fogadtuk el a feldolgozások során (a korrekciós sűrűség értéke elvileg a tengerszint feletti összletek átlagsűrűségének felel meg). Korábbi vizsgálatok (KISS 2009, 2010) igazolták, hogy a középhegységi zónában jelentős izosztatikus hatás (kéregkivastagodás) van, ezért elvégeztük ennek a regionális hatásnak a kiszűrését (izosztatikus korrekció) a Bouguer-anomália értékekből. A további feldolgozások során ezt a korrigált térképet (*6. ábra*) és ennek a térképnek a szűrt változatait használtuk, tehát ez a gravitációs alaptérkép.

A gravitációs alaptérkép adatait felhasználva a „horizontális gradiens maximum eljárás” (BLAKELY & SIMPSON 1986, CORDELL & GRAUCH 1987, KISS 2006) segítségével hatóperem-kijelölést végeztünk, amelynek eredményeit lentebb ismertetjük. A hatóperemek megadják a gradiens maximumok térképi helyét és a gradiens változásának irányából a szerkezetek vagy határfelületek csapása is meghatározható.

A prekainozoos mélységtérkép szerkesztéséhez felhasznált adatok

A fent említett szeizmikus és gravitációs mérési adatok, ill. a területen mélyült fúrások adatai alapján került sor az egységes szemléletű medencealjzat-térkép készítésére, illetve a medenceüledékek jellemző horizontjainak meghatározására. Az aljzat szintvonalait a hazai medenceterületre szerkesztettük meg, ahol a szeizmikus értelmezésből származó adatok is rendelkezésre álltak. Természetes határt jelentenek az Aggtelek–Rudabányai-hegység, az Upponyi-hegység, a Bükk, a Darnó-hegy paleo-mezozoos alaphegységének felszíni kibúvási (*1. ábra*). NyDNY-i és KDK-i irányban a medencealjzat szintvonalainak elvégeztetése a feldolgozott alapadatok függvényében történő döntés eredményeképpen alakult ki. A szerkesztés során elsőrendű adatként szolgáltak az alaphegységet elérő fúrások (*1. ábra d*), ill. az értelmezett szeizmikus reflexiós mélységszelvények aljzatként értékelt horizontjainak mélységadatai.

Azokon a területrészekon, ahol nem állt rendelkezésre mélyfúrási és szeizmikus adat, a gravitációs mérések adatainak (*6. ábra*) lentebb bemutatandó, különböző feldolgozású térképi megjelenítéseit használtuk fel. Kisebb medenceperemi szakaszokon figyelembe vettük archív szkennelt és digitalizált szeizmikus reflexiós, refrakciós és geoelektromos térképek szintvonal adatait is (SZALAY 1971, 1976; SZALAY & ALBU 1986; SZALAY et al. 1987, 1988). Tájékoztató adatként vettük figyelembe az archív magnetotellurikus és gra-



6. ábra. Iszosztatikusan korigált, 2400 kg/m^3 korrekciós sűrűséggel kiszámolt Bouguer-anomália térkép

Figure 6. Isostatically corrected Bouguer anomaly map counted with 2400 kg/m^3 reduction density

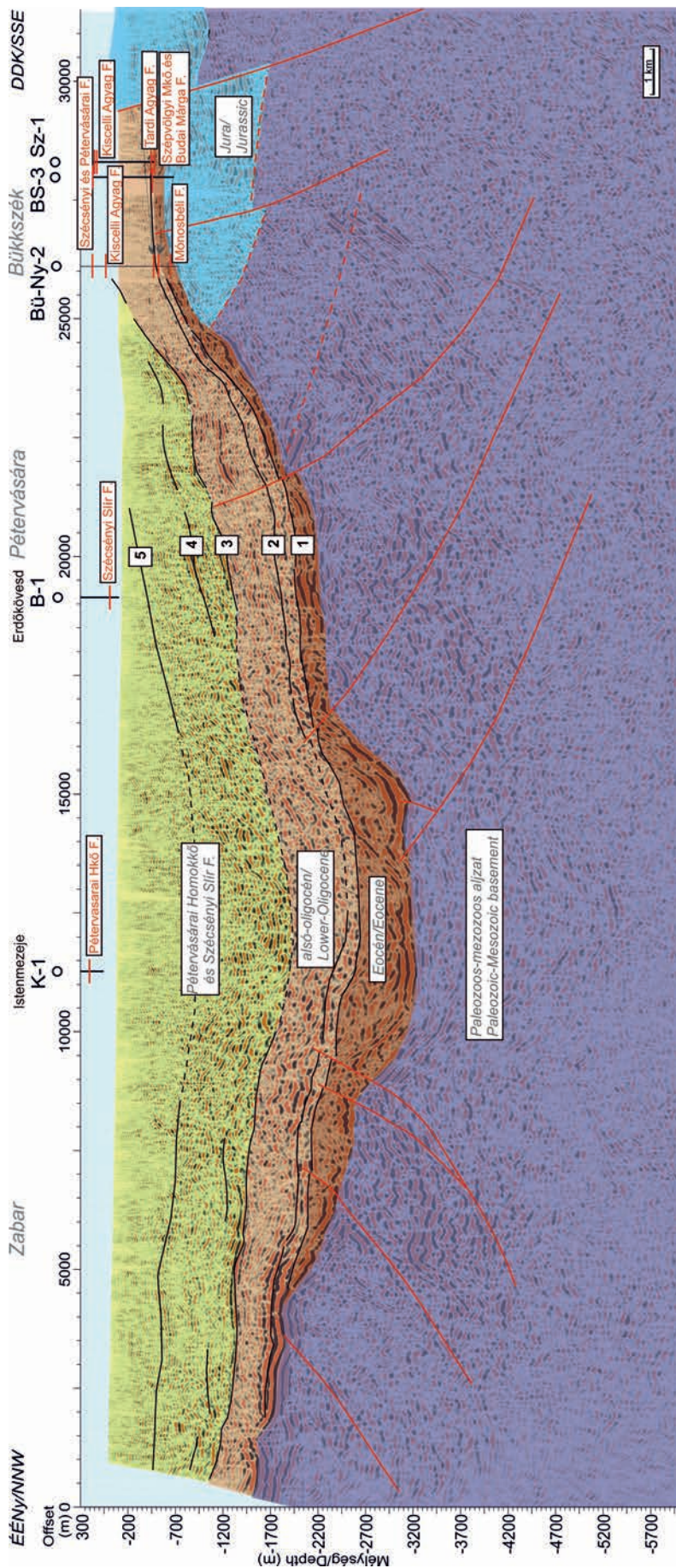
vitációs maradékanomália-térképeket, ill. a kéziratosszrefrakciós szelvényeket (MADARASI 1990, KOVÁCSVÖLGYI & SCHÖNVISZKY 1991).

Eredmények és értelmezésük

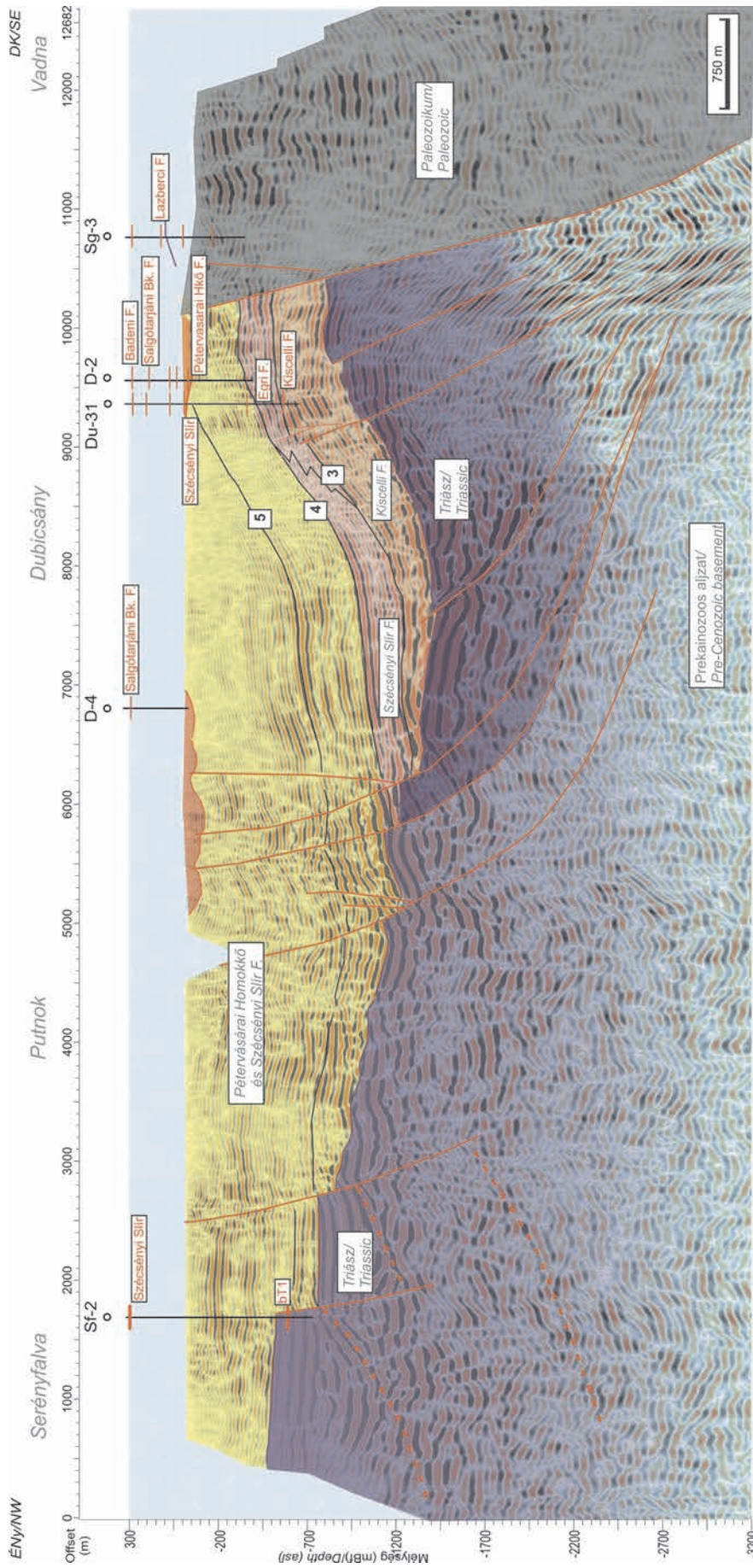
A szeizmikus értelmezés eredményei

A medence belső területén kevés az aljzatot ért mélyfúrás (1. ábra d). A szeizmikus értelmezés segítéséhez ezért viszonylag távolról bevetített — általában 1 km távolságon belüli — fúrási rétegsorokat használtunk, melyek főként a fedő üledékekről szolgáltatottak geológiai információt. Az 1986 és 1993 közt mért ELGI szerkezetkutató szelvényeket a nagy mélységben elhelyezkedő medencealjzat megismerésére tervezték. Ennek megfelelően a szelvényeken jel-

lemzően a legnagyobb amplitúdójú jelcsomagok értelmezhetők a medencealjzat lekoptatott felszínéneként. Ezt az elgondolást a néhány aljzatot ért mélyfúrás jó közelítéssel alátámasztja (pl. a Bükk-szék Bu-Ny-2 az Ék-2 szelvényen [2., 7. ábra], a Lénárdaróc Ld-2 a Lo-1 szelvényen, a Susa-1 az Ozd-1 szelvényen, a Serényfalva Sf-2 a So-1 szelvényen (8. ábra), az Alsószuha Asz-1 és a Jánkfalva J-28 a Szuha-1 szelvényen). A medencealjzatot általában nem egy reflexió, hanem több fázispárból álló reflexiócsomag jelöli, ez esetben a köteg tetejét jelző első pozitív jelen értelmeztük a réteghatárt (8. ábra). A maximális amplitúdójú jelek korrelálásán túl a medencealjzat azonosítását segítették az eróziós lenyesési felülethez köthető — az aljzat belső szerkezetét kirajzoló fellapolódó reflexióelvégződések (ún. toplap felszín vagy eróziós lenyesési felület), illetve a medencét feltöltő üledék reflexióinak esetenkénti rálapolódásának (downlap felszín), valamint kiékelődésé-



7. ábra. Ék-2 értelmezett szeizmikus szelvény
 Figure 7. Interpretation of the ÉK-2 seismic section



8. ábra. So-1 értelmezett szeizmikus szelvény
 Figure 8. Interpretation of the So-1 seismic section

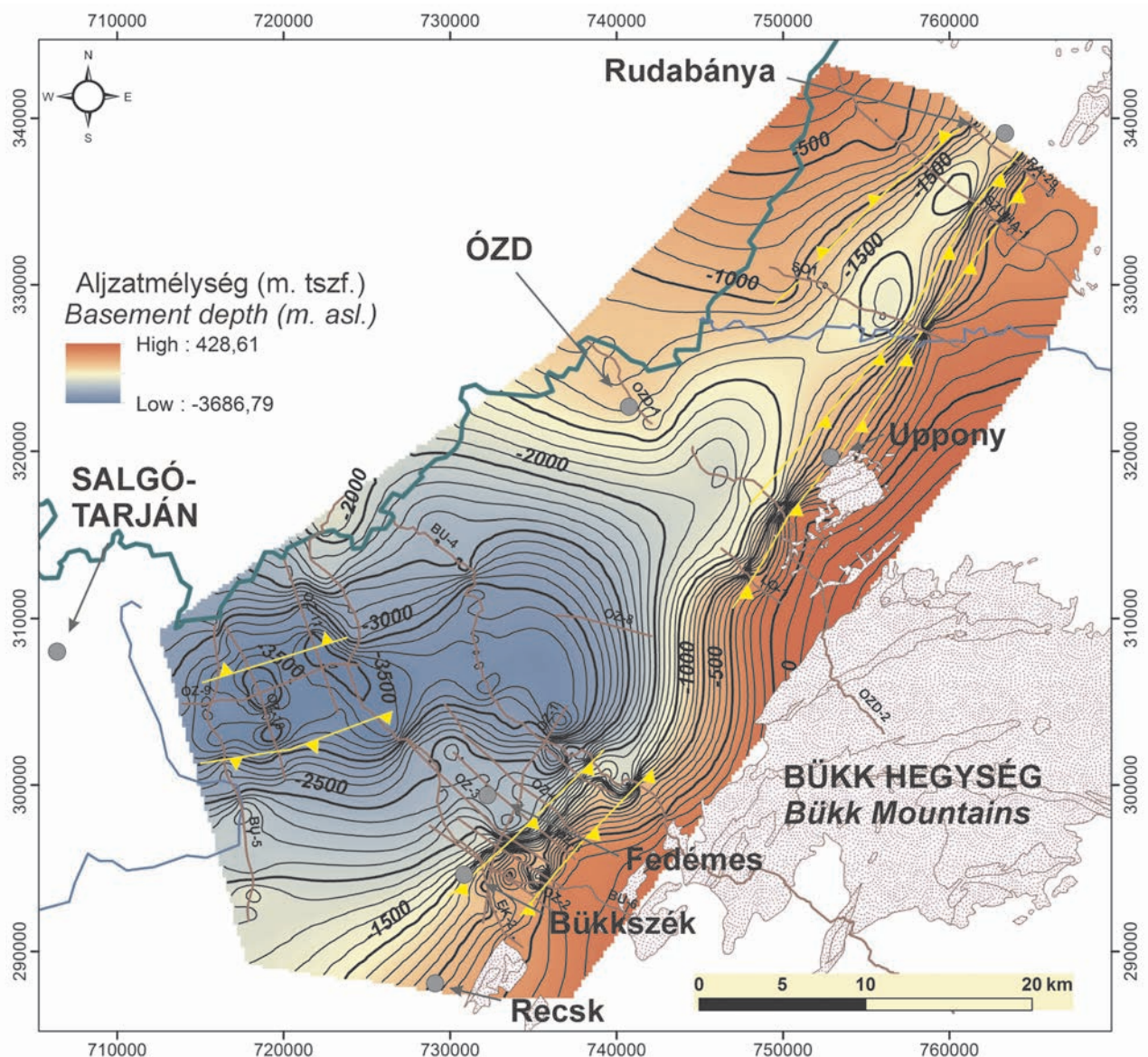
nek követése. A medencealjat értelmezésekor nem tettünk különbséget a feképződmények földtani kora és kőzetminősége között, egységesen prekainozoos aljatként kezeltük. Ennek eredményeként készült el az a szeizmikus mélységtérkép, mely a peremi, Darnó-zónától keletre eső felszíni kibúvásoktól (kb. 200–300 m tszf.) a legmélyebb részeken –3400 mBf-ig terjed (9. ábra)

A paleogén medencekitöltésben értelmezett öt vezérszint korolását a szórványosan elhelyezkedő, többnyire a medence peremén csoportosuló fúrások csak részben oldották meg. A mélymedencerészekben nagyobb bizonytalanságú az 1-es és a 2-es szint korbeosztása.

1. *Eocén horizont*: a prekainozoos aljattal felett települő, erősen változó vastagságú, a mélymedence felé kivastagodó, heterogén szeizmikus fáciesű képződmények tetőszintje. Az összlet alján a változó folytonosságú jelcsomag általában az aljathoz nagyon hasonlóan nagy amplitúdó-

jú, és gyakorta az aljattal teljesen konform módon települ. A mélymedencerészen ezekre gyakran kaotikus fáciesű, helyenként közepes–gyenge folytonosságú, a medence belseje felé dőlő reflexiókkal jellemzett szeizmikus fáciesű rész következik. Az 1-es szint által határolt szeizmikus egység a peremek felé elvékonyodik, helyenként felismerhető a kiemelődésre jellemző rálapoló reflexió elvégződés is. A peremi fúrásokban az összevontan kezelt eocén Szépvölgyi Mészke és Budai Mária Formációval (4. ábra) korrelál. A heterogén szeizmikus fácies az eltérő kőzetminőséggel magyarázható, ahol az erős, nagy amplitúdójú jelek dominálnak, a Szépvölgyi Mészke, illetve a Budai Mária mészkő betelepüléseinek megjelenését valószínűsíthetjük. A kaotikus fácies nagy vastagságú törmelékes összlet jelenlétére utalhat.

2. *Tardi Agyag horizont*: a Salgótarjáni-részmedencében megjelenő, kisebb–nagyobb folytonossággal követhető,



9. ábra. A medence prekainozoos aljzatának mélységtérképe a szeizmikus értelmezés alapján. A mélységértékek tengerszinthez viszonyított értékeket jelölnek
 Figure 9. Pre-Cenozoic basin basement depth map based on seismic interpretation (depth values referred to sea level)

változó amplitúdójú határfelület, mely a medence peremén helyenként kiékelődik. A délkeleti medenceperemen a szint a bükk-széki és fedémesi szerkezetek fúrásaiban jó közelítéssel a Tardi Aggyag Formáció tetőszintjével korrelálható, mely a medence mélyebb részeire is továbbvihető. A peremen a képződmény vastagsága a szeizmikus felbontóképesség határán van, így itt csak hipotetikusán — a fúrások alapján értelmeztük. A mélyebb részeken 1–3 reflexió is tarthat hozzá. Az egységben helyenként megjelenő nagy amplitúdójú jelek a Tardi Aggyagba települő mészturbidittekkel (VARGA 1982) hozhatók összefüggésbe.

3. Kiscelli horizont: Az Ózdi- és a Salgótarjáni-részmedencében is jól követhető szint, a fedő üledékes rétegsorban viszonylag jó folytonosságú, nagy amplitúdójú jelekkel mutatkozik. Lefutása az Ék–2 szelvényen (7. ábra) jól kirajzolja a medencerész enyhén aszimmetrikus alakját. A So–1 szelvény mentén (8. ábra), illetve az Ózdi-részmedencében csak a délkeleti részen nyomozható. A peremi területek fúrásaival is jól korrelálható szint a Salgótarjáni-részmedencében többnyire nagy, míg az Ózdi-részmedencében csekélyebb vastagságban megjelenő Kiscelli Aggyag tetőszintje.

4. Felső-oligocén horizont: jó folytonosságú, nagy amplitúdójú reflexió, azonban fúrásokkal való korrelációja bizonytalan. A So–1 szelvény mentén a Dubicsány Du–31 fúrás alapján az Egri Formáció egyik markáns szintjével vagy tetőszintjével eshet egybe. A jól dokumentált (BÁLDI & SZTANÓ 2000) fúrás alapján a peremi részeken eróziós szintként jelentkező felület, mely a medence mélyebb részei felé unkonformitásba megy át, az egri képződményeken belül jelentkező intraegri denudációt, ez esetben az oligocén és miocén képződmények határát is jelezheti. Alternatív értelmezése lehet a helyenként diszkordánsan települő Szécsényi Slír Formáció talpa is.

5. Alsó-miocén horizont: többé-kevésbé jó folytonosságú, közepes amplitúdójú, a fekvő üledékekkel konform módon kirajzolódó reflexió a Szécsényi Slír és Pétervásárai Homokkő szintjeiben. Az Ózdi-medencerészben jól nyomozható, szépen kirajzolja a medencerész aszimmetrikus alakját.

A szeizmikus értelmezés alátámasztotta azt a korábbi elgondolást, hogy az Ózdi- és a Salgótarjáni-részmedence mind az aljzat mélysége, mind a medencét kitöltő üledékretegsor tekintetében eltérést mutat. Ezért a továbbiakban érdemes a két részt külön tárgyalni. Ennek megfelelően a két medencerészben a fedő rétegsor csak részben mutat átfedést.

Az Ózdi-részmedence sekélyebb (8., 9. ábra), és a fúrások tanúsága szerint kitöltése fiatalabb, mint a Salgótarjáni-részmedencéé (7. ábra). A Kiscelli Aggyag Formáció kisebb vastagságban jelenik meg, az ennél idősebb oligocén képződmények jelenlétére nincs bizonyíték (LESS et al. 2006). A kiscelli emelet képződményeire többnyire Szécsényi Slír települ, vagy a peremi területeken az Egri Formáció is megjelenik lokálisan (Du–31 fúrás, BÁLDI & SZTANÓ 2000). A Szécsényi Slír felett vagy azzal összefogazódva a Pétervásárai Homokkő Formáció képződményei (4. ábra) is nagy vastagságban jelennek meg, bár szeizmikus fázisuk alapján nem lehet őket a szelvények mentén elkülöníteni. A részme-

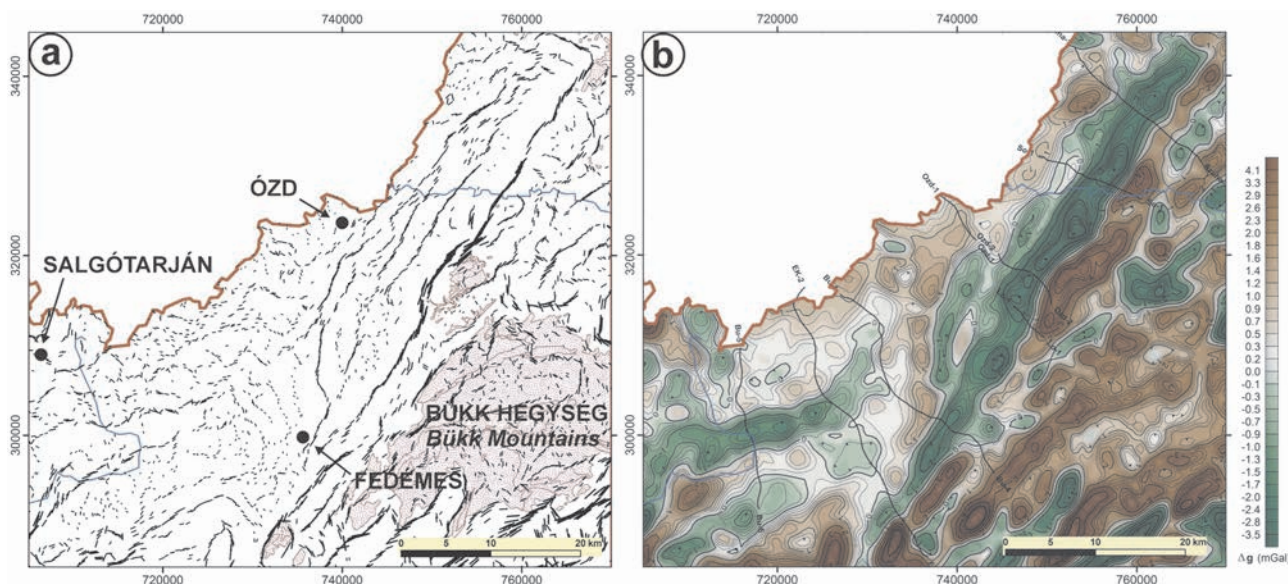
dence csapása a Darnó-zónával megegyező, ÉK–DNy-i. A szelvények és a fúrások tanúsága szerint délnyugat felé mélyül, a mélymedencék aljzata –900 mBf-től –1600 mBf. mélységig süllyed (9. ábra). A részmedence szerkezete aszimmetrikus, északnyugati szárnya laposabban dől, mint a délkeleti, ami jó összhangban van a SZTANÓ & TARI (1993) által interpretált eredményekkel. A részmedence keleti határát a Darnó-vonal jelenti. A szelvényeken jól látható a medencealjzat Darnó-vonal mentén több lépcsőben bekövetkező emelkedése, és a kapcsolódó ÉNy-i vergenciájú feltolódások sora (FODOR et al. 2005, FODOR 2010). A So–1 szelvény (8. ábra) ugyan nem képezi le, de jól ismert a Darnó-vonal miocén korú normálvetős felújulása a területen (SCHRÉTER 1951, 3. ábra). A medencerész északnyugati szárnyának aljzatában délkeleti vergenciájú áttolódási síkok ismerhetők fel, amelyek beilleszthetők TARI et al. (1993) flexurális medencefejlődési modelljébe. Ezeket azonban helyenként a feltételezhetően színrift miocén extenzióhoz tartozó normálvetők (FODOR 2010, PETRIK et al. 2016) felülírják, melyek kora azonban a szelvények alapján egyértelműen nem állapítható meg.

A Salgótarjáni-részmedence jelentősen mélyebb, jóval –3000 mBf alá mélyül. A részmedence kiszélesedik, és csapása KÉK–NyDNy-ivá válik (9. ábra). A medence két peremén ellentétes vergenciájú feltolódások értelmezhetők, hasonlóan az Ózdi-medencerészhez, azonban itt a délies vergenciájú szerkezeti elemek markánsabban jelennek meg. A Darnó-zóna előterében megjelenő északias vergenciájú feltolódások déli irányban egyre meredekebbé válnak. A medence középső része sajnos kevésbé jól értelmezhető a jel/zaj arány lecsökkenése miatt.

A mélyebb medencerészek alsó-oligocén üledékekkel vannak kitöltve, melyek alatt az aljzatra települve felső-eocén üledékek is korrelálhatók. Az eocén üledékek vastagsága átlagosan 200–220 m körüli, nyugat felé kivastagszik, míg a kiemelt bükk-széki és fedémesi szerkezeteken elvékonyodik néhány 10 m-re, és többnyire ki is ékelődik (7. ábra). Az alsó-oligocén képződmények vastagsága is változó. A délkeleti peremen a fúrások tanúsága szerint 500–650 m, ami a medence mély részein akár az 1000 m-t is elérheti. Az északnyugati peremen vastagsága ismét lecsökken 300–500 m-re, amely összhangban van a szlovák oldalon közölt adatokkal (VASS et al. 1989). A Tardi Aggyag Formáció csak a Salgótarjáni-részmedencében jelenik meg, a peremi fúrásokban 50–210 m közt változó vastagságban írták le (Bü-Ny–2, Bs–3). A medencekitöltés közel felét feltételezhetően itt is a felszínen megjelenő Szécsényi Slír és Pétervásárai Homokkő Formáció képződményei teszik ki, bár ebben a medencerészben nem találhatók olyan fúrások, amelyek néhány száz méternél nagyobb vastagságban harántolták e képződményeket (a kis mélységű fúrások többnyire nem fúrták át).

A gravitációs feldolgozás eredményei

Mivel a nehézségi erőter összegzett hatást mutat, a gravitációs hatóperemek (10. ábra a) is a legerősebb, domináns hatásokat jelzik elsősorban. Az eljárás a felszínközeli, nagy



10. ábra. Gravitációs hatóperemek térképe (a) és az 1600 m mélységű hatások Bouguer-anomália térképe a korrelációhoz felhasznált szeizmikus szelvények nyomvonalával (b)

Figure 10. Edge detection map based on the horizontal gradient of gravity – sharpen the geological changes, as different lithology, faults (a) and Bouguer-anomaly map filtered to the effects from 1600 m bsl (b)

gradienssel jelentkező változásokra a legérzékenyebb, így azok hatása látszik legjobban. A mélyebb hatások is jelen vannak, de azok kevésbé karakterisztikusan jelentkeznek. A hatóperemek jelzik az egyes kifejlődési területek határát, illetve a kisebb részmedencék elterjedési területét, azaz a szerkezeti határok legvalószínűbb helyét.

A hatóperemek és a különböző földtani térképek összevetése mutatja a szerkezeti kapcsolat erősségét, és mivel a terület ilyen jellegű vizsgálatát most először végeztük el, jelezheti a hiányzó (eddig ismeretlen) szerkezeti vonalak helyzetét is.

A hatóperemek fő iránya a Salgótarjáni-részmedencében, a Mátrától É-ra, NyDNy–KÉK-i. A hatóperemek Fedémestől északra, Ózd felé jeleznek egy közel É–D-i szerkezetet, ami egy Ny-i és egy ÉK-i részre választja ketté a vizsgált területet. A gravitációs hatóperemek ettől a szerkezettől ÉK-re már a Darnó-zóna szerkezeti irányaival párhuzamosak (10. ábra a). Ez az elem szerepel LESS et al. (2004) térképén, sőt már korábbi (JASKÓ 1946, BALOGH 1964) térképeken is megjelenik. A gravitációs adatok tehát alátámasztják a korábbi terepi észleléseket, és kiemelik a szerkezet fontosságát.

A főbb gravitációs hatók mélységének meghatározása céljából spektrális mélységszeletelést végeztünk (CORDELL 1985, KISS 2014). Ezen a területen három különböző szintet (325 méter, 1600 méter, 7000 méter) és azok gravitációs hatását különítettük el. A medencealjzat-mélységtérkép szerkesztéséhez az 1600 m-es szint (10. ábra b) a területen lévő medencék mélységével összevethető mélység, ezért fontos szerepe volt a feldolgozások során. Ezen a térképen rajzolódnak ki a medenceterületek részmedencéi, sajátos gerincvonalakkal elválasztva, aminek eredete további elemzés tárgyát képezi. A hatóperemek alapján kirajzolódó É–D-i elválasztó vonal Fedémestől önálló, aszimmetrikus gerincvo-

natként jelenik meg a szűrt térképen, elválasztva a Ny-i (Salgótarjáni-részmedence) és az ÉK-i (Ózdi-részmedence) kifejlődési területet.

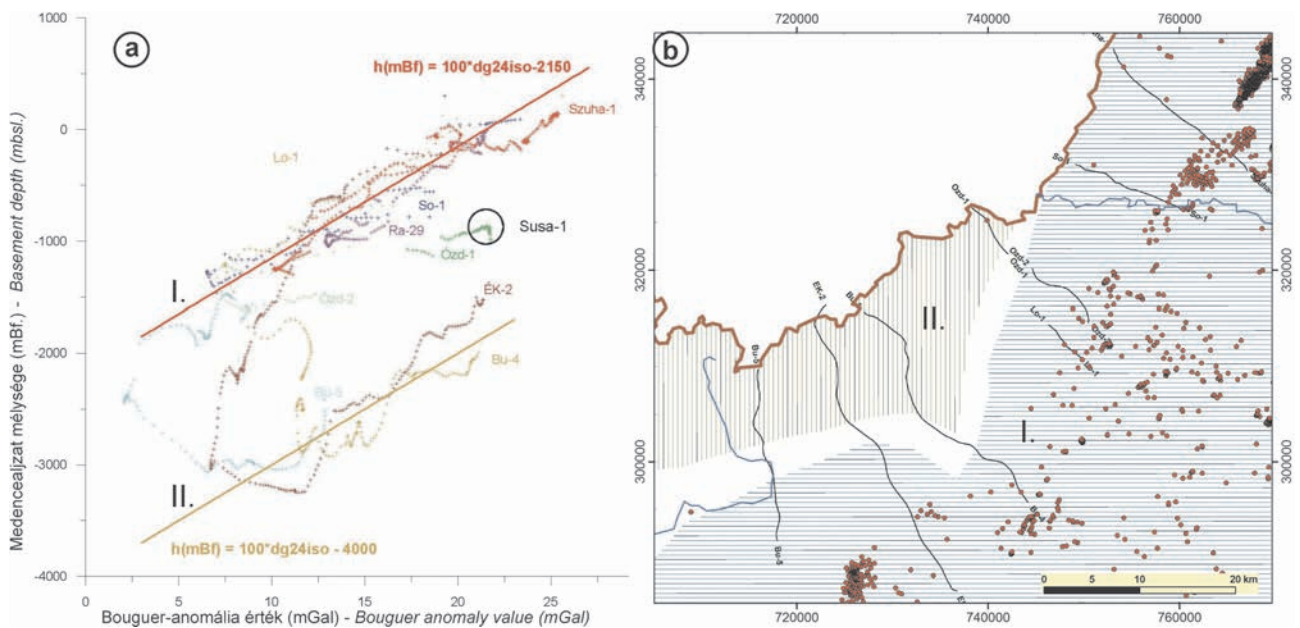
A paleogén medence kevés mélyfúrás adata miatt a szeizmikus szelvényeken (Bu-4, -5, Ék-2, Ozd-1, -2, Lo-1, So-1, Szuha-1, Ra-29) értelmezett prekainozoos aljzat szintjét használtuk a gravitációs mélységtérkép elkészítéséhez. Elsőként a medencealjzat szintjének (mBf) és a 2400 kg/m³ korrekciós sűrűséggel kiszámolt és a Moho-szinttel korrigált Bouguer-anomália adatok kapcsolatát vizsgáltuk (11. ábra a).

A szeizmikus értelmezésből adódó medencealjzat-szintek és a gravitációs mérésekből származó Bouguer-anomália adatai között a vizsgálati terület egészére nézve nincs egyértelmű kapcsolat. Egy adott gravitációs értékhez jó esetben egy, de többnyire két mélységadat is kapcsolódik, ami nyilvánvalóan arra utal, hogy földtani felépítés szempontjából legalább kétféle földtani modellel kell számolni. A vizsgálat eredménye szerint, a 11. ábra a részén piros, illetve világosbarna egyenessel jelölt két különböző trend két különböző (szeizmikus–gravitációs) modellt jelez.

Az ÉK-i szelvények (Lo-1, So-1, Szuha-1, Ra-29) esetében a „ $h=(100 \times \Delta g) - 2150$ ” lineáris függvénykapcsolat határozható meg (I., ÉK-i blokk, 11. ábra b). A Ny-i szelvények (Bu-4, -5, Ék-2) esetében azonban a korábbi összefüggés csak a szelvények D-i részére igaz, a szelvények É-i részén egy teljesen más kapcsolat rajzolódik ki. Itt a „ $h=(100 \times \Delta g) - 4000$ ” lineáris függvénykapcsolatot lehet meghatározni (II., Ny-i blokk, 11. ábra b).

Ezek szerint a medencealjzat mélységmeghatározását a két részterületen elkülönítve kell elvégezni, majd vizsgálni a két terület közötti kapcsolódást.

A lineáris függvénykapcsolat hasonlóságából az olvas-



11. ábra. Szeizmikus medencealjzat-mélység és izosztatikusan korrigált Bouguer-anomália (2400 kg/m^3 korrekciós sűrűség, a képletben $dg24iso$) értékek kapcsolata (minden szelvény adata eltérő színnel megjelenítve) (a); és a terület blokkosítása a felhasznált szeizmikus szelvények mentén kapott aljzattélységek és a gravitációs mérési adatok alapján (b) (vízszintes sraffozás: I., ÉK-i modell/blokk), függőleges sraffozás: II., Ny-i modell/blokk), köztes fehér terület: váltás és árokvonala)

Figure 11. Connection between the interpreted seismic basement depth and the isostatically corrected Bouguer anomaly data ($dg24iso$ in the equation – correction density: 2400 kg/m^3 , every 2D seismic line with different colour) (a); and the different blocks of the area based on integrated interpretation of the seismic basement depth and the gravity data – with the lines of seismic sections used to integrated interpretation (b) (horizontal hatching: I., north-eastern model/blokk, vertical hatching: II., western model/blokk, intermedier white area: transitional zone)

ható ki, hogy ugyanazt a Bouguer-értéket egy kb. 1850 m-rel mélyebben található, jóval nagyobb sűrűségű medencealjzat-képződés is létrehozhatta a területen. Ez arra utal, hogy jelentős eltérés van a mélybeli felépítésben a két terület között. Ráadásul a két sűrűségmodell között még egy átmeneti zónának is kell lennie, mivel a szeizmikus szelvényeken is folyamatos a medencealjzat lefutása (nincsenek jelentős ugrások).

Figyelembe kell venni, hogy a medencealjzat szeizmikus értelmezésénél nem tettünk különbséget a feképződés földtani kora és kőzetminősége között (azaz sűrűsége között sem), egységesen prekainozoos aljzatként kezeltük őket. A gravitációval való összevetés azonban jelzi, hogy különböző feképződésekről van szó. A kérdéses területre azonban nincs olyan fúrás, ami alapján az eltérő feképződéseket pontosan azonosítani lehetne. Mivel a gravitáció összegzett hatást mutat, így akár a fedőben bekövetkező változás is hatással lehet a Bouguer-anomália értékére.

Az Ozd-1 és Ozd-2 szelvények az átmeneti zónába tartoznak — a Susa-1 mélyfúrással együtt, bár az Ozd-2 jelentős része még az ÉK-i blokk menetét mutatja. A 11. ábra b alapján az is látszik, hogy a Ny-i blokkban gyakorlatilag nincsen mélyfúrásból származó közvetlen mélységadatunk, ami bizonytalanná teszi az értelmezést.

A terület mélységtérképének összeállításakor a következő típusú területekkel kellett számolni:

Kibúvás területek, itt a medencealjzat mélysége a felszíni domborzat magassága lesz;

I. (ÉK-i) típusú terület [a „ $h=(100 \times \Delta g) - 2150$ ” lineáris közelítéssel];

II. (Ny-i) típusú terület [a „ $h=(100 \times \Delta g) - 4000$ ” lineáris közelítéssel];

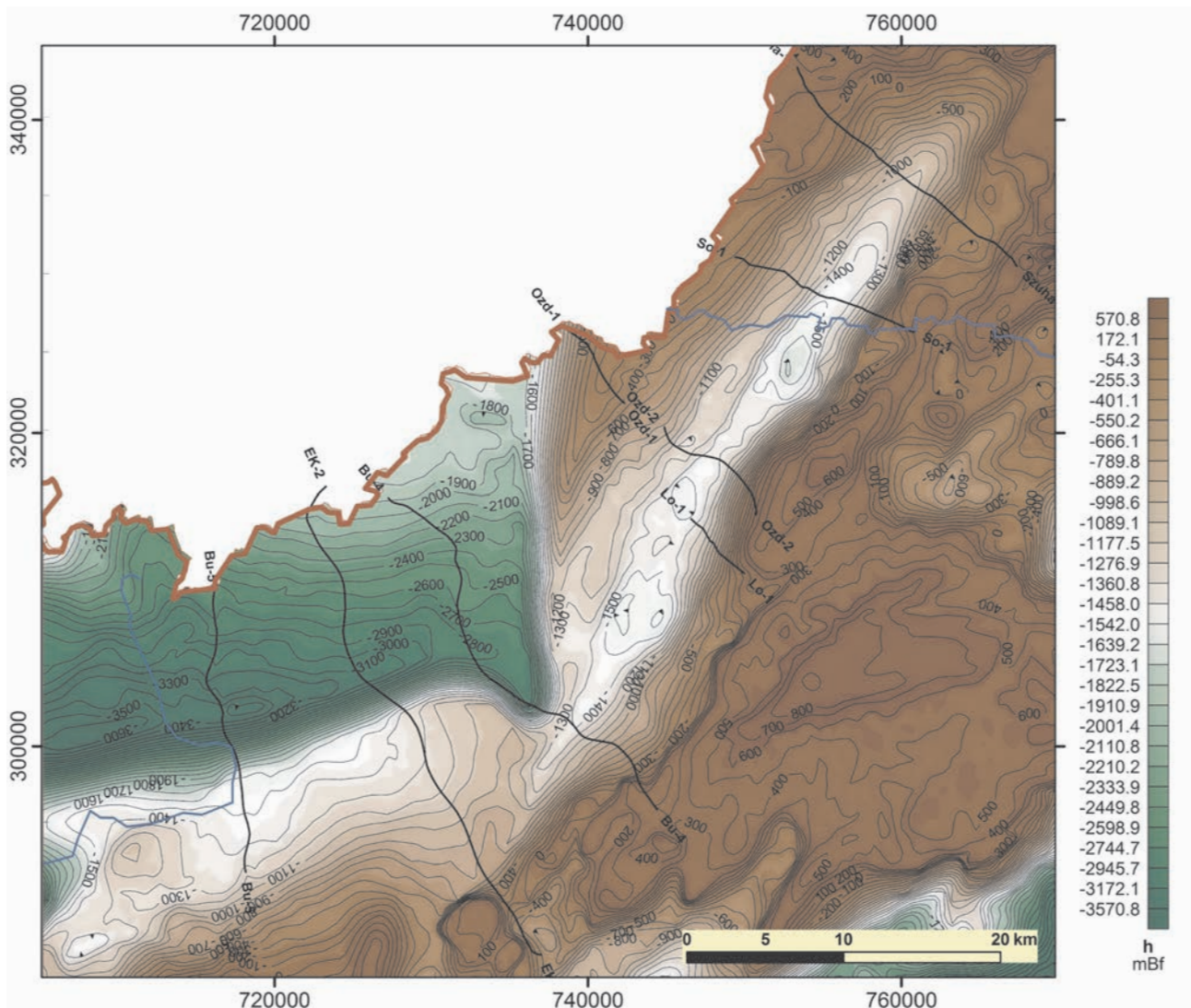
Átmeneti zóna a két típusú terület között bizonytalan szélességgel.

A mélységtérkép szerkesztése során tehát a kibúvásos területeken a domborzat magasságértékeivel számoltunk, az átmeneti területeket pedig üresen hagytuk. Így az ÉK-i blokk, a Ny-i blokk és a kibúvások szintjeiből képeztünk egy adatrendszer, amiből „minimum curvature” eljárással 500 m-es gridet interpoláltunk az egész területre (12. ábra).

A kutatási területen tehát két medence-rész található, a Salgótarjáni-részmedence Ny-on és az Ózdi-részmedence ÉK-en, amelyre a gravitációs Bouguer-anomália térkép (6. ábra) és a hatóperemek (10. ábra a) hívják fel a figyelmet. A feldolgozások alapján a medencék közötti közel É-D irányú határvonal a típusú területi modellek határvonala is egyben.

A prekainozoos aljzattélységtérkép

A szeizmikus mélységtérkép adatait a gravitációs mélységtérkép adataival kiegészítve, ill. archív medenceperemi geoelektromos és szeizmikus térképek figyelembe vételével készült el a korrigált prekainozoos aljzattélységtérkép (13. ábra). Az aljzatfelület reális ábrázolása érdekében szükség volt az aljzat markáns szerkezeti elemeinek ábrázolására, melyhez elsősorban a gravitációs hatóperem-térkép (10. ábra a) és szeizmikus értelmezés (9. ábra) nyújtott segít-



12. ábra. Az aljzat gravitációs mélységtérképe (mBf.) a szeizmikus adatokkal való vonalmenti korreláció alapján

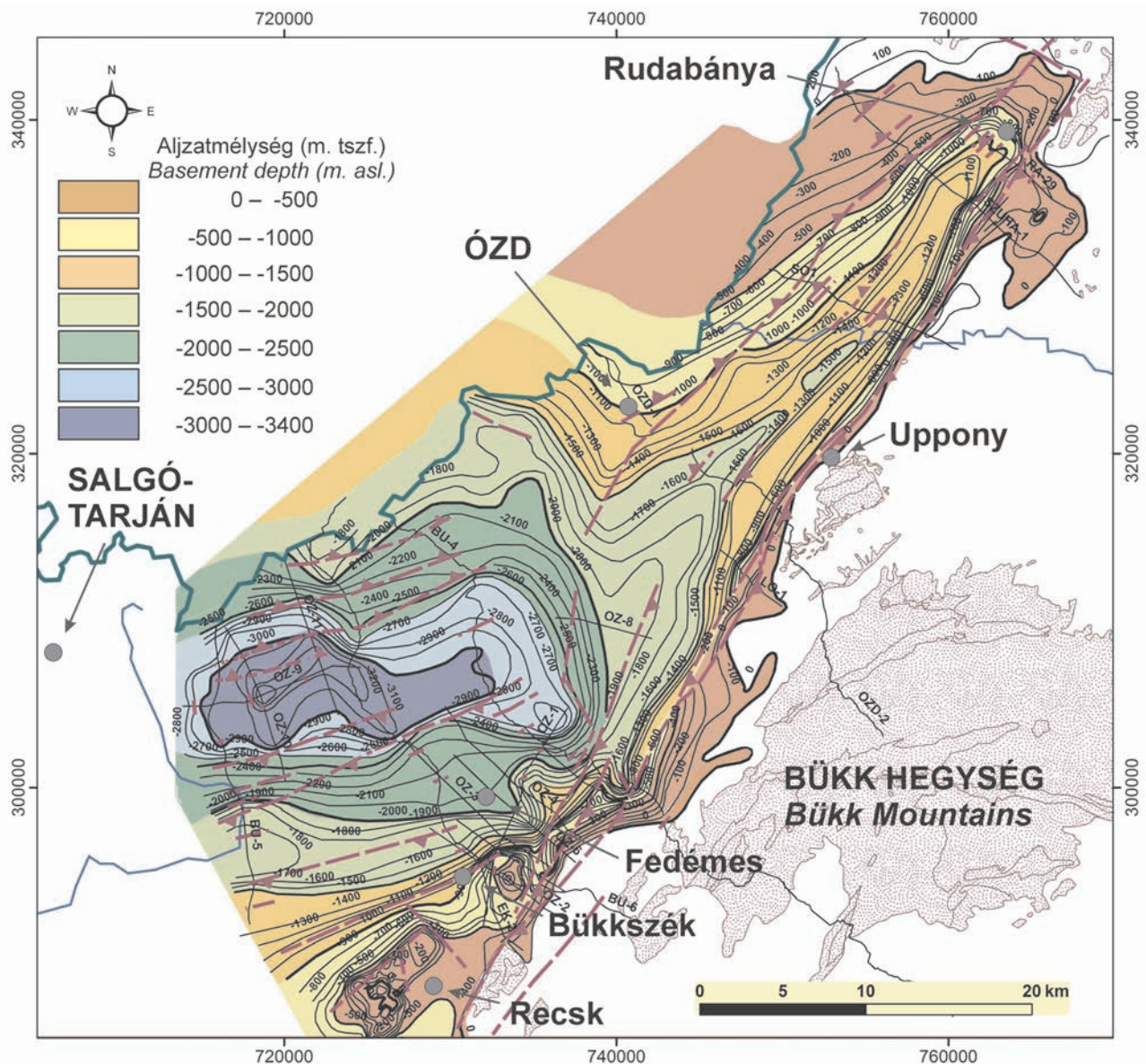
Figure 12. Gravity basement depth map based on the correlation with seismic data along the interpreted lines

séget. A gravitációs mélységtérkép adatait a mélymedence-részekre vettük figyelembe egyéb adat hiányában. A szintvonalak a térinformatikai program szerkesztési lehetőségeit kihasználva manuálisan, a magassági pontok és a háttér szintvonalas megjelenítései között észszerűen korrigálva kerültek megrajzolásra, a szintvonalköz 100 méter.

A térkép (13. ábra) két, egymástól élesen el nem határolható medencerészt mutat. Az 1100–2000 m tszf. aljzatmélységű, ÉK–DNy-i tengelyű Ózdi-részmedence az azt KDK-ről határoló, medenceperemi Darnó-vető mentén húzódik. Az aljzat a vető menti közel 0 méter tszf. magasságtól ÉNy felé 3–5 km-re már eléri a helyi legnagyobb mélységét, majd enyhébben emelkedik tovább. A medencerész aljzatának DK-i oldalában a szeizmikus szelvények alapján ÉNy-i vergenciájú feltolódások észlelhetők, a medence ÉNy-i oldalában szintén feltolódásos, de ellenkező vergenciájú feltolódások sorozata észlelhető. A szeizmikus szelvények közötti területen ezek a szerkezeti elemek nehezen korrelálhatók. A térképen jelzett szerkezeti elemek megjelenítése során ezért

a gravitációs hatóperemek térképére is támaszkodtunk. Az Ózdi-részmedence északi és középső részén az Észak-magyarországi Paleogén-medence érdemi anyaközei közül a szeizmikus értelmezés alapján a Kiscelli Agyag Formáció van meg, de a medence mélysége, és az alább részletezett szénhidrogén-földtani adatok alapján feltehetően sem ez, sem fedőképződményei nem jutottak el a kőolajképződés zónájába.

A Salgótarjáni-részmedence az Ózdtól dél felé húzódó aljzati gerinc nyugati–dél nyugati részén, a Darnó-vető Bükk-szék környéki vonalától ÉNy-ra mélyül, és a DK-i medenceperemtől ÉNy felé mintegy 16–20 km-re éri el –3400 méterben (tszf.) legnagyobb mélységét. Az itt mért szeizmikus vonalak értelmezése szerint a medencerész tengelye ÉK–DNy-i irányítottaságú, közepén DK-i irányba megtörik. A medencealjzatban megjelenő vetők a medence ÉNy-i oldalában DK-i vergenciájú feltolódások, a medence mélyzónájától délkeletre pedig ÉNy-i vergenciájú feltolódások. A medencében értelmezett várható anyaközet összletek, és a



13. ábra. A vizsgált terület prekainozoos aljzattérképe az értelmezett és a feltételezett szerkezeti vonalakkal (szaggatott lila)

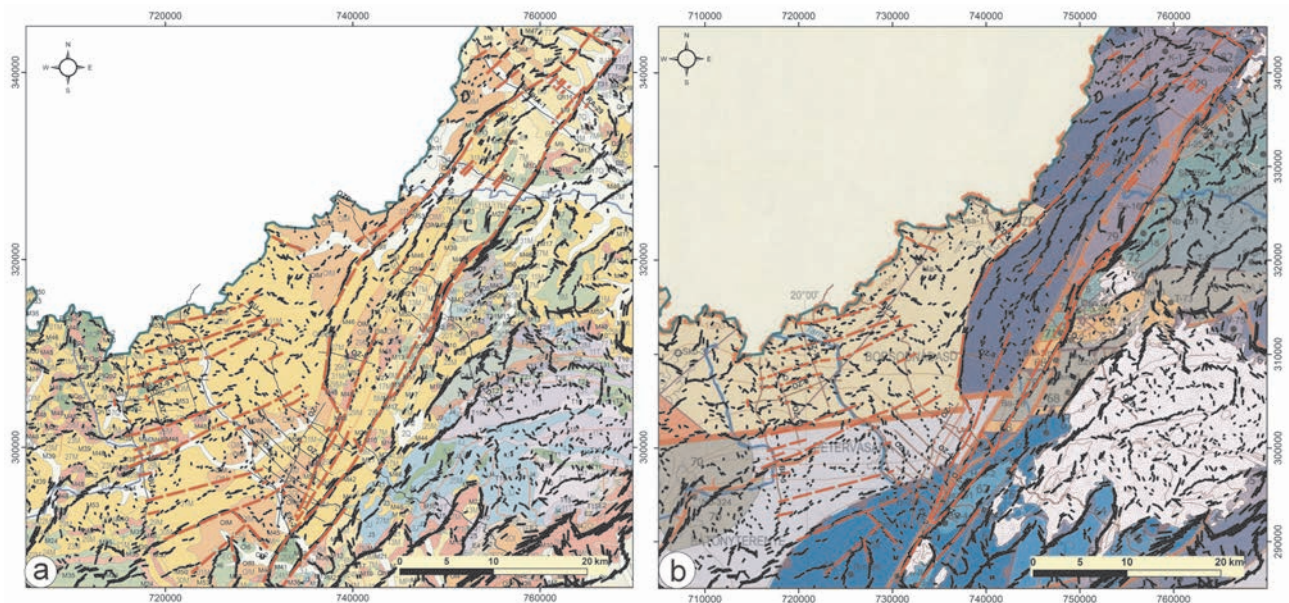
Figure 13. The pre-Cenozoic basin basement map with interpreted and supposed structural lines (dashed purple)

medence kiterjedése alapján ez a medencerész produktív szénhidrogén képződés és felhalmozódás szempontjából.

Az elkészült aljzattérkép szintvonal és szerkezeti vonal ábrázolását összehasonlítottuk korábban készült medencealjzat mélységtérképekkel, illetve különböző korábban készült földtani térképek szerkezeti vonal megjelenítéseivel. A 100 méter szintvonalközű részmedencetérképünk az országos léptékű ábrázolásoknál (TANÁCS & RÁLISCH 1990, KILÉNYI et al. 1991, HAAS et al. 2010; 1. ábra a, b, c) az aljzattérképnek nyilván részletesebb, jobb felbontású megjelenítést nyújtja. Lényegi különbség a két részmedencét elválasztó, Ózdtól délre megjelenő gerinc, a fedémesi, bükkszéki, recski magaslatok elkülönült megjelenése, illetve a Salgótarjáni-részmedence mélyzónájának részletgazdag rajzolata, amely a szénhidrogén-kutatás szempontjából is informatív.

Két térképészlet (14. ábra) mutatja be a munkánk során készült gravitációs hatóerem térkép (11. ábra a) vonalainak, illetve a medencealjzat-térképen (13. ábra) szereplő szerkezeti vonalnak a lefutását a vizsgált terület felszíni földtani térképére (GYALOG et al. 2014) és prekainozoos aljzattérképére (HAAS et al. 2010) vetítve. Mind a gravitációs hatóeremek sorozatai, mind az új aljzattérképen szereplő szerkezeti vonalak jó összhangban vannak a földtani térképeken ábrázolt vonalakkal, illetve az Ózdi-részmedencét tekintve korábban készült földtani térképeken, ábrákon bemutatott szerkezeti vonalassággal (pl. BALOGH 1964, RADÓCZ 1966, ZELENKA et al. 1983, JASKÓ 1989, LESS et al. 2004, FODOR et al. 2005).

A Salgótarjáni-részmedence esetében mind a hatóeremek, mind a szerkezeti vonalak lefutása rávilágít eddig nem



14. ábra. A gravitációs hatóperemek (fekete) és az értelmezett vetők nyomvonalai (piros) a vizsgált terület felszíni földtani térképére (GYALOG et al. 2014) (a) és a prekainozoos aljzattérképre (HAAS et al. 2010) (b) vetítve

Figure 14. Lines of edge detection based on the horizontal gradient of gravity (black) and lines of interpreted faults (red) plotted on the surface geological map (GYALOG et al. 2014) (a) and on the pre-Cenozoic basement map (HAAS et al. 2010) (b) of the studied area

ismert, vagy nem részletezett szerkezeti elemekre, földtani jellegváltásokra.

Diszkusszió — szénhidrogén-földtani vonatkozások

Szénhidrogén-földtani alapadatok

A szeizmikus értelmezés alapján a Salgótarjáni-részmedence mélyzónájában előfordulnak az Észak-magyarországi Paleogén-medence bizonyítottan vagy feltételezetten szénhidrogén-generáló anyakőzet összeletei, a Budai Márga, a Tardi Agyag és a Kiscelli Agyag Formáció. A meghatározó szintfelületek mélységviszonyai, a környezetben található kőolaj- és földgáz-előfordulások és -indikációk, valamint a tágabb terület (2. ábra) szénhidrogén-földtani adottságai alapján a medencerész szénhidrogének keletkezése és felhalmozódása szempontjából perspektivikus. A továbbkutatás lehetőségének megítéléséhez lényeges a keletkezett szénhidrogének mennyiségének becslése, amelyhez az elkészült térképek mellett az ismert anyakőzetek érettségének és szénhidrogén-generáló potenciáljának adatai szükségesek.

Az Észak-magyarországi Paleogén-medence egészét tekintve a legtöbb oligocén üledékben szárazföldi eredetű szerves anyag azonosítható, szénhidrogén-potenciáljuk alacsony. A Tardi Agyagban viszont II és III-as típusú kerogén vegyesen fordul elő, és a formáció felső, laminites része főképpen kőolaj-generáló, II-es típusú kerogént tartalmaz (MILOTA et al. 1995). A Tardi Agyag agyagos aleuritra átszámított szervesanyag-tartalma magas, kloroform-

oldható bitumentartalma 0,3–1%, átlagosan 0,8%. A szerves anyag autochton, szpropél eredetű, sok aromás és nافتén szerkezettel, az üledékképződési környezet anoxikus jellegű (BÁLDI 1983). A kinyerhető bitumen a rezin+ aszfalten komponensek és a teljes CH-tartalom aránya alapján (0,2–0,6) autochton jellegű, a szénhidrogén / szerves szén aránya 5 és 45 mg/g közötti. A bitumen prisztán–fitán és prisztán/nC₁₇ aránya a szerves anyag kevert, szárazföldi és tengeri eredetét mutatja (BRUKNER-WEIN et al. 1983, 1990).

A teljes szerves szén (TOC) tartalom a sötétszürke mikroretegzett Tardi Agyagban BONCZ et al. (2004) szerint 0,20–4,2 súly%, átlagosan 1,3%, a Kiscelli Agyagban 0,24–0,40%, ritkán 0,5%. BADICS & VETŐ (2012) szerint a Paleogén-medencéből származó 92 minta alapján a Tardi Agyag TOC-tartalma átlagosan 2,21 súly% (szélső értékek: 0,41–4,98). A Rock-eval pirolízisből származó, a teljes érési szakaszt bejáró kőzetből még leadható szénhidrogén-mennyiség (S₂) átlaga 6,47 mg CH/g kőzet (0,34–19,61), a kerogén hidrogén gazdagságát mutató hidrogénindex (HI: 100×S₂/TOC) átlagértéke 252 mg CH/g TOC (26–465). Az anyakőzet érettségét jelző vitrinit reflexió (R₀) értékei 0,43–0,52% közöttiek, a T_{max} értékek (ezen a hőmérsékleten a legintenzívebb a kerogénből történő szénhidrogén-felszabadulás) 404 és 436 °C között változnak, ami azt jelzi, hogy a vizsgált minták többségének szervesanyag-tartalma éretlen. Az adatokat szűkebb vizsgálati területünkre is reprezentatívnak tekintettük.

Olajipari kutatási jelentések szerint (KÓSA et al. 2003; BONCZ et al. 2012, 2013) az Észak-magyarországi Paleogén-medence déli részén (2. ábra) a potenciális anyakőzetek 2300–2600 méterrel a felszín alatt a kőolajképződés kezdeti, illetve fő fázisában találhatóak, a nedvesgáz képződés kezdete 3400–3800 méterre tehető.

Szűkebb vizsgálati területünkön (1. ábra) az anyaközetek szerves anyaga érettségének megítélésére az MBFSZ adattárában az egykori Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) laboratóriumában mért szörványos vitrint reflexió mérési adatai álltak rendelkezésre. Az adatok az Ózdi-medence DK-i peremi részein mélyült fúrásokból származnak. A Bükk-szék Bü-Ny-2 fúrásban a 649,0–677,0 fúrásméter közötti Tardi Agyagból a vitrint elegyrészek reflexiójának átlaga (R_0) 0,46%, a Fedémes Fs-5 fúrásban 338,0–343,0 m-ből 0,35%, a mérésekhez a minták a Széchenyi Slírből és Pétervásárai Homokkőből származnak. A Recsk R-28 fúrásban 48 m-től 120 m-ig 3 különböző mélységből származó minták R_0 értéke 0,45%, a kőzet egri aleurit (JANKOVICH et al. 1984). JÁMBOR et al. (1984) szerint a Bükk hegységtől nyugatra, a vizsgálati területen, illetve annak szűkebb környezetében mélyült fúrásokból, 240–691 m mélységből származó késő-oligocén–alsó-miocén korú minták jellemző vitrint reflexió értékei 0,31–0,51% közöttiek. Az értékek azt jelzik, hogy a vizsgált medenceperemi fúrásokban jelenleg 700 méter felszín alatti mélységben elérhető kőzetek szerves anyagának érettsége megközelíti vagy akár el is éri a kőolajképződés kezdetéhez kapcsolható értéket.

A Salgótarjáni- és az Ózdi-medence-rész területén mélyült fúrásokból Rock-eval pirolízis vizsgálatok nem állnak rendelkezésre. A vizsgált terület anyaközeteinek szénhidrogén-generáló potenciáljára — az anyaközetek kifejlődésének, illetve szervesanyag-tartalmának egy bizonyos tartományon belüli hasonlóságát feltételezve — távolabbi fúrásokból rendelkezésre álló adatok alapján következtettünk. Publikált adatok a Budapesttől 30 km-re Ny-ra mélyített Alcsútdoboz Ad-3 fúrásból, a Zagyva-árok középső szakaszában mélyült Nagykökényes Nks-I, a Bükkalján, a Vatta–Maklári-árok északi peremén mélyült Cserépváralja Csv-1, a Budapest közelében mélyült Veresegyház Ve-1 és Kiscell K-1 fúrásokból álltak rendelkezésre (BRUCKNER-WEIN et al. 1983, 1990, VETŐ 1997, BADICS & VETŐ 2012, BECHTEL et al. 2012).

BADICS & VETŐ (2012) szerint a Csv-1, V-1, Ad-3, Nks-1 fúrások TOC és a Rock-eval pirolízis mérésből adódó szénhidrogén-potenciál (S_2) adatai alapján a Tardi Agyag felső, laminites részére az eredeti, éretlen kőzet hidrogén-indexe (HI_0) jó közelítéssel átlagosan 433 mg CH / g TOC, amely a generált szénhidrogén-mennyiség becsléséhez jelent fontos adatot.

A perm, a triász és a jura üledékretegekben feltételezhető szénhidrogén-generáló anyaközetek jelenléte, erre azonban közvetlen bizonyíték nincsen. A szénhidrogének megjelenése szempontjából a metamorf kristályos aljzat képződésményei nem perspektivikusak, mivel egykori szénhidrogén-tartalmuk biztosan átalakult, amelynek nyomai a grafitos palákban találhatóak. Azonban mint repedezett, tört tárolókőzetek, van jelentőségük. (KÖRÖSSY 2004).

A vizsgált területen a paleogén ciklus üledékeire egykor rátelepülő, majd részben leereodálódott kőszéntelepesség (Salgótarjáni Barnakőszén Formáció) és miocén fedőüledékei szénhidrogén-földtani szempontból az alattuk települő kőzetek megfelelő érettségét biztosíthatták (PÜSPÖKI et al. 2017). Az anyaközetek érettségének szempontjából loká-

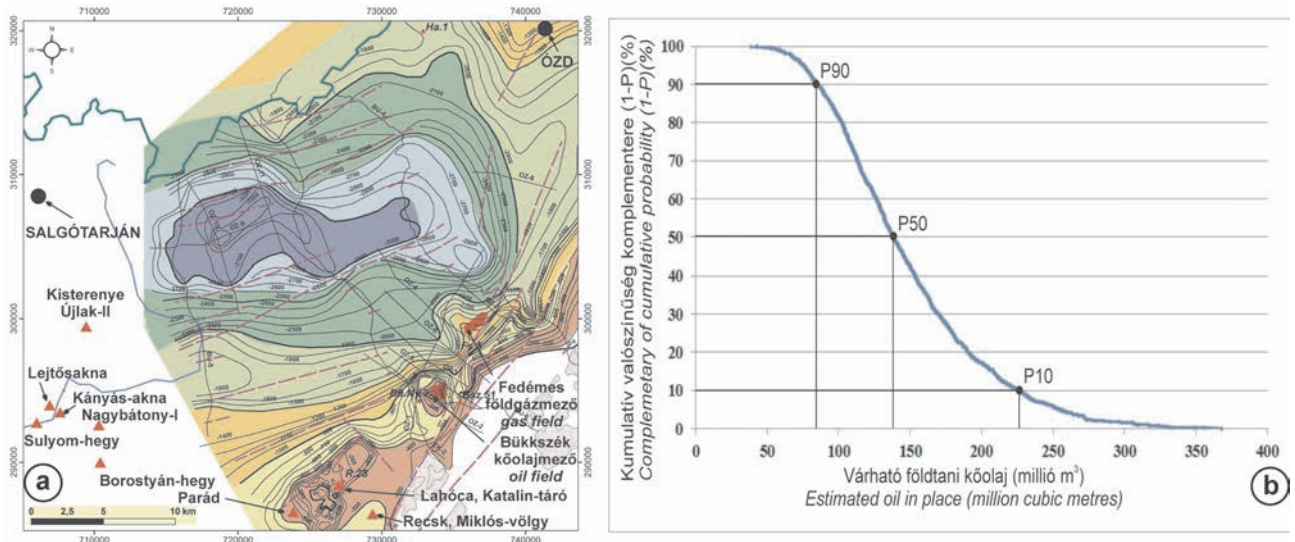
lis jelentősége van az üledékes rétegsorokat áttörő oligocén Recski Andezit és a miocén badeni–szarmata Mátrai Vulkanit Formációcsoport teléreinek, amelyek helyi felfűtéssel az anyaközetek szerves anyagának érettségét is növelhették (ARATÓ 2018).

Süllyedéstörténeti adatok

A vizsgált terület szénhidrogén anyaközetei érettségének megítéléséhez fontos süllyedéstörténeti modellezést végzett HORVÁTH et al. (1990) az Észak-magyarországi Paleogén medence 22 db mesterkútjában fúrású rétegsorok, a vitrint reflexió, a becsült paleohőmérséklet és a vízmélység adatai alapján. A vizsgált területre a modellezett kutakból a Salgótarjáni-részmedence peremére a Bükk-szék Bü-Ny-2, Fedémes, Fs-4, a Susa-1 és a Recsk, R-89, -103. jelű fúrások esnek, a Nagybátony-I és a Sósartyán-3 fúrás pedig a vizsgált terület nyugati peremén található (2. ábra). Az adatok alapján meghatározták a paleogén és neogén medencekitöltés érettségének a mélység függvényében való előrehaladását, a kőolaj- és a gázgeneráló zóna hozzávetőleges vertikális kiterjedését. A modellezés eredményét minden fúrással egy-egy süllyedéstörténeti diagram összegzi. Sajnos a diagramok az oligocén és alsó-miocén emeletek földtörténeti korának változásai miatt nem rekonstruálhatóak kielégítő mértékben, mégis fontos támpontot nyújtanak a kőolajgeneráló zóna mélységének megítéléséhez.

Az említett fúrások süllyedéstörténeti diagramjai alapján a medence a késő-eocéntől a szarmatáig változó mértékű, de általánosan süllyedő trendet mutat, a medenceperemi fúrásokban elért képződésmények ekkor érték el legmélyebb felszín alatti helyzetüket, ellentétben a Paleogén-medence déli részén mélyült fúrások modelledményeivel, ahol a süllyedés esetleges kisebb megszakításokkal, de a felső-pannoniai képződésmények lerakódásáig folyamatos volt. Az említett fúrásokban a szerves anyag érettsége nem éri el a kőolaj generálódáshoz szükséges mértéket (0,6% vitrint reflexióérték), de a reflexióértékek mélység függvényében való változásának mértékéből következtetve megbecsülhető a kőolajgeneráló zóna („olajablak”) elvi mai tetőmélysége. A JANKOVICS et al. (1984), JÁMBOR et al. (1984) fent említett vitrint reflexió adatai, HORVÁTH et al. (1990) süllyedéstörténeti grafikonjai alapján a Salgótarjáni-részmedencében a kezdeti olajképződés határát –1600 és –2000 méter felszín alatti mélységre becsüljük, szemben az Észak-magyarországi Paleogén-medence déli részére jellemző, fent említett 2300–2600 méter mélységgel. A Salgótarjáni-részmedence területén döntően az alsó-miocén Pétervásárai és Zagyvapálfalvai Formációk vannak felszínen, tehát a medence-inverzióból következő erózió a mélyebb medence-részen is jelentős volt. A medence-rész érett anyaközetei lehetnek forrásai a területet dél és kelet felől ívesen határoló nagybátonyi, recski, bükk-széki, fedémesi szénhidrogén-előfordulásoknak és- indikációknak (15. ábra a).

Az elképzelést két közelmúltban megjelent publikáció eredményei is megerősítik. BEKE et al. (2019) a Bükk hegység nyugati és déli előterének terepi feltárásaiban vizsgálta felső-



15. ábra. Ismert kőolaj előfordulások, olajnyomok (piros háromszög) a vizsgált terület délnyugati részén, háttérben a prekainozoos aljzat mélységviszonyai (a); és a Tardi Agag anyakőzet által generált reménybeli földtani kőolajvagon valószínűségeloszlása (b)

Figure 15. Known oil occurrences and shows (red triangle) in the southwestern part of the area with the pre-Cenozoic basement depth in the background (a); and the probability distribution of generated oil in-place originated from the Tardi Clay source rock (b)

oligocén–alsó-miocén kőzetkibúvások deformációs szalagjait. Az egyes deformációs szalagtípusok sorba rendezhetők, hozzájuk különböző betemetődési mélységintervallumok rendelhetők, ez alapján minden deformációval érintett sztratigráfiai szintre süllyedéstörténeti görbe készült. A Nógrád–Salgótarjáni medenceterületre vonatkozó görbe szerint az oligocén képződmények tetejének betemetődése a középső-miocén végére már meghaladta az 1600 métert, majd később, a terület a mintegy 6 millió éve kezdődött inverziója során kb. 400 métert emelkedett. A Darnó-zóna (Ózdi-részmedence) területén a süllyedés mérsékeltebb volt, az emelkedés sokkal hangsúlyozottabb, mintegy 600 méter.

ARATÓ et al. (2019) a vizsgálati területünk (1. ábra) déli peremén húzódó Mátra hegységi miocén vulkanizmus hőhatását vizsgálta a fekvő felső-oligocén–alsó-miocén üledékösszletre vonatkozóan a recski oligocén szubvulkáni intrúzió környezetében apatit és cirkon U–Th/He termokronometriai módszerrel. Hő- és süllyedéstörténeti modelljük szerint a recski magmás komplexum teteje (a fedő üledékösszlet alja) a mátrai miocén vulkanizmus során 1000–1500 méter mélységbe süllyedt, majd a vulkanizmust intenzív erózió és a recski komplexumnak a késő-miocénre (kb. 7 Ma) a felszínig tartó emelkedése követte.

A vizsgált terület potenciális szénhidrogén-vagyona

A bemutatott geofizikai értelmezés, az elkészült térképek és a rendelkezésre álló szervesanyag-érettség és szénhidrogén-potenciál adatai alapján a keletkezett szénhidrogén-mennyiségre egy nagyvonalú prognosztikus vagyonbecslés végezhető. A becslés a Salgótarjáni-részmedencére készült el. Az Ék–2 szeizmikus szelvényen (7. ábra) jelölt 1. és 2. horizont közötti összletben települ a kialakított szénhidrogén-földtani kép alapján egy közel 50–100 méter vastag jó szénhidrogén

(főként kőolaj-) generáló Tardi Agag összlet, ezen felül a Budai Márga és a Kiscelli Agag magas szervesanyag-tartalmú része is növelhetik a produktív anyakőzet vastagságát.

A becslés SCHMOKER (1994) alábbi, széles körben használt összefüggését felhasználva, azt kis mértékben módosítva készült:

$$CH_{gen} = T \times V \times TOC \times S_k \times R \times O_{gen} \times 1/S_{oil}, \text{ ahol}$$

- CH_{gen} : a vizsgált térrészben generálódott kőolaj mennyisége (millió m³),
- T: az anyakőzet összlet területe (millió m²),
- V: az anyakőzet összlet vastagsága (m),
- TOC: az anyakőzet összlet átlagos szerves széntartalma (súly%/100),
- S_k : az anyakőzet összlet átlagos sűrűsége (tonna/m³),
- R: nettó egységnyi generálódott szénhidrogén, $HI_o - HI_p$, az éretlen és az érett anyakőzet mért, illetve becsült hidrogénindexe alapján (kg CH/tonna TOC),
- O_{gen} : a generálódott szénhidrogénekből a kőolaj aránya (%/100),
- S_{oil} : a kőolaj átlagos sűrűsége (tonna/m³)

A becsléshez felhasznált paraméterek:

- az anyakőzetek elterjedési területe: 125–200 km²,
- jó szénhidrogén-generáló anyakőzetek (Tardi Agag) vastagsága: 50–100 m.,
- a kőzet sűrűsége: 2,3–2,5 tonna/m³,
- az eredeti teljes szerves széntartalom (TOC): 1,5–3 súly%,
- az eredeti (éretlen kőzet) hidrogénindexe 300–500 kg CH/tonna TOC,
- a jelenlegi (részben érett kőzet) hidrogénindexe 150–200 kg CH/tonna TOC,
- a generált szénhidrogén ($HI_{orig} - HI_{jelenlegi}$): 150–300 kg CH/tonna TOC,
- a nettó generált kőolajarány: 80–90%, a kőolaj sűrűség: 0,85 kg/m³.

Az egyes paraméterek értéktartományát valószínűségi változóként kezelve, az Excel program „véletlen.között” függvényének használatával ún. Monte Carlo-szimulációt végeztünk. A fenti „CH_{gen}” függvény értékét 1000 alkalommal kiszámoltatva, majd az eredményeket grafikonon ábrázolva az alábbi görbét kapjuk (15. ábra b).

A görbe P90 (óvatos becslés, legalább 90% a valószínűsége, hogy a generált mennyiség ennyi vagy több) értékéhez tartozó mennyiség 85 millió m³, a P50 (legjobb becslés) 138 millió m³, a P10 (optimista becslés) 225 millió m³. Ez az érték tartalmazza a helyben maradt és a környezetébe emigrált mennyiséget is.

Lehetséges tárolókőzetek és migrációs jelenségek

A vizsgált területen a paleogén képződmények közül a környező medenceterületen megismertek alapján az aljzatra települő eocén konglomerátum, homokkő (Kosdi Formáció), a felső-eocén mészkő (Szépvölgyi Mészkő), márga, felső-eocén–alsó-oligocén repedezett agyagmárga (Budai Márga), az oligocén homokkő, tufa- és mészkő betelepülések (Tardi, Kiscelli), továbbá lokálisan a felső-oligocén és alsó-miocén homokövek (Egri Formáció, Pétervásárai Homokkő Formáció) jönnek számításba tárolókőzetként (KÖRÖSSY 2004, BABINSZKI et al. 2018, 4. ábra). A csapdák zárását a tárolók fölé települt agyagok, agyagmárgák, lokálisan a miocén vulkáni tufák és tufitok impermeábilis rétegei adják. Az aljzati maximumokhoz köthető csapdák mellett az oligocén képződményeken belül kialakult litológiai–szerkezeti csapdákban is felhalmozódhatott jelentősebb mennyiségű szénhidrogén. Az anyakőzet-szintek közé ékelődő, megfelelő porozitással és permeabilitással rendelkező szállítórétegek meglehetősen kedvezően hathat az elsődleges migrációra.

Az Észak-magyarországi Paleogén-medence szénhidrogén-földtani modellje szerint a medencében elsősorban rövid távolságú horizontális és vertikális migrációval kell számolni, tehát a szénhidrogének a csapda környezetében lévő mélyzónákból származhatnak. Azok a tároló objektumok perspektivikusak, melyek az anyakőzetekkel közvetlen kapcsolatban állnak, vagy hozzájuk igen közel helyezkednek el (BONCZ et al. 2012, 2013).

A Salgótarjáni-részmedence földtani felépítése alapján az itt keletkezett kőolaj és földgáz jelentős része az anyakőzet-összletekben maradhatott (nem hagyományos szénhidrogén-előfordulás), vagy nem túl jelentős távolságra, a Kiscelli Agyagba települt törmelékes–tufás rétegekbe, illetve szomszédos kőzetösszletekbe migrálhatott, esetenként a felszínig is eljutva (Bükkszék, Recsk, Parád, Lahóca, Fedémes). Felhalmozódási helyként a repedezett aljzati tárolók, és az azt fedő törmelékes összlet is számításba vehető, fúrható egyedi szerkezetek (prospektek) kimutatásához azonban további szeizmikus mérések és értelmezések szükségesek.

Következtetések

A munka keretében a szeizmikus és gravitációs, illetve fúrási adatok együttes értelmezése alapján a Salgótarjáni- és Ózdi-részmedencékre előállított részletes prekainozoos medencealjazat-térképen a medencerészek geometriája a korábinál pontosabban követhető. Az elkészült aljzattérkép a korábbi, országos léptékű, medencealjazatot ábrázoló térképeknel részletesebb felbontású, a szeizmikus és gravitációs új értelmezéseket magába foglaló térképváltozat. Különösen érzékelhető a medencealjazat lefutásának változása a recski, bükkszéki és a fedémesi boltozat térségében, a mélymedence felé való átmenet domborzatában, és a Salgótarjáni-részmedence rajzolatában.

A gravitációs medencemodell a medencealjazat eltérő közzetani felépítését mutatja a terület ÉK-i és Ny-i részén, amely összhangban van a prekainozoos aljzat korábbi (HAAS et al. 2010) földtani térképével. A gravitációs hatóeremek térképe alapján a szerkezeti vonalak és a földtani képződményhatárok elhelyezkedése pontosítható.

A szeizmikus vonalak mentén lehetőség volt öt markáns reflexiók szint követésére, amelyek kapcsolatba hozhatók az eocén Szépvölgyi Mészkő / Budai Márga, az oligocén Tardi Agyag, Kiscelli Agyag, a felső-oligocén–alsó-miocén Szécsényi Slír / Pétervásárai Homokkő és a fedő kőszéntelepes miocén összlet elterjedési és formációhatáraival.

A mélységbe konvertált szeizmikus szelvények értelmezése szerint mélységét és kitöltését tekintve a vizsgált terület két részterületre osztható. A Ny-i része (Salgótarjáni-részmedence) –3000 méter tszf.-nél is mélyebbre süllyed, és KÉK–NyDny-i tengelyű mélyzónát mutat, melynek kitöltésében a késő-eocén–kora-oligocén üledékes összletek is megjelennek. A medence ÉK-i része (Ózdi-részmedence) –2000 méter tszf.-nél sekélyebb, üledékkitöltésében a Kiscelli Agyagnál idősebb oligocén képződmények hiányoznak, a medenceszerkezet ÉK–Dny-i tengelyű zónát mutat.

Szénhidrogén-kutatás szempontjából a potenciális anyakőzetek elterjedése a korábinál alaposabban értékelhető. A korábban véltnél mélyebb és kiterjedtebb mélymedence jelenléte kedvező a szénhidrogén anyakőzetek elterjedése, érettsége szempontjából. A Salgótarjáni-részmedencében térképezhetőek azok a horizontok, amelyeken belül az anyakőzet formációk elhelyezkednek.

A kőolaj és földgáz ismert előfordulásai jelzik, hogy a Salgótarjáni-részmedencében a szénhidrogének anyakőzetei (elsősorban a Tardi Agyag laminites márgarétegei és a Kiscelli Agyag alsó része) érettek, a kőolaj- és földgáz-előfordulások (a Tardi Agyag és a Kiscelli Agyag homokkő és tufás rétegei, lencsési) pedig az anyakőzetekben vagy azok szűk környezetében vannak, és a szénhidrogének migrációja korlátozott. A vizsgált területről rendelkezésre álló információk alapján a kőolaj-indikációk, -előfordulások jelentős részben az anyakőzetekben, azok homok- vagy tufalencséiben tározódnak, a kőzetrepedések sok helyen olajfilmmel bevontak.

A medence peremi mélyfúrásokból származó vitrint reflexió adatai azt mutatják, hogy a ma felszínközlemben lévő

mintázott kőzetrészek a kőolaj-generálódás kezdeti fázisának közelébe jutottak, tehát a vizsgált térrész korábban a jelenleginél mélyebben volt eltemetve.

A generált kőolaj mennyisége prognosztikus becslésünk szerint meghaladhatja a 100 millió m³-t.

A szénhidrogénekre való részletes továbbkutatást indokolja, hogy a területen a hazai lehetőségekhez képest kedvezőbb mélységi, hőmérséklet- és nyomásviszonyok mellett érett és szerves anyagban gazdag anyakőzet ismert. Úgy gondoljuk, hogy a bükkészéki és fedémesi szénhidrogén-előfordulások hazai viszonylatban korai sikeres felfedezése és gyors letermelése nem járt együtt a ma már elérhető szín-

vonalú megkutatással, ezért a terület továbbkutatása perspektivikus.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat vezetőinek és kutatóinak, hogy támogatták és segítették a tanulmány elkészítését. Szintén köszönjük részletes észrevételeiket és javításait lektorainknak, LEMBERKOVICS Viktor-nak és PETRIK Attilának, illetve FODOR László szakszerkesztőnek és SZTANÓ Orsolya főszerkesztőnek.

References — Irodalom

- ALBU I., BRAUN L. & SZALAY I. 1985: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység geofizikai előkutatása. — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1984. évi jelentése*, Budapest, 29–33.
- ARATÓ, R., DUNKL, I., TAKÁCS, Á., SZEBÉNYI, G., GERDE, A. & EYNATTEN, H. 2018: Thermal evolution in the exhumed basement of a stratovolcano: case study of the Miocene Matra Volcano, Pannonian Basin. — *Journal of the Geological Society, London* **175**, 820–835. <https://doi.org/10.1144/jgs2017-117>
- BABINSZKI E., KERCSMÁR ZS. & KOVÁCS ZS. 2018: Magyarország szénhidrogén-kutatási területei — a Paleogén-medence. — In: KOVÁCS Zs. (szerk.): *Szénhidrogének Magyarországon*. — A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal kiadványa, Budapest, 179–195. http://www.mekh.hu/download/3/20/60000/szenhidrogenek_magyarorszag.pdf
- BADICS, B. & VETŐ, I. 2012: Source rocks and petroleum systems in the Hungarian part of the Pannonian Basin: The potential for shale gas and shale oil plays. — *Marine and Petroleum Geology* **31**, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2011.08.015>
- BÁLDI T. 1980: A korai Paratethys története. — *Földtani Közlemény* **110**, 456–472.
- BÁLDI T. 1983: *Magyarországi oligocén és alsó miocén formációk*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 293 p.
- BÁLDI, T. & BÁLDI-BEKE, M. 1985: The evolution of the Hungarian Paleogene basins. — *Acta Geologica Hungarica* **28**, 5–28.
- BÁLDI T. & SZTANÓ O. 2000: Gravitációs tömegmozgások a Darnó zóna tengeri oligo-miocén üledékeiben: a Dubicsány–31 fúrás értékelése. — *Földtani Közlemény* **130**, 673–694.
- BALOGH K. 1964: A Bükkhegység földtani képződményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **48**, 719 p.
- BECHTEL, A., HÁMOR-VIDÓ, M., GRATZER, R., SACHSENHOFER, R. F. & PÜTTMANN, W. 2012: Facies evolution and stratigraphic correlation in the early Oligocene Tard Clay of Hungary as revealed by maceral, biomarker and stable isotope composition. — *Marine and Petroleum Geology* **35**, 55–74. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2012.02.017>
- BEKE, B., FODOR, L., MILLAR, L. & PETRIK, A. 2019: Deformation band formation as a function of progressive burial: Depth calibration and mechanism change in the Pannonian Basin (Hungary). — *Marine and Petroleum Geology* **105**, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.04.006>
- BEUDANT, F. S. 1822: *Voyage minéralogique et géologique en Hongrie, pendant l'année 1818*. — Tome III., Paris, 261 p.
- BLAKELY, R. J. & SIMPSON, R. W. 1986: Approximating edges of source bodies from magnetic or gravity anomalies. — *Geophysics* **51**, 1494–1498. <https://doi.org/10.1190/1.1442197>
- BRAUN L., PETROVICS I. & SZALAY, I. 1989: A Szuha-völgye és a darnó-öv reflexiók szerkezetkutatása. — *Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Évi jelentése az 1987. évről*, Budapest, 39–44.
- BRUKNER-NÉ WEIN A., VETŐ I. & DUDICH E. 1983: Az anoxikus Tardi Agyag (oligocén) üledékképződésének geokémiai vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi jelentése az 1983. évről*, Budapest, 271–301.
- BRUKNER-WEIN, A., HETÉNYI, M. & VETŐ, I. 1990: Organic geochemistry of an anoxic cycle: a case history from the Oligocene section, Hungary. — *Organic Geochemistry* **15**, 123–130. [https://doi.org/10.1016/0146-6380\(90\)90077-d](https://doi.org/10.1016/0146-6380(90)90077-d)
- BONCZ L., BALÁZS E., BARTHA A., KÓSA L., MILÁNKOVICH A., NAGY GY.-NÉ, SÉLLEI CS., VADÁSZ GY.-NÉ, SZENTGYÖRGYI K.-NÉ, TÓTH J. & TÓTH L.-NÉ 2004: Zárójelentés a 103. Gödöllő kutatási területen végzett szénhidrogén-kutatási tevékenységről. — *Kézirat*, MOL Rt., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.21172.
- BONCZ L., SÓREG V., BALÁZS E.-NÉ, ESZES I.-NÉ, KRUSOCZKI T. GY., LUX M., PUSZTAI J., SZABÓNÉ LÁSZLÓ A., SZÁSZFAI J. & TOMCSÁNYI T. 2012: Zárójelentés a 136. Bányaterenyé területen végzett szénhidrogén-kutatási tevékenységről. — *Kézirat*, MOL Rt. Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.22518., p. 54.
- BONCZ L., SÓREG V., BALÁZS E.-NÉ, LUX M., KLEMENIK R., KRUSOCZKI T., PUSZTAI J., SZÁSZFAI J., TOMCSÁNYI T., GYERGYÓI L., MÉSZÁROS V. CS., ZSUPPÁN GY., MILÁNKOVICH A., KORMOS L., SZALAINÉ BÁNLAKI E., SZABÓNÉ VERES É., VIDA E., BOZSÓ M.-NÉ & TÖRÖK J.-NÉ 2013: Zárójelentés a 138. Monor területen végzett szénhidrogén-kutatási tevékenységről. — *Kézirat*, MOL Nyrt., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.22781.

- CORDELL, L. 1985: A stripping filter for potential field data. — *55th Annual International Meeting, SEG, Expanded abstract*, 217–218.
- CORDELL, L. & GRAUCH, V. J. S. 1987: Limitations of determining density or magnetic boundaries from horizontal gradient of gravity or pseudogravity. — *Geophysics* **52/1**, 118–121. <https://doi.org/10.1190/1.1442236>
- CSÁSZÁR G. (szerk.) 1997: *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest, 105 p.
- FODOR L. 2010: Mezozoos–kainozoos feszültségmezők és törérendszerek a Pannon-medence ÉNy-i részén — módszertan és szerkezeti elemzés. — *Kézirat*, Akadémiai doktori értekezés, 167 p.
- FODOR, L., CSONTOS, L., BADA, G., GYÖRFI, I. & BENKOVICS, L. 1999: Tertiary tectonic evolution of the Pannonian basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of palaeostress data. — In: DURAND, B., JOLIVET, L., HORVÁTH, F. & SÉRANNE, M. (eds): *The Mediterranean basins: Tertiary extension within the Alpine orogen*. — *Geological Society, London, Special Publications* **156**, 295–334. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1999.156.01.15>
- FODOR, L. & KÁZMÉR, M. 1989: Clastic and carbonate sedimentation in an Eocene strike-slip basin at Budapest. — In: CSÁSZÁR, G. (ed.): *Tenth IAS Regional Meeting, Excursion Guidebook, Budapest*, 227–259.
- FODOR, L., MAGYARI, Á., KÁZMÉR, M. & FOGARASI, A. 1992: Gravity-flow dominated sedimentation on the Buda paleoslope (Hungary): record of late Eocene continental escape of the Bakony unit. — *Geologische Rundschau* **81**, 695–716. <https://doi.org/10.1007/bf01791386>
- 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**, 142–162.
- GRILL J., KOVÁCS S., LESS GY., RÉTI ZS., RÓTH L. & SZENTPÉTERY I. 1984: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani felépítése és fejlődéstörténete. — *Földtani Kutatás* **27/4**, 49–56.
- GYALOG L. (szerk.), PELIKÁN P., SELMECZI I., GULÁCSI I. & RADÓCZ GY. 2014: *Magyarország földtani térképe 1:500 000 (Geological map of Hungary 1:500 000)*. — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest.
- HAAS J., BUDAI T., CSONTOS L., FODOR L. & KONRÁD GY. 2010: *Magyarország pre-kainozoos földtani térképe 1: 500 000 (Pre-Cenozoic geological map of Hungary, 1:500,000)*. — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest.
- HAAS J. & BUDAI T. (szerk.) 2014: *Magyarország prekainozoos medencealjátának földtana. Magyarózó „Magyarország pre-kainozoos földtani térképéhez” (1:500 000)*. (Geology of the pre-Cenozoic basement of Hungary, Explanatory book of the pre-Cenozoic geological map of Hungary 1:500 000.) — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 71 p.
- HAJDÚ J., BALÁZS E., BUJDOSÓ I., CZELLER I., ESZES I-NÉ, NAGY GY-NÉ, PÁPA A., SOÓS S., SZENTGYÖRGYI K-NÉ & VADÁSZ GY-NÉ 1997: Zárójelentés a 26. Ózdi medence területén végzett szénhidrogén-kutatási tevékenységről. — *Kézirat*, MOL Rt., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.20133., 25 p.
- HÁMOR G. 1985: A Nógrád–Cserhádi kutatási terület földtani viszonyai. — *Geologica Hungarica series Geologica* **22**, 316 p.
- HERNYÁK G. 1977: A Rudabányai-hegység szerkezeti elemzése az elmúlt 20 év kutatásai alapján. — *Földtani Közlemények* **107**, 368–374.
- HORVÁTH F., LENKEY L., DÖVÉNYI P. & NAGYMAROSI A. 1990: Az Északmagyarországi paleogén medence süllyedés- és hő-történeti modellezése. — *Kézirat*, Kutatási jelentés, Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszék, Budapest, 51 p., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, T.22768
- JÁMBOR Á., HALMAI J., JANKOVICH I., KÁRPÁTNÉ RADÓ D., RAVASZ CS., TANÁCS J., THAMÓNÉ BOZSÓ E., BRUCKNERNÉ WEIN A., LACZÓ I., SZÜCS I. & VETŐ I. 1984: Észak-Magyarország szénhidrogén prognózisa I–II. — *Kézirat*, Előzetes jelentés, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 86 p., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, T. 22617
- JANKOVICH I., VETŐ I., IHAROSNÉ LACZÓ I., BRUCKNERNÉ WEIN A., LŐRINCZ H., ELEK I. & JÁMBOR Á. 1984: Jelentés az 1983. év folyamán végzett észak-magyarországi szénhidrogén prognózis anyagvizsgálati munkálatairól I–III. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 735 p., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, T. 22602
- JASKÓ S. 1946: A Darnó-vonal. — *Beszámoló a MÁFI Vitauilleseiről* **7**, Budapest, 63–77.
- JASKÓ S. 1989: A Darnó-vonal környékének felső-miocén tektonikája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1987. évről*, 395–409.
- KÁZMÉR M. 1984: A Bakony horizontális elmozdulása a paleogénben. — *Általános Földtani Szemle* **20**, 55–102.
- KÁZMÉR, M., DUNKL, I., FRISCH, W., KUHLEMANN, J. & OZSVÁRT, P. 2003: The Paleogene forearc basin of the Eastern Alps and Western Carpathians, subduction, erosion and basin evolution. — *Journal of the Geological Society*, London **160**, 413–428. <https://doi.org/10.1144/0016-764902-041>
- KILÉNYI, É., KRÖLL, A., OBERNAUER, D., ŠEFARA, J., STEINHAUSER, P., SZABÓ, Z. & WASSERLY, G. 1991: Pre-Tertiary basement contour map of the Carpathian basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary. — *Geophysical Transactions* **36/1–2**, 15–36.
- KISS J. 2006: Magyarország gravitációs lineamentstérképe — első eredmények. — *Magyar Geofizika* **47/2**, 1001–1010.
- KISS J. 2009: Regionális gravitációs anomáliák, izosztikus hatások Magyarországon. — *Magyar Geofizika* **50/4**, 153–171.
- KISS J. 2010: Mély medencék izosztikus hatása. — *Magyar Geofizika* **51/3**, 1–13.
- KISS J. 2014: Magyarország Bouguer-anomália térképének frekvenciatartománybeli vizsgálata és értelmezése. — *Magyar Geofizika* **55/4**, 163–178.
- KITAIBEL P. 1829: *Hydrographia Hungariae*. — Edit J. Schuster I–II. Pest, 162–204.
- KÓSA L., BALÁZS E.-NÉ, BARTHA A., BONCZ L., KOVÁCS A., NAGY GY.-NÉ, SÉLLEI CS., TÓTH L.-NÉ, TÓTHNÉ MEDVEI ZS. & TÖRÖK V.-NÉ 2003: Zárójelentés a 111. Salgótarján kutatási területen végzett szénhidrogén-kutatási tevékenységről. — *Kézirat*, MOL Rt., Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.21124, 26 p.
- KOVÁCS ZS., ANGYAL J., CSERKÉSZ-NAGY Á., GULYÁS Á., GUTHY T., KISS J., LUKÁCSY J., KOVÁCS A. Cs., PRAKALVI P., PÜSPÖKI Z., SZALAY I., SZENTPÉTERY I., VÉRTESY L., VAD A., VLASICS P. & ZILAHÍ-SEBESS L. 2015: A Salgótarján-Fedémes-Ózd paleogén-medencealját-térképének elkészítése szeizmikus mélységszelvények és gravitációs mérési adatok felhasználásával. — *Kézirat*, Zárójelentés, M2–8/2014 MBFH–MFGI együttműködés, MÁFBGA adattára, Budapest, 99 p.

- KOVÁCSVÖLGYI S. & SCHÖNVISZKY L. 1991: Jelentés a Bükk-hegység és előterei komplex földtani előkutatási program keretében végzett gravitációs mérésekről. — *Kézirat*, MÁELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, AD. 1133.
- KÖRÖSSY L. 2004: Az észak-magyarországi paleogén medence kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. — *Általános Földtani Szemle* **28**, Budapest, 9–121.
- LESS GY., GRILL J., RÓTH L., SZENTPÉTERY I. & GYURICZA GY. 1988: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtani térképe 1:25 000. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- LESS, GY., MELLO, J. (eds), ELEČKO, M., KOVÁCS, S., PELIKÁN, P., PENTELÉNYI, L., PEREGI, ZS., PRISTAŠ, J., RADÓCZ, GY., SZENTPÉTERY, I., VASS, D., VOZÁR, J. & VOZÁROVÁ, A. 2004: *Geological Map of the Gemer–Bükk area 1:100 000*. — Geological Institute of Hungary, Budapest and SGÚDS, Bratislava.
- LESS GY., KOVÁCS S., SZENTPÉTERY I. (eds), GRILL J., RÓTH L., GYURICZA GY., SÁSDI L., PIROS O., RÉTI ZS., ELSHOLTZ L., ÁRKAI P., NAGY E., BORKA ZS., HARNOS J. & ZELENKA T. 2006: Az Aggtelek–Rudabányai-hegység földtana. — Magyarázó az Aggtelek–Rudabányai-hegység 1988-ban megjelent 1:25 000 méretarányú fedetlen földtani térképéhez. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 92 p.
- MAJZON L. 1940: A bükkszéki mélyfúrások. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **34/2**, 275–386.
- MATYASOVSKY J. 1885: A mátrahegységbeli (recski) petroleumelőfordulás. — *Földtani Közlöny* **15**, Budapest, 173 p.
- MADARASI A. 1990: Észak-Magyarország regionális földtani kutatása: Tellurikus és magnetotellurikus mérések az Ózdi-medencében. — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1988–89. évi jelentése*, 47–50.
- MILOTA, K., KOVÁCS, A. & GALICZ, ZS. 1995: Petroleum potential of the North Hungarian Oligocene sediments. — *Petroleum Geoscience* **1**, 81–87. <https://doi.org/10.1144/petgeo.1.1.81>
- NAGYMAROSI, A. 1990: Paleogeographical and paleotectonical outlines of some intracarpethian Paleogene basins. — *Geologický Zborník–Geologica Carpathica* **41/3**, 259–274.
- NAGYMAROSI, A. 2012: Hungarian Palaeogene Basin. — In: HAAS, J. (ed.), HÁMOR, G., JÁMBOR, Á., KOVÁCS, S., NAGYMAROSY, A. & SZEDERKÉNYI, T.: *Geology of Hungary*, Springer, 83–102. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-21910-8>
- PANTÓ G. 1956: A rudabányai vasércvonalat földtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **44/2**, Budapest, 335–490.
- PETRIK, A., BEKE, B., FODOR, L. & LUKÁCS, R. 2016: Cenozoic structural evolution of the southwestern Bükk Mts. and the southern part of the Darnó Deformation Belt (NE Hungary). — *Geologica Carpathica* **67/1**, 83–104. <https://doi.org/10.1515/geoca-2016-0005>
- PETRIK, A., BEKE, B. & FODOR, L. 2014: Combined analysis of faults and deformation bands reveals the Cenozoic structural evolution of the southern Bükk foreland (Hungary). — *Tectonophysics* **633**, 43–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.06.029>
- PETROVICS I. & SZALAY I. 1992: Reflexiós mérések az Ózd–Putnoki medencében. — *A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése*, Budapest, 20–27.
- POSEWITZ T. 1906: Petroleum és aszfalt Magyarországon. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **15/4** (záró) füzet, Budapest, Franklin Társulat kiadványomdaja, 236 p.
- PÜSPÖKI, Z., HÁMOR-VIDÓ, M., PUMMER, T., SÁRI, K., LENDVAY, P., SELMECZI, I., DETZKY, G., GUTHY, T., KISS, J., KOVÁCS, ZS., PRAKALVI, P., MCINTOSH, R.W., BUDAY-BÓDI, E. & MARKOS, G. 2017: A sequence stratigraphic investigation of a Miocene formation supported by coal seam quality parameters — Central Paratethys, N Hungary. — *International Journal of Coal Geology* **179**, 196–210. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.05.016>
- RADÓCZ GY. 1966: A Bükk hegység környéki Helvétii képződmények mélyföldtani térképe $M=1:100\ 000$. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- RADÓCZ GY. 1987a: Földtani szelvények a Dél-Szlovákiai és Észak-Magyarországi medencékből. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- RADÓCZ GY. 1987b: Újabb Rzehakiás (Oncophorás) rétegek a Ny-borsodi medence kőszénösszetételéből. — *Kézirat*, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- ROYDEN, L. H. & BÁLDI, T. 1988: Early Cenozoic tectonics of the Pannonian Basin system. — In: ROYDEN, L. H. & HORVÁTH, F. (eds): *The Pannonian Basin. AAPG Memoir* **45**, 27–48.
- ROZLOZSNYIK P. 1939: Geológiai tanulmányok a Mátra É-i oldalán, Paráds, Recsk és Mátraballa községek között. — *Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése* **1933–35. II**, Budapest, 545–620.
- ROZLOZSNYIK P. 1941: Jelentés a recski kincstári bányában észlelt olajfelfakadásról. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése* **1936–38. I**, Budapest, 209–221.
- SCHMOKER, J. W. 1994: Volumetric calculation of hydrocarbons generated. — In: MAGOON, L. B. & DOW, W. G.: *The petroleum system — from source to trap. AAPG Memoir* **60**, 323–326. <https://doi.org/10.1306/0c9b0689-1710-11d7-8645000102c1865d>
- SCHRÉTER Z. 1936: Jelentés az 1936-ban végzett gyakorlati irányú földtani felvételekről (Bükkszék). — *Kézirat*, Budapest, MÁFGB Adattár T-65.
- SCHRÉTER Z. 1942: Bükkszék környékének földtani és hegyszerkezeti viszonyai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése* **1936–38**, Budapest, 831–886.
- SCHRÉTER Z. 1951: Jelentés a további ásványolajfeltárások irányítása érdekében Bükkszék környékén végzett földtani vizsgálatokról. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése* **1945–47. II**, Budapest, 121–134.
- SZALAY I. 1971: Összefoglaló jelentés Ózd és az Upponyi-hegység között végzett geofizikai kutatás eredményeiről. — *Kézirat*, MÁELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, SzÁF-55.
- SZALAY I. 1976: Jelentés az 1975. évi Darnó-vonal környéki geofizikai mérésekről (Uppony–Rudabánya–Mátra–Szögliget–Abod). — *Kézirat*, MÁELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, Kx-36.
- SZALAY I. 1998: Zárójelentés a Bükk hegység és előterei geofizikai kutatásáról 1986–1997. — *Kézirat*, ELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, AD. 1679, p. 27.
- SZALAI I. & ZELENKA T. 1979: A Darnó-vonal jelentősége Észak-Magyarország szerkezetfejlődésében. — *Általános Földtani Szemle* **13**, 7–31.

- SZALAY I. & ALBU I. 1986: Az Aggteleki-karszt és Rudabányai hegység geofizikai előkutatása. — *Kézirat*, MÁELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, AD.642.
- SZALAY I., TABA S. & SCHÖNVINSZKY L. 1987: Jelentés a Darnó-öv 1976. évi geofizikai kutatásáról. — *Kézirat*, MÁELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.10693, 33 p.
- SZALAY I., SCHÖNVINSZKY L., KIRÁLY E. & BRAUN L. 1988: Jelentés a Bükk hegység és környezete 1987. évi geofizikai előkutatásáról. — *Kézirat*, MÁELGI, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T.17950., 30 p.
- SZENTES F. 1951a: A Bükk-széki kísérleti bányaföldtani tanulságai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **40/II**, 23–32.
- SZENTES F. 1951b: Fedémes környékének hegyszerkezeti viszonyai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1945–47/II*, 157–161.
- SZENTPÉTERY, I. 1997: Sinistral lateral displacement in the Aggtelek–Rudabánya Mts. (North Hungary) based on the facies distribution of Oligocene and Lower Miocene formations. — *Acta Geologica Hungarica* **40**, 265–272.
- SZŐCS E., HIPS K., JÓZSA S. & BENDŐ ZS. 2015: A kora-miocén Pétervásárai Homokkő diagenézis-története. — *Földtani Közlemény* **145/4**, 351–366. <https://ojs3.mtak.hu/index.php/foldtanikozlony/article/view/125>
- SZŐCS, E. & HIPS, K. 2018: Multiphase carbonate cementation in the Miocene Pétervására Sandstone (North Hungary): implications for basinal fluid flow and burial history. — *Geologica Carpathica* **69/6**, 515–527. <https://doi.org/10.1515/geoca-2018-0030>
- SZTANÓ, O. 1994: The tide-influenced Pétervására Sandstone, Early Miocene, Northern Hungary: Sedimentology, palaeogeography and basin development. — *Geologica Ultraiectina* **120**, 155 p.
- SZTANÓ, O. & TARI, G. 1993: Early Miocene basin evolution in Northern Hungary: Tectonics and Eustasy. — *Tectonophysics* **226**, 485–502. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(93\)90134-6](https://doi.org/10.1016/0040-1951(93)90134-6)
- TANÁCS J. & RÁLISCH L.-NÉ 1990: Prekainozoos medencealjzat térkép. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani Intézet, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- TARI, G., BÁLDI, T. & BÁLDI-BEKE, M. 1993: Paleogene retroarc flexural basin beneath the Neogene Pannonian Basin: a geodynamic model. — *Tectonophysics* **226**, 433–455. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(93\)90131-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(93)90131-3)
- TELEGDI ROTH, K. 1937: Die neuesten Resultate der Petroleum-schürfungen in Ungarn. — *Festschr. Berg-Hüttenm. Jahrbuch Mot. Hochschule Leoben*, Wien, 330–336.
- TELEGDI ROTH K. 1951: A Bükk-széki ásványkutatás és termelés földtani tanulságai. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* **40/2**, Budapest, 3–22.
- TÓTH M. 1882: *Magyarország ásványai*. — Budapest, 565 p.
- VARGA P. 1982: A tardi agyag alsó tengeri szintjének kora, allodapikus mészkőbetelepülések alapján. — *Földtani Közlemény* **112**, 177–184.
- VASS, D., ELEČKO, M., PRISTAŠ, J., LEXA, J., HANZEL, V., MODLITBA, I., JÁNOVÁ, V., BODNÁR, J., HUSÁK, L., FILO, M. & MÁJOVSKÝ, J. 1989: *Geologia Rimavskej Kotliny. Geology of Rimavská Kotlina depression*. — Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 162 p.
- VASS, D. 2002: Unique Cenozoic lithofacies in the northern part of the Darnó Fault Belt and its surroundings: an overview. — *Acta Geologica Hungarica* **45**, 79–99.
- VETŐ I. 1997: *Szénhidrogén keletkezés és elsődleges migráció*. — In: JUHÁSZ E., KUMMER I. (szerk.), BUCSI SZABÓ L., BUDAI T., DETZKY G., DETZKYNÉ LÓRINCZ K., DUDKÓ A., FARKASNÉ BULLA J., FODOR B., HÁMORNÉ VIDÓ M., JÁMBOR Á., JOCHÁNÉ EDELÉNYI E., KIRÁLY E., KÖRPÁS L., KOVÁCSVÖLGYI S., LENDVAY P., MADARASI A., MARKOS T., MÜLLER T., NÁDOR A., PARTÉNYI Z., POLCZ I., RÁLISCH L.-NÉ, REDLERNÉ TÁTRAI M., SEBESTYÉN I., SZEIDOVITZ GY.-NÉ, SZALAY I., SZÓTS A., TÓTHNÉ MAKK Á., TRESZNÉ SZABÓ M., VARGA S. & VETŐ I. 1997: Magyarország szénhidrogén potenciálja az 1995. december 31-i állapotra. — *Kézirat*, Készült a Magyar Állami Földtani Intézet és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet „Szénhidrogén potenciál felmérés és medenceanalízis” c. közös projektje keretében, a Magyar Geológiai Szolgálat közreműködésével. Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T. 19781
- VÖLGYI L., SZERECZ F., HAJDÚ D., KURUCZ B., MÉSZÁROS L., NÉMETH G., FÖLDEÁK P.-NÉ, SZENTGYÖRGYI K.-NÉ, HORVÁTH R., KOVÁCS ZS., TORMÁSSY NÉ VARGA É., DALLOS E.-NÉ, NAGY M.-NÉ & SZŰCS L. 1985: Magyarország kőolaj- és földgázlelőfordulásai 1935–1985. — *Kézirat*, GEOS, Budapest, Magyar Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, ELGI AD.553, 1038 p.
- ZELENKA, T., BAKSA, CS., BALLA, Z., FÖLDESSY, J. & FÖLDESSY-JÁRÁNYI, K. 1983: The role of the Darnó Line in the basement structure of Northeast Hungary. — *Geologický Zborník–Geologica Carpathica* **34**, 53–69.

Kézirat beérkezett: 2019. 09. 25.

A zsámbéki Strázsa-hegy és környékének kainozoos képződményei

KERCSMÁR Zsolt¹, BUDAI Tamás¹, SZUROMINÉ KORECZ Andrea², SELMECZI Ildikó¹, MUSITZ Balázs¹, LANTOS Zoltán¹

¹Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

²Laboratóriumok MOL, MOL NyRt., Budapest 1039, Szent István utca 14.

keresmar.zsolt@mbfsz.gov.hu, budai.tamas@mbfsz.gov.hu, kaszuro@mol.hu, selmeczi.ildiko@mbfsz.gov.hu, musitz.balazs@mbfsz.gov.hu, lantos.zoltan@mbfsz.gov.hu

Cenozoic formations of the Strázsa Hill at Zsámbék and its surroundings

Abstract

In the course of the geological mapping in the Zsámbék Basin, the Cenozoic succession — exposed in the quarry of the Strázsa Hill — was accurately documented. Moreover, analyses of palaeontological, stratigraphic and tectonic data were also conducted. The Middle Triassic dolomite is overlain by a relatively thin middle–upper Miocene succession of discontinuous appearance; its lower section is made up of fine-grained siliciclastic deposits (silt – medium grained sand) and carbonates of late Badenian (late Langhian – early Serravallian) age. The freshwater limestone, unconformably overlying the latter, is considered as the basal formation of the upper Miocene (Pannonian) succession of the Zsámbék Basin. The Pannonian succession characterised by considerable thickness and areal extent in the Zsámbék Basin is missing due to denudation, and the algae-bearing freshwater limestone is directly overlain by an alluvial–proluvial succession of Pleistocene age. Based on the analysis of sedimentological characteristics and the study of fossils the Neogene sedimentary environment shows particular features in many respects. At the beginning of the late Badenian sedimentation took place in a protected, coastal, lower salinity lagoon behind the palaeomorphologic ridge (island or peninsula) located along the Vértessomló–Nagykovácsi Zone. The lagoon received a large amount of sediment influx of fine-grained clastic deposits. Simultaneously, on the southern side of the island a rocky shore (characterised by abrasion) could be reconstructed. We detected freshwater influx during the late Badenian. In the Sarmatian it became restricted and at the beginning of the late Miocene a lacustrine environment came into being. During the Neogene–Quaternary structural evolution of the Vértessomló–Nagykovácsi Zone of W–E strike, several phases could have been identified. The earliest one among them is the small-scale thrusting of the Triassic dolomite over the middle Miocene succession, which can be coeval with the deposition of the late Badenian siliciclastic succession. The activity of the tectonic zone in the Sarmatian is indicated by the extremely thin occurrence and unconformable setting of the succession. The next structural phase is indicated by lateral striae observed on the Pannonian freshwater limestone; this phase corresponds to D11 transpressional deformation phase identified in the Gerecse. Uplift occurring in the course of the youngest deformation process of the tectonic zone resulted in the denudation of the Pannonian succession. This process may have been taken place during the Pliocene – early Pleistocene.

Keywords: Zsámbék Basin, Cenozoic, stratigraphy, basin and structural evolution, late Badenian palaeoenvironment

Összefoglalás

A Zsámbéki-medence földtani térképezése során részletesen felvettük a Strázsa-hegy kőfejtője által feltárt kainozoos rétegsort, valamint elvégeztük az őslénytani, rétegtani és tektonikai adatok elemzését. A középső–triász dolomitra viszonylag vékony és hézagos középső–felső-miocén rétegsor települ, amelynek alsó szakaszát felső-badeni, középső szakaszát szarmata finomszemcsés sziliciklasztitok (kőzetliszt – középszemcsés homok) és karbonátok alkotják. Az e fölött üledékhézaggal települő édesvízi mészkő a Zsámbéki-medence felső-miocén (pannóniai) rétegsorának bázisképződménye. A Zsámbéki-medencében általános elterjedésű pannóniai üledékek a Strázsa-hegyen lepusztultak, az algás édesvízi mészkőre közvetlenül pleisztocén alluviális–proluviális rétegsor települ. A szedimentológiai jellegek és az ősmaradványok elemzése alapján rekonstruált neogén üledékképződési környezet több vonatkozásban is egyéni jellegket mutat. A késő-badeni során kezdetben csökkent sótartalmú, partmenti védett lagúnában zajlott az üledékképződés a Vértessomló–Nagykovácsi-zóna mentén kiemelkedő paleomorfológiai hát (sziget vagy félsziget) mögött, amelybe jelentős mennyiségű finomszemcsés törmelék áramlott. Ezzel egy időben a sziget déli oldalán sziklás abráziós part rekonstruálható. A lagúnába a késő-badeni során édesvízi hozzáfolyás zajlott, ami a szarmata során elzáródott, végül a késő-miocén elejére tavi környezet jött létre. A Strázsa-hegyen keresztülhaladó Ny–K-i csapású Vértessomló–Nagy-

kovácsi-zóna neogén–kvarter szerkezetfejlődésén belül több szerkezeti fázist sikerült azonosítani. Ezek közül a legidősebb a triász dolomit kismértékű rátolódása a középső-miocén rétegsorra, amely a késő-badeni sziliklasztos rétegsor leülepedésével egyidős lehet. A tektonikai zóna szarmata aktivitására utal a rétegsor szélsőségesen vékony kifejlődése és diszkordáns települése. A következő szerkezeti fázist a pannóniai édesvízi mészkövön észlelt oldalirányú vetőkarok jelzik, ez a fázis megfeleltethető a Gerecse D11-es transzpressziós szerkezeti fázisának. A szerkezeti zóna legfiatalabb deformációja során zajlott kiemelkedés a pannóniai rétegsor lepusztulását eredményezte, amely a pliocén–kora-pleisztocénre tehető.

Tárgyszavak: Zsámbéki-medence, kainozoikum, rétegtan, medencefejlődés, szerkezetalakulás, késő-badeni öskörnyezet

Bevezetés — kutatási előzmények

A Gerecse földtani térképezésének lezárulását követően a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat 2018-ban indította el új térképezési programját, amelynek során felvételre kerül a Dorogi- és a Zsámbéki-medence, a Pilis, valamint a Budai-hegység É-i része. Az új felvételezés kezdeti szakaszában a terület jelentősebb feltárásainak részletes vizsgálatát végezzük el a rétegtani felépítés és a fácieskapcsolatok főbb jellegeinek tisztázásához. Ennek során áttekintettük a területet érintő kutatásokat, és a kainozoos képződmények megismerése céljából részletes szelvényezést végeztünk a Zsámbék és Mátyás közti Strázsa-hegy kőfejtőiben, ahol a bányászat eddig részletesen nem vizsgált neogén rétegsort tárt fel a triász képződmények fedőjében. A területen folyó térképezéssel együtt szerkezeti mérésekre és szerkezet-elemzésre is sor került. Jelen értekezés erre a szűkebb területre (Strázsa-hegy és környéke) vonatkozó fontosabb megfigyeléseket és megállapításokat ismerteti. A terület képződményeinek megismerésének kezdeti a 19. század közepére nyúlnak vissza. A Buda és Tata közötti terület földtani képződményeivel foglalkozó leírásában már HANTKEN (1861) is számos „harmadkori képletet” különített el, amelyek közül Zsámbék térségében elsősorban az „oligocén tengeri homokkő”, illetve a „tengeri neogén képlet”-be sorolt „cerithiummész” és „congeriaagyag” jelentős.

LIFFA (1905) Tinnye és Perbál térségében folytatott agrogeológiai felvételezésében részletes leírást közölt a Zsámbék földtani felépítésében meghatározó szerepet játszó szarmata képződmények felszíni elterjedéséről, jellegéről és az akkori kőfejtőkről (pl. Nyakas-hegy).

A dorogi szenterület felvételezéséhez kapcsolódóan FERENCZI (1923) végzett földtani térképezést a Zsámbéki-medence É-i részén, Tinnye környékén. A terület kainozoos rétegsorában a következő rétegcsoportokat különítette el: „alsó oligocén hárshegyi homokkő csoport”, „felső oligocén rétegcsoport” (ez tartalmazza a cyrenás agyag és a pectunculikus homokkő kifejlődéseket), „szarmata agyag, mészkő, kavics”, „pontusi agyag, homok, kavics”, „levantei édesvízi mészkő”, „pleisztocén lösz, futóhomok” és „ártéri, jelenkori üledékek”. A herceghalmi artézi kút fúrása során ismertté vált „mediterrán” képződményeket (HALAVÁTS 1892) a térképezési területen FERENCZI nem tudta kimutatni a felszínen; hiányukat denudációval magyarázta.

Zsámbék környékének legutóbbi részletes földtani felvételezését a Magyar Állami Földtani Intézet Középhegységi

Osztálya hajtotta végre 1977 során, azonban az 1:20 000-es méretarányú földtani térkép és az észlelések leírását tartalmazó alapadatgyűjtemény (BAKONY et al. 1977, PARTÉNYI & RADICS szerk. 1979), valamint a terület földtani felépítésének összefoglalása (JÁMBOR 1980a) kéziratban maradt.

A Mátyási- és a Zsámbéki-medence neogén képződményeivel kapcsolatban JÁMBOR (1967, 1969, 1975a, b, 1977) folytatott kutatásokat, amelynek eredményeképpen — igazodva a Magyar Rétegtani Bizottság Miocén Albizottsága által 1977 májusában elfogadott nevezéktanhoz — elvégezte a Zsámbék környéki neogén képződmények litosztrigráfiai besorolását is (JÁMBOR 1977). A területen a 300 m legnagyobb vastagságot is meghaladó neogén összletet közzétani jellegek alapján hat jellemző kifejlődésű egységre osztotta; amelyek faunisztikai szempontból is jól elkülöníthetők egymástól (I. táblázat). Közülük az alsó kettőt

I. táblázat. A Zsámbéki-medence neogén összletének rétegtani tagolása JÁMBOR (1977) és a Magyar Rétegtani Bizottság (MRB) jelenleg érvényes felosztása szerint (GYALOG et al. 1996, GYALOG & BUDAI szerk. 2004, CSILLAG & SZTANÓ 2015)

Table 1. Stratigraphic classification of the Neogene formations of the Zsámbék Basin by JÁMBOR (1977) and by the Hungarian Commission on Stratigraphy (MRB, GYALOG et al. 1996, GYALOG & BUDAI eds. 2004, CSILLAG & SZTANÓ 2015)

| | | JÁMBOR 1977 | | MRB | |
|----------|-----------------------|--|---|--------------------------------------|-----------|
| | | rétegtan | rétegsor | rétegtan | |
| Szarmata | Tinnyei Formáció | Alsópannóniai Formáció | szürke, molluskás agyagmárga, homok, alján dácitufa rétegekkel édesvízi mészkő | Csákvári Formáció Strázsahegyi T. | Pannóniai |
| | | Strázsa-hegyi T. | ooidos durvamészkő, mészmárga | Tinnyei Formáció | |
| | Mátyási Tagozat | Mátyási Tagozat | molluskás agyagmárga, lemezes, alginites márga | Kozárdi F. | Szarmata |
| | | Kozárdi Formáció | mészmárga, márga „felső riolitufa” | Kozárdi F./ Galgavölgyi F. | |
| Badeni | Pusztamiskei Formáció | agyagmárga homok betelepülésekkel mészkő, | Szilágyi/Lajtai Formáció | Badeni | |
| | Zsámbéki Formáció | agyagmárga, tarkaagyag, homok, „középső riolitufa” | Perbáli Formáció | | |
| Kárpáti | | | --- ? --- | Kárpáti | |

(„Zsámbéki Formáció” és „Pusztamiskei Formáció”) a badeni, a középső hármat („Kozárdi Formáció”, „Tinnyei Formáció Mányi Tagozat” és „Tinnyei Formáció Strázsahegyi Tagozat”) a szarmatába, a felsőt pedig az „Alsópannóniai Formáció”-ba sorolta. A JÁMBOR (1977) által Zsámbéki Formációként elkülönített szárazföldi eredetű képződményeket jelenleg a Perbáli Formációba soroljuk. Figyelemre méltó, hogy kezdetben e képződményeket JÁMBOR még a badeni emelet idősebb részébe helyezte. A későbbiekben e szárazföldi eredetű, mélyebb részén tufit-, tufitos agyagbetelepüléseket is tartalmazó összlet korát — a középső riolittufa kárpátiba sorolása miatt — a kárpát-kora-badeniben rögzítették (JÁMBOR 1980a, 1996a). JÁMBOR (1980a) szerint e miocén szárazulati képződmények hiányoznak a Strázsa-hegy–Gutkő-hegy vonulatában. A „Zsámbéki Formáció”-ból (azaz a jelenlegi Perbáli Formációból) fokozatosan kifejlődő, középső–késő-badeni korú Szilágyi Agyagmárga Formáció JÁMBOR (1977, 1980a) munkájában Pusztamiskei Formáció néven szerepel. A Bakony térségéből ismert, és a mai értelemben vett Pusztamiskei Formációba sorolt tengeri üledékek képződése azonban a kora-badeni során ment végbe, ezek a Zsámbéki-medencében nem mutathatók ki (SELMECZI 2004, 2015).

JÁMBOR (1977) a következő litosztratigráfiai egységeket különítette el a szarmatán belül (*I. táblázat*): (1) idősebb szarmata mészmárga-, márgarétegsor riolittufa-betelepüléssel (Kozárdi Formáció), (2) a szarmata emelet magasabb részében előforduló molluszkás agyagmárga, lemezes, alginites agyagmárga és cystoseirites márgakifejlődések (Tinnyei Formáció Mányi Tagozata), (3) ooidos durvamészko, zátonymészko és mészmárga kifejlődések, amelyek a szarmata emelet legfiatalabb részét képezik (Tinnyei Formáció Strázsahegyi Durvamészko Tagozata). Az „oolitos–molluszkás–cardiumos és pirenellás — továbbá spirorbisus–hydroideses mészkő” 10–80 cm-es rétegeinek váltakozásából álló összletben valódi zátonyképletek is felismerhetők. JÁMBOR szerint ez a kifejlődés főként a korábban kiemelt triász–oligocén rögök felett települ. A Kozárdi Formáció fehér, vékony mészmárga, márga rétegsorában JÁMBOR három, több kilométeren át követhető vezérszintet említett, amelyek közül a legfigyelemreméltóbb a „felső riolittufa”-nak megfelelő, néhány dm vastag, vízbehullott biotitos dácittufa. A tufaszint mellett említésre érdemes a többnyire az alatt települő decapodás mészmárga, illetve a felette kifejlődött articulinas márgaréteg. JÁMBOR (1977) szerint a szarmata összlet fedőjében konkordánsan települ az „Alsópannóniai Formáció”-ba sorolt szürke, molluszkás agyagmárga és homok, alján dácittufa rétegekkel, legalsó szakaszán édesvízi mészkővel (JÁMBOR 1980a). Az 1990-es évektől Zsámbéki Formációként (JÁMBOR 1996b) elkülönített képződmény (és azon belül a Strázsahegyi Tagozat édesvízi mészkője) jelenleg a Csákvári Formációba tartozik (CSILLAG & SZTANÓ 2015).

A terület badeni és szarmata képződményeinek lito- és biosztratigráfiai vizsgálatáról KÓKAY (1989) adott összefoglalást mintegy 40 fúrás rétegsorának feldolgozása alapján. JÁMBOR (1977, 1980c) megfigyeléseivel összhangban ő is megállapította, hogy a térségben a badeni képződmények

megjelenését megelőzően hosszú szárazföldi időszak állt fenn, amelynek során a felső-oligocén rétegsor felső (20–30 m vastagságú) része szárazföldi mállást szenvedett. A lepusztulás mellett az oligocén összlet tektonikusan kibillent, és a kis távolságon belül is jelentős mértékben változó kifejlődésű miocén rétegek eltérő dőléssel települtek rá. Az oligocén rétegsor fedőjében miocén szárazföldi összlet települ, amelynek vastagsága D felé növekszik és gyakran szélsőlegesen változik. A Perbál–6 fúrásban harántolt szárazföldi összlet (ma Perbáli Formáció) mélyebb részén észlelt andezittufa betelepülés KÓKAY szerint a Börzsöny–Visegrádi hegység fő kitörésével párhuzamosítható, amely a kora-badeniben zajlott. Ez a formáció kora- és középső-badeni korát igazolja. KÓKAY (1989) tanulmányában felhívta a figyelmet a Mány–21 (jelenleg Mány–15) fúrás 216,9–283,8 m között harántolt szárazulati miocén rétegsorában észlelt, lagunáris kapcsolatra utaló képződményekre: a 232,7–237,7 m közötti szakaszon (felfelé haladva) „diatomalemez” mészkő, lemezes márga, autigén breccsás dolomit, illetve „diatomalemez” mészkő figyelhető meg barnakőszén réteggel és felül *Hydrobiákkal*. Ez a lagunáris betelepülés véleménye szerint a D-i irányból érkező középső-badeni transzgresszióhoz köthető. Megfigyelései szerint a szarmata kőzetek túlterjednek a badeni üledékeken, valamint a fiatalabb szarmata is túlterjed az idősebb szarmata képződményeken. A kora- és késő-szarmata határon üledékhézag valószínűsíthető, erre utal a Perbál–6 fúrásban megfigyelhető vékony tarkaagyag réteg (KÓKAY 1989).

A Zsámbéki-medence nyolc szelvényéről CORNÉE et al. (2009) és TÓTH et al. (2009) közölt részletes szedimentológiai–öslénytani adatokat, amelyek időben a legkésőbbi badenitől a késő-szarmatáig lerakódott képződményeket tárták fel. Véleményük szerint a szarmata üledékképződési környezetre meleg vízű, erősen hullámmozgatott, ingadozó sótartalmú, mezo-eutrofikus sekélytenger volt jellemző, amely túltelített lehetett a karbonátokra nézve. Az üledékképződés a kora-szarmatában alacsony hajlásszögű karbonátrámpán zajlott, amelynek belső részén lagúnák alakultak ki. A szarmata végén ooidos üledékek progradációja volt jellemző, amelyek változó sótartalmú lagúnákban, szél és hullámozgás által meghatározott körülmények között rakódtak le a sekély vízmélységben.

A Budapest környékén, így a Zsámbéki-medence K-i peremén is a felszínen tanulmányozható szarmata karbonátok (Tinnyei Mészko Formáció) leülepedési környezetének vizsgálatával PALOTÁS (2014) foglalkozott, aki a képződmények üledékföldtani, geometriai és közetcsöveti jellegét tanulmányozta. Eredményei szerint a szarmata karbonátos rétegek max. 20–25 m vízmélységű, részben karbonáthomok dombokkal szegélyezett karbonátrámpán, részben karbonátplatformon keletkeztek. Az üledékek és a partvonal jellegét erősen meghatározták a cunami jelenségek. Ciklusztratigráfiai értelemben a szarmata rétegsor alapvetően regressziós jellegű, amely felfelé sekélyesedő két alciklusból áll.

A legújabb kutatások (MBFSZ alaputatási projektek) alapján az elmúlt években, kiegészítendő a korábbi eredmé-

nyeket, a Zsámbék–Tök, illetve Páty területén elhelyezkedő feltárások, egykori kőfejtők vizsgálatára is sor került. A faunaegyüttes és a kőzetszöveti elemzések alapján az itt vizsgált kőzetek képződése a késő-szarmata idején, erősen mozgatott, időnként hiperszalinná váló, sekély lagúna környezetben történt (SELMECZI et al. 2018, PALOTÁS et al. 2019).

Célkitűzés, módszerek

A tanulmány célja, hogy bemutassa azokat az első szedimentológiai, őslénytani, rétegtani és szerkezetföldtani eredményeket, amelyek a zsámbéki Strázsa-hegy eddig még nem vizsgált kainozoos rétegsorával kapcsolatban megismerhetők voltak.

A zsámbéki Strázsa-hegy kainozoos rétegsorának megismerése céljából részletesen felvettük a bányá által feltárt legvastagabb hozzáférhető szelvényt, amelyet a terepi megfigyelések és a fényképek elemzése alapján korreláltunk az elérhetetlen falszakaszok rétegsorával. A begyűjtött minták egy részét vékonycsiszolatban, más részét vizes és ecetsavas oldási feltárással izapolási maradékként vizsgáltuk. Az őslénytani preparátumok részben az MBFSZ laboratóriumában, részben SZUROMINÉ KORECZ Andrea (Mol Laboratóriumok) által készültek, aki egyben az őslénytani vizsgálatokat is végezte. A vékonycsiszolatokból az őslénytani vizsgálatok mellett mikrofácies-elemzés is készült. A bányászat által feltárt kainozoos rétegsor azonosítása céljából feldolgoztuk a környékről rendelkezésre álló földtani irodalmi adatokat is.

A szerkezetalakulási fázisok meghatározásánál nem vettük figyelembe a paleomágneses mérésekről, a szeizmikus szelvények értelmezéséről született irodalmi adatokat, ezekre a későbbiekben kerítünk sort. A szerkezeti adatfeldolgozási szoftverek közül a SASVÁRI & BAHAREV (2014) által kifejlesztett SG2PS (structural geology to post script converter) programot használtuk. Ennek segítségével ábrázoltuk a vetőkarcokból számított feszültségirányokat, a litoklázisok, vetőkarcok sztereografikus projekcióit.

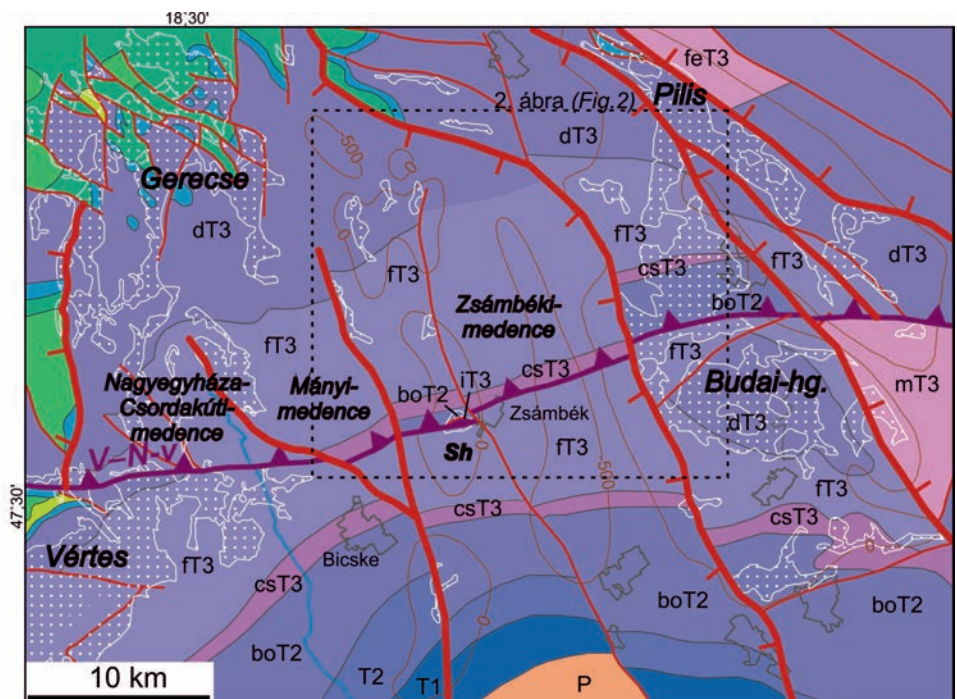
Földtani felépítés

Mezozoos képződmények és szerkezetföldtani jellemzők

A Strázsa-hegy tágabb környezetét, a Zsámbéki-medencét Ny-on a Vértes és a Gerecse, míg K-en a Budai-hegység mezozoos képződményekből álló vonulata határolja (1. ábra).

A medence aljzatát triász képződmények alkotják, amelyek csak szerkezeti elemekkel határolt zónák mentén bukkannak ki a medencét kitöltő kainozoos képződmények alól (1. ábra). Ilyen zónába tartozik a Zsámbék és Mátyáshegy közötti Strázsa-hegy is, ahol a Dunántúli-középhegység ÉK-i részének egyik meghatározó szerkezete, a Vértessomló–Nagykovácsi-vonal (1. még Környe–Zsámbék-vonal, FODOR 2008) mentén érintkezik a déli egységet alkotó Földolomit az É-ről rátolódott karni vulkanittal és a középső-triász Budaörsi Dolomittal (BUDAI et al. 2015, FARICS 2018, DUNKL et al. 2019).

A Zsámbéki-medence területén felszínre bukkanó triász dolomit dőlése többnyire ÉÉNy-i irányú és meredek, a Gyermely és Szomor környéki kibúvásokban meghaladja a 40–50°-ot (BUDAI et al. 2015). A zsámbéki Strázsa-hegyen a



1. ábra A Zsámbéki-medence és környezetének pre-kainozoos aljzattérképe (HAAS et al. 2010 nyomán). Kékkel a jura, zölddel a kréta képződmények, a fehér pontozott mintázattal a pre-kainozoos képződmények felszíni elterjedési területe ábrázolt. A szintvonalak a medencealjzat domborzatát ábrázolják a tengerszint felett
Rövidítések: P – felső-perm képződmények; T1 – alsó-triász képződmények; T2 – középső-triász képződmények; boT2 – Budaörsi Dolomit (felső-anisusi-alsó-karni platform fácies); iT2 – Inotai Formáció (karni vulkanit); csT3 – Csákerényi F. (karni medence fácies); ft3 – Földolomit (karni-alsó-nori platform fácies); dT3 – Dachsteini Mészko (nori-rhaeti platform fácies); feT3 – Feketehegyi Mészko (nori medence fácies); mT3 – Mátyáshegyi F. (karni-nori medence fácies); V-N-v – Vértessomló–Nagykovácsi-vonal

Figure 1. Pre-Cenozoic basement-map of the Zsámbék Basin and surrounding areas (after HAAS et al. 2010). Blue: Jurassic formations, green: Cretaceous formations, white dotted areas: Pre-Cenozoic formation on the surface. Contour lines show the surface of the basement above sea-level

Abbreviations: P – Upper Permian formations; T1 – Lower Triassic formations; T2 – Middle Triassic formations; boT2 – Budaörsi Dolomite (Upper Anisian - Lower Carnian platform facies); iT2 – Inota Fm (Carnian vulcanite) csT3 – Csákerényi Fm (Carnian basin facies); ft3 – Hauptdolomit (Carnian - Lower Norian platform facies); dT3 – Dachstein Limestone (Norian-Rhaetian platform facies); feT3 – Feketehegy Limestone (Norian basin facies); mT3 – Mátyáshegy F. (Carnian-Norian basin facies); V-N-v – Vértessomló-Nagykovácsi line

Budaörsi Dolomit dőlése ugyancsak 60° a Vértessomló–Nagykovácsi-vonaltól északra lévő pikkelyben. BUDAI et al. (2015) rámutatott, hogy monoklinális dőlést feltételezve ilyen dőlésértékek mellett a felső-triász dolomit vastagsága meghaladná az 5 km-t az elterjedésük térképi szélessége alapján, ez azonban a legnagyobb ismert vastagságértékekkel számolva is képtelenség. A Zsámbéki-medence és a Ny-ra szomszédos Mányi- és Nagyegyházi-medence aljzatát ért több száz fúrás alapján több korábbi szerző is feltételezett rétegisméltódásokat (VÉGHÉ et al. 1988), illetve azok kiváltó okaként DK-i vergenciájú feltolódásokat a triász képződmények ÉK–DNy-i csapású, pászttás elrendezésében (ORAVECZ & HAAS 1980; KERCSMÁR 2004), amelyek a Budaörsi Dolomittól a Földolomig terjedő rétegsor többszöri ismétlődését eredményezhették. Ilyen szerkezetekhez kapcsolódik az igen meredek ($40\text{--}70^\circ$) dőlésű anisuziladin medencefáciesű rétegsor megjelenése is a Zsámbék és Mány közötti fúrásokban (BUDAI 2004). BUDAI et al. (2015) feltételezte, hogy a felső-triász dolomit pászttájának jelentősen megnövekedett szélessége tektonikai okokra vezethető vissza a Vértes–Gerecse vonulata és a Budai-hegység között, ahogy ezt korábban ORAVECZ & HAAS (1980), valamint BALLA & DUDKO (1989) is felvetette.

A Vértessomló–Nagykovácsi-zóna működési idejével és jellegével kapcsolatosan többféle értelmezés is született. CSÁSZÁR et al. (1978) térképén kréta korú rátolódásként (a jelenleg igazolt helyétől délebbre) van feltüntetve, míg MAROS (1988) — ettől némi eltéréssel — főként fiatal balos eltolódásként értelmezte a Vértes É-i peremén. BALLA & DUDKO (1989) a vonal Vértest metsző szakaszán a balos, míg a Zsámbéki-medencét átszelő középső és a budai-hegységi keleti szakaszán a jobbos miocén oldalelmozdulást tartotta a legvalószínűbbnek. FODOR et al. (1994) budai-hegységi adatok alapján a szerkezetet eocén jobbos eltolódásnak tekintette, viszont annak vértesi szakaszát — BALLA & DUDKO (1989) korábbi munkájától eltérő térképi rajzolattal — a mezozoos kibukkanásoktól északra húzta meg. Később a Vértes földtani térképezésének eredményei alapján a szerkezet Környe és Zsámbék közötti szakaszát középső-albái, esetleg késő-kréta rátolódásként értelmezték (FODOR & BÍRÓ 2004, FODOR et al. 2005, FODOR 2008). KERCSMÁR (2005) a Tatabányai-medencében a szerkezeti zóna jobbos eltolódásos felújulását igazolta az eocén során

A Strázsa-hegy triász dolomitból álló blokkja a Zsámbéki-medence É-i részmedencéjének középső részén található (I. ábra). A geofizikai mérések és fúrásadatok alapján szerkesztett aljzattérképek (GIDAI 1979, HAAS et al. 2010) szerint az É-i medencérszt egy olyan normálvető osztja ketté, amely a Mányi-medence K-i peremvetőjétől 2–2,5 km-re K-re, nagyjából a zsámbék–szomori út vonalában húzódik. Párhuzamosan fut a fő peremvetőkkel (FODOR et al. 2000) és belefut a Vértessomló–Nagykovácsi-zónába.

A kainozoos szerkezetalakulásokhoz kapcsolódó tektonikai és üledékföldtani kutatások szerint (FODOR et al. 2000, PALOTÁS 2014) a Zsámbéki-medence É–D-i tengelyű süllyedéke, egymással szemben dőlő aszimmetrikus félárokrendszer alkot, amelyet az ún. „Etyeki-hát” mint transzferzóna

választ el egymástól. Az É-i medencérszt Ny-i határát a Mányi-medence Ny-ra dőlő K-i fővetője, K-i határát pedig a Budai-hegység szintén Ny-ra dőlő Ny-i peremtörése képezi. A D-i medencérszt Ny-i peremvetője ezekkel ellentétesen K-felé dől. Szerkezetelemzésük alapján a normálvetők működése és az ehhez kötődő transzferzóna létrejötte már a szarmatában megkezdődött, és aktív volt a szarmata üledék-képződés alatt (szinszediment félárok-szerkezetek) és azt követően is, a kora-pannóniai vagy akár a pliocén során is. Ezek alapján a medence fő geometriáját kialakító szin- és poszt-szediment törések azonos feszültségtérben keletkeztek.

Kainozoikum

A Zsámbék környezetében mélyített fúrások alapján a térség földtani felépítésében jellemzően néhány száz m, de helyenként akár a 700 m-t is megközelítő vastagságú (Zsámbék Zs–14 fúrás: 684 m) kainozoos képződmény-együttes vesz részt.

Eocén képződmények

GIDAI (1979) szerint a Zsámbéki-medencében eocén képződmények egyedül a Zsámbék Zs–1 jelű fúrás rétegsorából mutathatók ki. A Strázsa-hegytől ÉK-re 2 km távolságra eső fúrás a Dorogi Formáció Annavölgyi Tagozatának megfelelő szénteleses összletet (szén, agyagos szén, szenes agyag), és a rátelepülő miliolinás–alveolinás karbonátos rétegsort (Szöci Mészke Formáció, Kincsesi Tagozat) fúrta meg kb. 30 m vastagságban.

Oligocén képződmények

Zsámbék környezetében a Csatkai és a Törökbálinti Formáció, illetve ezek tagozatai mutathatók ki. A térségben az alluviális, ártéri környezetben keletkezett Csatkai Formáció jelenléte alárendelt, és az ehhez sorolt Sárísi Tagozat kaolinok homokköve is csak néhány fúrásban nyomozható, vastagsága maximálisan 20 m körüli. Zsámbék környékén a legelterjedtebb oligocén képződmény a Törökbálinti Formáció Mányi Tagozata, amelyet csökkent sós vízi, sekélylagunáris kifejlődésű, uralkodóan finomszemű törmeléken üledékes kőzetek építenek fel. Kisebb kibukkanásai Zsámbéktól Ny-ra, ÉNy-ra nyomozhatók. Képződményei Ny felé, a Gerecse irányába összefogazódnak a szárazföldi Csatkai Formáció rétegeivel (BERNHARDT & INCZE 1998). A Mányi Tagozat maximális vastagsága a területen meghaladja a 300 m-t, jellemzően 150–250 m között változik. A tagozat bázisán, vagy a képződményei közé települve kis vastagságban helyenként szenes rétegek is megfigyelhetők (Törökbálinti Formáció Mogyorósi Tagozat, Zsámbék Zs–4, –14 jelű fúrások).

Miocén képződmények

A Perbáli Formációt cikluskezdő tarkaagyag, mészkonkréciós agyag, agyagmárga, homok, homokkő, kavicsos homok rétegei építik fel. A rétegsor alsó részében tufa-, tufit-, illetve bentonit-, bentonitosagyag-betelepülések jelenhetnek meg. A vulkáni eredetű közbetelepülések a

„középső riolituffa” szórással (Tari Dácittufa Formáció) hozhatók kapcsolatba. A formáció eróziós és szögdiszkordanciával települ az oligocén képződményekre (KÓKAY 1989, JÁMBOR 1977). A Mányi-medencében a Perbáli Formációra üledékfolytonosan a Szilágyi Agyagmárga, diszkordánsan pedig szarmata képződmények települnek.

A területet a badeni korszakban elért transzgresszió a Szilágyi Agyagmárga Formáció normál sótartalmú sekélytengeri, nyíltvízi képződményeinek lerakódását eredményezte. A Mányi- és a Zsámbéki-medencében a formációt szürke, zöldesszürke agyagmárga, aleuritos agyagmárga, finomhomokos aleurit, márga, illetve homok, homokkő alkotja (JÁMBOR 1980a). Uralkodó kőzettípus a lemezesség elválású, szürkészöld agyagmárga, amely gazdag molluszkafaunát tartalmaz. Gyakoriak a *Cardium*, *Corbula* és *Pirenella* fajok. Az agyagmárga rétegeivel váltakozva, vagy főként azok alatt — *Pecten*, *Spondylus* és *Ostrea* fajok dominanciájával jellemzett —, szürkészöld homok, illetve laza, meszes kötőanyagú, középszemű homokkő, vagy apró kvarckavicsos homokkő rétegek figyelhetők meg. Vastagsága JÁMBOR (1980a) szerint 3–22 m között változik, átlagos vastagsága 15 m, és csak fúrásokból ismert. A Szilágyi Agyagmárga vagy a Perbáli Formációra vagy idősebb képződményekre települ. A Szilágyi Agyagmárga Formáció képződményei Zsámbéktól Ny-ra és Mány környezetében számos fúrásból ismertek. A Mányi-medence e formációba sorolható képződményei a puhatestű- és foraminiferafauna alapján a késő-badeni során képződtek (JÁMBOR 1977).

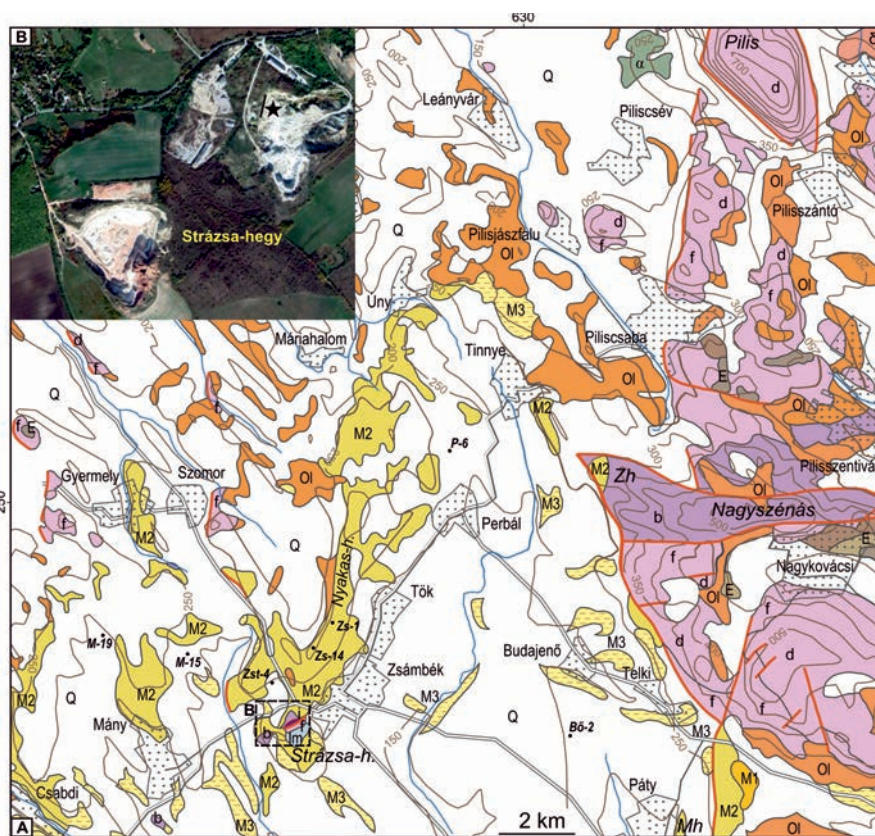
A Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata a térség rétegsorában alárendelt szerepet játszik, és csak fúrásokból ismert. A badeni összlet felső harmadában, a Szilágyi Agyagmárgából kifejlődve, illetve azal laterálisan összefogozódva jelenik meg. A formációt homokos mészkő, mészhomokkő, likacsos molluszkás mészkő képviseli, amelyben a jellemző alakok a *Pecten*ek és az *Ostreák*. A molluszkák mellett gyakoriak a *Borelis* genusba tartozó foraminiferák. Puhatestű- és foraminiferafaunája alapján a kőzet a késő-badeni során képződött (MÜLLER in GYALOG, BUDAI szerk. 2004).

A Zsámbéki-medence hiperszaalin üledékei már több évtizede ismertek (JÁMBOR 1976, 1978). A badeni és szarmata gipsz, anhidrit, terméskén (terméskénné alakult gipsz) és alga eredetű szerves anyagban dús pelites

kőzetek, továbbá mészkő- és dolomitrétegek váltakozásaiból álló képződményeket a Budajenői Formációba soroljuk (JÁMBOR 1975, RAVASZ 1978, RAVASZ & SOLTI 1980, SZUROMI-KORECZ & SELMECZI 2015). A formáció elterjedése a Zsámbéki-medence K-i részére jellemző; legnagyobb vastagsága 60 m körül van (Budajenő B6–2 és –6 jelű fúrások).

A Mányi- és a Zsámbéki-medence nyílt tengeri szarmata kifejlődése a Kozárdi Formáció, amelyet zömmel a zöldesszürke, zöld, lemezes, olykor leveles kifejlődésű agyagmárga, aleuritos agyagmárga alkot, helyenként nagy mennyiségű molluszkával (*Cardium* félék, *Musculus sarmaticus*). A Kozárdi Formáció jellemző vastagsága Zsámbék térségében néhány m-től 135 m-ig változik. Képződése az egész szarmata korszak során folyhatott. Üledékei fél sós vízi – tengeri üledékgyűjtő nyíltabb területén képződtek (SELMECZI 2008).

Zsámbék környékén jelentős felszíni elterjedésben tanulmányozhatók a szarmata Tinnyi Mészke Formáció képződményei (2. ábra, A). A formáció fő tömegét szürkésfehér, sárgásfehér, illetve szürke biogén mészkő (molluszkás durvamészke, cerithiumos mészkő, ooidos mészkő) és



2. ábra. A Zsámbéki-medence földtani térképe (BUDAI, GYALOG szerk. 2009 nyomán), a szövegben szereplő fontosabb fúrások feltüntetésével. A Strázsa-hegy légifotójának (B) helyét a térképen szaggatott körvonal, a részletesen feldolgozott szelvény (3. és 4. ábra) helyét pedig a fényképen csillag jelzi

Rövidítések: Mh – Mézes-hegy (Páty); Zh – Zajnáth-hegy (Perbál). Triász: b – Budaörsi Dolomit; i – Inotai Formáció (karni vulkanit); f – Földolomit; d – Dachsteini Mészke; kainozoikum: E – eocén képződmények tagolás nélkül; Ol – oligocén képződmények tagolás nélkül; M1 – alsó-miocén képződmények tagolás nélkül; M2 – szarmata mészkő (Tinnyi F.); M3 – felső-miocén (pannoniai) képződmények; Q – kvarter képződmények tagolás nélkül; lm – édesvízi mészkő; – andezit; – dácittufa

Figure 2. Geological map of the Zsámbék Basin (after BUDAI, GYALOG eds. 2009) showing the most important drilled cores mentioned in the text. Contour of aerial photo of Strázsa Hill (B) is shown on the geological map by dashed rectangle. Place of the geological profile studied in details (Figs. 3 and 4.) is pointed by asterisk in the photo

Abbreviations: Mh – Mézes Hill (Páty); Zh – Zajnáth Hill (Perbál). Triassic: b – Budaörsi Dolomite; i – Inota Fm (Carnian vulcanite); f – Hauptdolomit; d – Dachstein Limestone; Cenozoic: E – Eocene formations; Ol – Oligocene formations; M1 – lower Miocene formations; M2 – Sarmatian limestone (Tinnyi Fm); M3 – upper Miocene (Pannonian) formations; Q – Quaternary formations; lm – freshwater limestone; – andesite; – dacite tuff

nyekre települő „A” rétegösszlet alsó része D-ről É felé vastagodó, D-i irányban kiékelődő rétegekből áll (3. ábra). A kiékelődő rétegeket a rétegcsoport felső szakasza fedi le a rétegvastagság minimális laterális változásával. Az előlött települő „B rétegösszlet” onkoidos, algás mészkő (16. réteg) rétegeinek alsó és felső réteghatárán eróziós diszkordancia figyelhető meg.

A szelvény É-i részén a triász és a neogén képződmények tektonikusan érintkeznek. A szerkezeti zónába olyan törmelékes üledékek csípődtek, amelyek a szelvényben nem találhatók meg (1. „szerkezeti zóna képződményei”).

A „C” rétegösszlet az „A és B” rétegösszlet, valamint kérdésesen a vetőbe csípett képződmények erodált felszínére települ.

Az „A rétegösszlet” további három részre osztható (4. ábra).

Alsó részén (1–5. rétegek) változó mértékben agyagos, aleuritós finom-, és közepes szemcseméretű kvarchomokból álló sziliciklasztos rétegek találhatók. A rétegsor bázisán lévő homokréteg 1–5 cm nagyságú, változó mértékben koptatott, gyengén kerekített vagy sarkos triász dolomitklasztokat tartalmaz, amelyek különböző mértékű, de nem nagy távolságú szállítást szenvedtek (1. réteg). A klasztok a kainozoos rétegsor fekvőjét képező triász képződményekkel azonos anyagúak. A homokszemcsék mérete a rétegen belül felfelé csökken. A bázistörmelék tartalmazó rétegre 2 m vastag, ősmaradványmentes aleuritós finomhomok réteg következik (2. réteg), amelynek felső részén ismét triász dolomitklasztok jelennek meg (3. réteg). A klasztok jól vagy gyengén koptatottak, kiválóan vagy közepesen kerekítettek. A bázistörmelékhez képest a dolomit anyagú törmelék mellett kvarckavicsok is megjelennek. A réteg felső részén 4–10 cm átmérőjű, minden oldalukon 0,5–1 cm átmérőjű lukakkal sűrűn bioperforált, triász dolomit anyagú abrázios parti kavicsok találhatók. A rétegsor ezen része egyre finomabb szemcsés homok, aleurit, majd agyagos rétegekkel zárul (4–5. réteg). A szerves anyag feldúsulását az agyag barna színe jelzi. Az agyagos rétegek felső része vékonylemezesen, a mésztartalom növekedésével, mészgumók megjelenésével folyamatosan megy át a rétegcsoport felső szakaszára jellemző, egyre karbonátosabb rétegsorba.

A rétegcsoport középső szakasza 0,5 m vastag, tiszta „chalk-jellegű” karbonátos réteggel kezdődik (6. réteg). A mikrites mészkő csupán néhány apró termetű, vékony falú foraminiferát tartalmaz. Fölötte — a fekvőjéhez hasonlóan szerves anyagban dús — rozsdabarna, világos drapp, majd szürkészöld agyagréteg található (7. réteg), amelyben feltűnően sok édesvízi ostracoda jelenik meg a csökkent sós vizet is elviselő foraminiferák mellett (1. következő fejezet, II. táblázat). Az agyagos rétegre folyamatosan 1,5–2,0 m vastag meszes homok, homokkő következik (8–9. réteg). A mésztartalom felfelé fokozatosan nő, és különösen a 9. rétegből diverz és jó megtartású fauna került elő amely normálsós, vagy ahhoz nagyon közeli sótartalmú, sekélytengeri lagúnakörnyezetet igazolt (1. következő fejezet, II. táblázat) Ezek a rétegek É felé vastagodnak, és D felé, a 6.

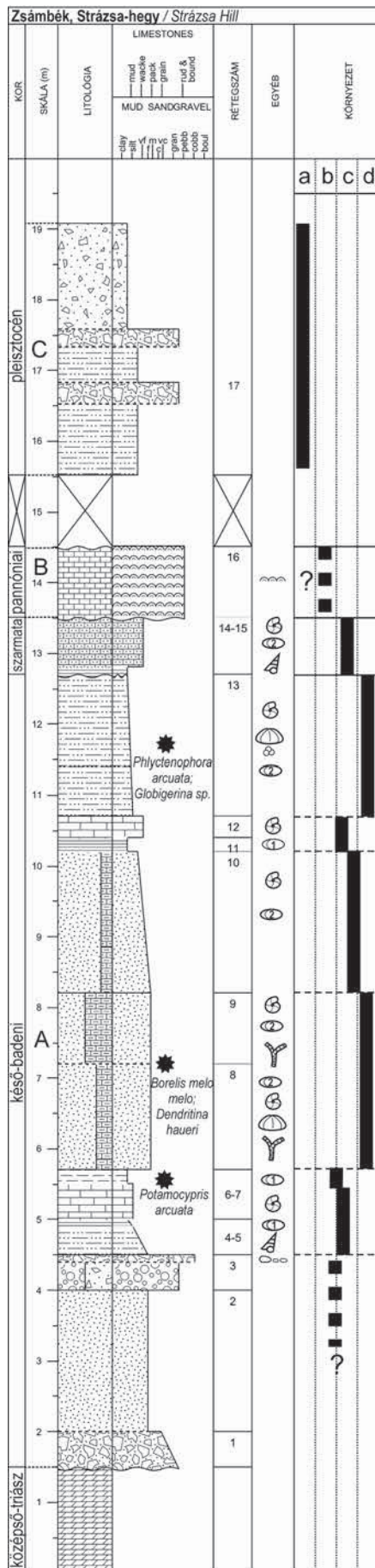
réteg tetejére lapolódva kiékelődnek, aminek következtében az őket fedő képződmények (10–12. réteg) a szelvény D-i felében a tiszta karbonátos rétegre (6. réteg) települnek. A rétegcsoport felső szakaszán a rétegek anyaga felfelé finomodó törmelékszemcsékből álló, közép-, és durvaszemcséjű, meszes kvarchomoktól a laminált aleuritós agyagig változik (10–11. réteg). A rétegek legfelső része mészgumóssá válik, hasonlóan a 4–5. réteghöz. A laminált, mészgumós agyagrétegekre kemény mészkő pad (12. réteg) következik. Ezeket a rétegeket nagyon kevés, változó sótartalmat jelző foraminiferák (Miliolina-félék), és a normálnál jóval kisebb sótartalmat jelző ostracodák megjelenése jellemzi.

A rétegcsoport felső részén 2 m vastag szürke, aleuritós, finomhomokos, vékonyan rétegzett márga, meszes, agyagos homokkő (13. réteg) következik éles váltással és bizonytalan diszkordanciával az alatta fekvő mészkő rétegre (3. ábra, fénykép), amely D-i irányban túlterjed az alatta fekvő rétegsoron. Az innen előkerült néhány *Globigerina* sp. nyílt vízi, tengeri kapcsolat lehetőségére is utalhat. Tetejére 0,1 m vastag agyagos aleurit települ (14. réteg).

Erre 0,7 m vastag hófehér, apró lukakkal tarkított (kipergett vagy kimállott miliolidae- és ostracoda-vázak, (1. következő fejezet), finomhomokos, mikrites mészkő következik (15. réteg). A szegényes és rossz megtartású ősmaradvány tartalma — egyedszámban és diverzitásban is — jelentősen elmarad a fekvő rétegsoréhoz képest (1. következő fejezet, II–III. táblázat), ami jelentős változásra utal.

Az „A” rétegcsoportra rendkívül kemény, átkristályosított algaszőnyegből, felszakított algaszőnyeg darabokból, onkoid szemcsékből álló (5. ábra), lukacsos, ősmaradványmentes, vékonyan rétegzett édesvízi mészkő (16. réteg) települ diszkordánsan (4. ábra) („B” réteg). A kemény mészkő rétegek törési felületein sűrű, kiválóan határozható vetőkarcos elmozdulási felületek láthatók (6. ábra).

A szelvény legtetején („C” rétegcsoport) 5–8 m vastag, szürkés drapp, rozsdabarna sávós agyagos aleurit, aleuritós agyag, finomhomokos aleuritrétegek (17. rétegcsoport) található (3., 7. ábra), amelynek alsó részét, és kontaktusát a fekvő édesvízi mészkővel lejtőtörmelék fedi. A rétegsor középső részén két, hosszán és laposan ívelt, lencse alakú dolomitbreccsa réteg települ 30–40 cm legnagyobb vastagságban. A szemcsevázú kavicsos rétegek alsó és felső része éles, átmenet nélkül érintkezik a jóval finomabb szemcseméretű befoglaló üledékkel. A durva klasztok anyaga nagyrészt triász dolomit, amelyek általában nem, esetleg gyengén koptatottak, nagy részük éles, sarkos. A durva törmelékes rétegek kisebb részt 1–2 cm-es jól kerekített kvarckavicsot és néhány más anyagú (pl. gneisz) kavicsot is tartalmaznak. Tömeges megjelenésük és üledékszerkezet nélküli, nagy méretű, lencsés rétegeik gyors, eseményyszerű törmelékáthalmazódásra utalhatnak. A rétegsor felső szakaszán a durvatörmelékes rétegek vékonyabbak és sűrűbben települnek, míg végül a durva törmelékszemcsék csak elszórtan jelennek meg a finomszemcsés üledékben. A bánya É-i (meredeksége miatt megközelíthetetlen) falának szelvénye alapján a durvább törmelékes alsó szakaszt barna paleotalajos homokos lösz fedi.



Litológia / lithology

- dolomit / dolomite
- breccsa, homok / breccia, sand
- homok, homokkő / sand, sandstone
- homokos kavics / sandy gravel
- közettörmelékés aleurit, homok / silt, sand with rock debris
- aleuritos homok / silty sand
- lemezes aleuritos agyag / laminated silty clay
- mészkő / limestone
- agyag / clay
- homokos mészkő / sandy limestone
- mésziszap / lime mud

Szimbólumok / symbols

- fűrt abrázíós kavicsok / bored abrasional pebbles
- mész gumók / limestone nodules
- csiga / gastropod
- ostracoda (1-édesvízi, 2-tengeri) / ostracods (1-freshwater, 2-marine)
- echinodermata töredék / echinoderm fragment
- alga / algae
- bryozoa
- bentosz foraminifera / benthic foraminifers
- plankton foraminifera / planktic foraminifers

Réteghatárok / boundaries

- éles / sharp
- eróziós / erosional
- folyamatos / continuous

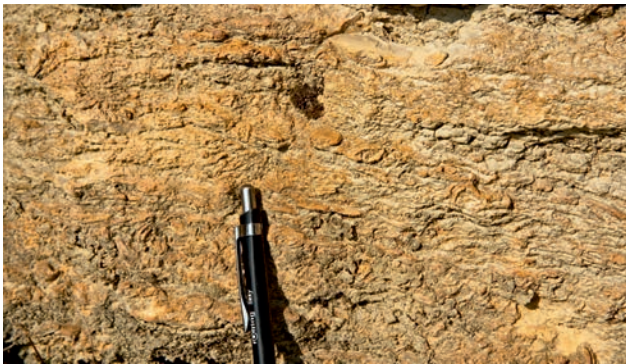
Környezet – environment

- a - szárazföld – dry land
- b - édesvíz (tó) – freshwater (lake)
- c - csökkent sós vízi lagúna, eusztárium, édesvízi hozzáfolyással csak a 7. rétegnél / shallow littoral lagoon with fluvial influx only layer 7
- d - litorális, infralitorális, normálhoz közeli sótartalmú sekély-tenger, háttér lagúna / litoral, infralitoral shallow marine, lagoon

fontosabb kor vagy környezetjelző mikrofossziliák / important environmental or age indicator microfossils



4. ábra. A strázsa-hegyi kőfejtő Ny-i falának rétegoszlopa a 12-16. réteg közeli fényképével (A)
 Figure 4. Stratigraphic column of the western wall of the Strázsa Hill quarry with detailed photo of layers 12-16 (A)



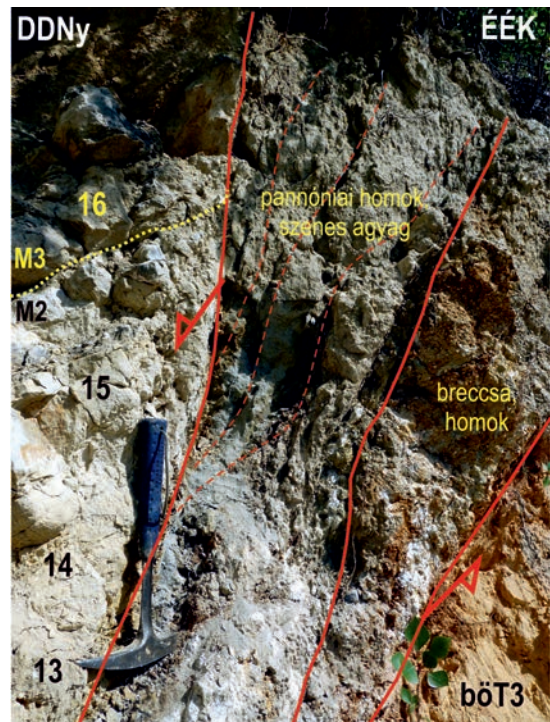
5. ábra. Onkoidos kifejlődésű édesvízi mészkő (16. réteg)
Figure 5. Oncoidal freshwater limestone (bed 16)



6. ábra. Balos eltolódásra utaló vetőkarcok a 16. réteg (édesvízi mészkő) oldalán
Figure 6. Sinistral striae on freshwater limestone (bed 16)



7. ábra. Törmelékclencsés homokos aleurit (pleisztocén alluviális-proluviális öszszlet) a Ny-i bányafal legfelső szakaszán
Figure 7. Sandy silt with debris-lenses (Pleistocene alluvial-proluvial sediment) forming the uppermost part of the western wall in the quarry



8. ábra. A miocén rétegsor (bal) és a triász dolomit (jobb) közé becsípődött pannóniai homok, agyag és dolomitbreccsa
Figure 8. Pannonian sand and clay in fault lens between the Miocene succession (left) and the Triassic dolomite (right)

„Szerkezeti zónába csípett képződmények”: A szelvény É-i részén található szerkezeti zónában (8. ábra) a miocén rétegsor, valamint a triász dolomit és dolomitbreccsa között, becsípett helyzetben olyan képződmények találhatók, amelyek a triászt fedő fiatal rétegsorból hiányoznak. A becsípett szakasz felfelé vastagodva 0,3–1,0 m vastagságban tárja fel az elmozdulási zónafelső szakaszán a triász dolomit mellé préselődő képződményt. A szerkezet alsó szakaszán az összetört triász dolomit erősen limonitos, dolomitporból és dolomitbreccsából álló képződménnyel érintkezik, amire szürke, szerves anyagban dús, lignites(?) agyag következik, amely tektonikusan érintkezik a miocén rétegsor meredeken dőlő rétegsorával. A felső szakaszon a 70–90°-ban dőlő szerkezetekben szürke, jól osztályozott, középszemcsés kvarchomok, agyagos homok következik a szürke agyag és dolomitbreccsa egybepréselt képződményeire. A szürke homok szintén a miocén rétegsor elnyírt és meredeken dőlő rétegefejeivel érintkezik tektonikusan. A törés csapása a 16. rétegen észlelt vetőkarcos felületekkel közel párhuzamos.

Őslénytani–rétegtani és mikrofácies vizsgálatok, képződési környezet

A karbonátos, keményebb kőzetek vékonycsiszolatos, a laza törmelékes üledékek iszapolámos őslénytani vizsgálata alapján (II–III. táblázat) a rétegsor nagy része (1–13. réteg)

II. táblázat. A Strázsa-hegy vizsgált rétegsorában előforduló foraminiferák
 Table II. Stratigraphic ranges of foraminifers in the studied section of Strázsa Hill

| Réteg/mikrofosszília (Beds/microfossil) | Kor (Age) | Foraminifera | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|--|--|----------------------------------|---|------------|------------------------|------------|----------------------------|---|--|--|--|---|---------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|---|---|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|--|------------------------|---|---|---|---|--|--|--|--|
| | | <i>Ammonia beccarii</i> (LINNÉ) | <i>Nonion</i> sp. | <i>Elphidium</i> sp. | <i>Elphidium</i> cf. <i>macellum</i> (FICHTEL et MOLL) | <i>Elphidium</i> cf. <i>macellum</i> (FICHTEL et MOLL) | <i>Elphidium crispum</i> (LINNÉ) | <i>Elphidium</i> cf. <i>hauerinum</i> (D'ORBIGNY) | Miliolidae | <i>Sinuolucina</i> sp. | Rotaliidae | <i>Quinqueloculina</i> sp. | <i>Quinqueloculina buchiana</i> (D'ORBIGNY) | <i>Borelis melo melo</i> (FICHTEL et MOLL) | <i>Peneropsis planatus</i> (FICHTEL et MOLL) | <i>Cycloforina serovae</i> (BOGDANOVICH) | <i>Cycloforina badenensis</i> (D'ORBIGNY) | <i>Hauerina</i> sp. | <i>Hauerina plana</i> (SEROVA) | <i>Spirolina austriaca</i> (D'ORBIGNY) | <i>Dentritina haueri</i> (D'ORBIGNY) | <i>Schlumbergerina transilvanica</i> (KARRER) | <i>Pseudotritoculina consobrina</i> (D'ORBIGNY) | <i>Bolivina</i> sp. | <i>Almaena</i> sp. | <i>Cycloforina</i> sp. | <i>Porosonion</i> sp. | <i>Porosonion granosum</i> (D'ORBIGNY) | <i>Globigerina</i> sp. | | | | | | | | |
| FZ2 | Pa | X | | | X | | X | | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FZ1 | Pa | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| 16 | Pa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Sza | | | | X | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Késő-badeni (Late Badenian) | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | X | | | | | | | | X | | X | | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| 9 | | X | X | | | X | X | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| 8 | | X | X | | X | | X | | | | | X | | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | X | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5-16: rétegszámolás, FZ1-2: szerkezeti zónába csipett rétegek, Sza – szarmata, Pa – pannóniai.

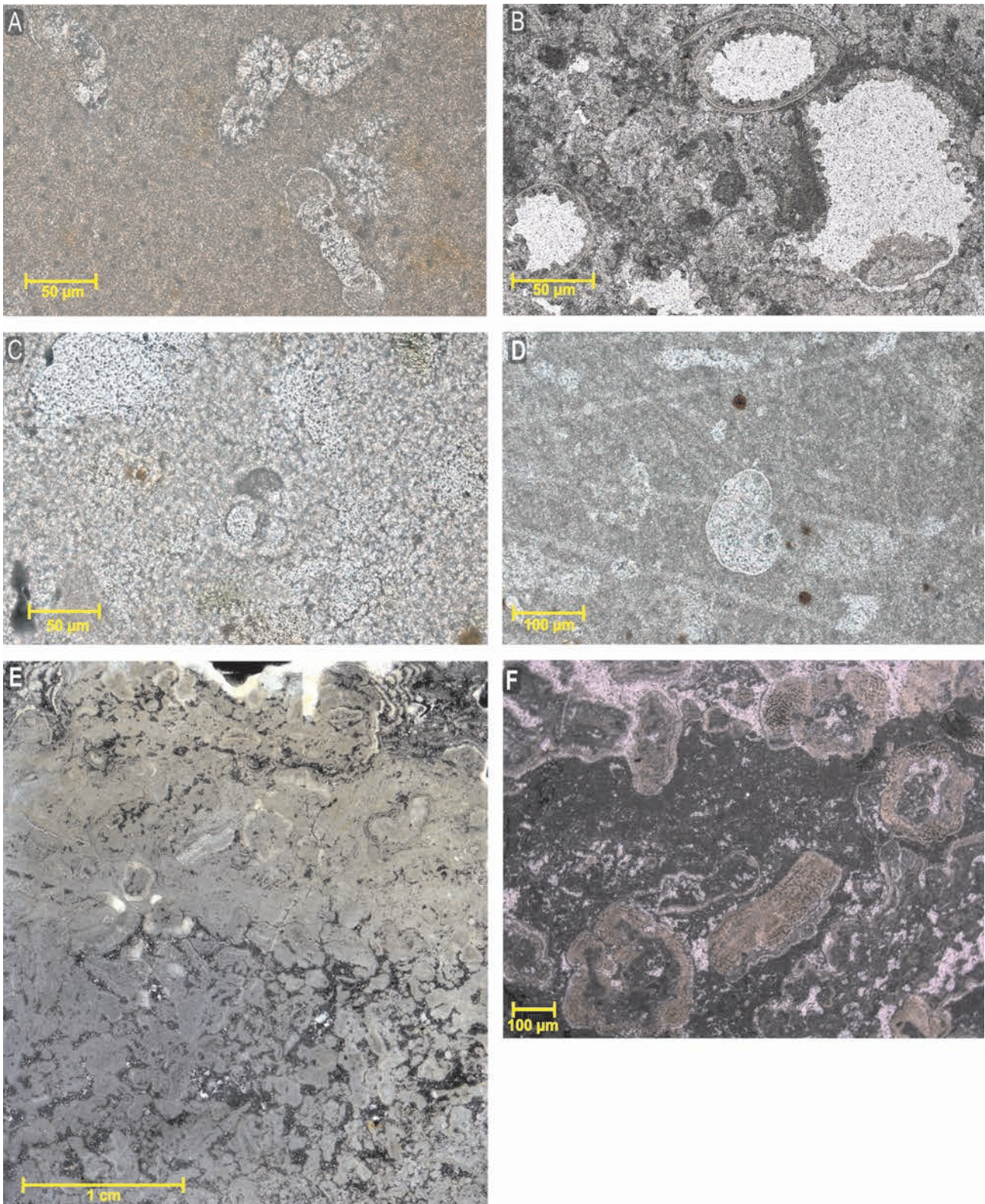
5-16: number of beds, FZ1-2: tectonically pinched layers, Sza – Sarmatian, Pa – Pannonian.

középső-miocén, késő-badeni korú (4. ábra). A szelvény alsó szakaszában (5–6. réteg) csekély rétegtani értékű környezetjelző foraminiferák és ostracodák (*Ammonia beccarii*, *Elphidium* sp., *Nonion* sp.) találhatóak, amelyek változó sótartalmú, inkább csökkent sós vízi sekély környezetet jeleznek. A tiszta, meszes üledékben visszatérő alak a lagúnák, euszáriumok, deltakörnyezetek jellemző inbentosz formája, az *Ammonia beccarii*, amely szélsőséges környezeti ingadozásokat is eltűr (MURRAY 1973). Az ostracodás és bentosz foraminiferás wackestone mikrofáciesű kőzet apró, már limonitosodott piritszemcsék és cementtel kitöltött üreges (vug), szemcseközi, esetleg kioldott szemcsék helyén képződött pórusokat tartalmaz (9. ábra A). A feltárás öslénytanilag legérdekesebb eredményét a 7. réteg faunája szolgáltatta. Ebben a rétegben a nagyon sekély, édesvízi környezetet jelző ostracoda faj, a *Potamocypris arcuata* példányai uralkodtak az együttesben. A sekély folyóvizekben (patak, kisebb vízfolyások) élő faj kizárólag kettős teknővel történő megjelenése az üledékben gyors, hirtelen édesvízi hozzáfolyást jelez a sekélyvízi lagúna területére (MEISCH 2000). Az üledékből néhány csigaembrió és néhány halfog is előkerült. A nemzetközi és a hazai irodalomban felső-badeni rétegekbe történő édesvízi beömlés kimutatása nagyon ritka. GROSS (2002) a Bécsi-medence badeni és szarmata rétegeinek ostracodáit taglaló munkájában is említi édesvízi taxonokat (*Ilyocypris*, *Fabaeformiscandona*, *Pseudocythere*), igaz kis példányszámban. Hazánkban ez-

idáig egyetlen helyről, egy zsanai fúrás badeni rétegéből került elő édesvízi miocén ostracoda (SZUROMINÉ & CSEREPESNÉ 2013). Ebben a feltárásban nagy meglepetést okozva egy rétegben, dominánsan jelent meg egy édesvízi ostracoda faj (*Potamocypris arcuata*), ami valószínű, hogy lokális jelenségként értelmezhető.

A 8–9. réteg gazdag és különösen a 9. réteg diverz faunae együttesében a rétegre jellemző foraminifera, a *Borelis melo melo* mellett sztenohalin ostracodák (például *Urocythereis kostelensis*, *Grinoides haidingeri*) mellett az Elphidiumok és miliolidae magas aránya arra enged következtetni, hogy a vízborítás sótartalma emelkedett a fekvő rétegéhez képest, de ingadozó, normálhoz közeli mértékű lehetett (GROSS 2002, BETZLER & SCHMITZ 1997). Az ősmaradvány-együttes növényzetben gazdag, jól szellőző litorális, infralitorális, normálhoz közeli, ingadozó sótartalmú környezet jelez (GROSS 2002). Az egykori környezet jellemzésére további adalékul szolgál a *Borelis melo melo* és a *Dentritina haueri* előfordulása is. BETZLER et al. (1997) szerint a Borelises–Dentritinás közösségek a 20–40 m-es vízmélységű meleg-tengeri zátonyháttér lagúnákban, illetve zátonylejtő környezetekben élnek.

A *Borelis* tartalmú rétegre ismét nagyon rossz megtartású és szegényes, csökkent sós vízi faunaelemeket tartalmazó képződmények következnek (10–12. réteg), édesvízhez közeli karbonátképződéssel, ami a sótartalom csökkenésére utal. A rétegek ősmaradvány-tartalma és környezete nagyon



9. ábra. Mikrofaciesek és jellemző ősmaradványok a Strázsa-hegy miocén rétegsorából

A) ostracoda, bentosz foraminifera (*Foraminifera* indet.) wackestone (6. réteg), B) átkristályosodott peloidos mikrit, kioldott ostracoda üregében növekvő drúzás kalcittal (12. réteg), C) késő-badeni karbonátos cementű homokkő plankton foraminiferával (13. réteg), D) szarmata homokos, bioklasztos wackestone, *Nonion bogdanowiczi* (15. réteg), E) pannóniai algabekéregzéses édesvízi mészkő felületi csiszolata (16. réteg), F) peloidos mikritcementben úszó, algákkal bekéregezett kerekded és hosszúkas szemcsék pannóniai édesvízi mészkőben (16. réteg)

Figure 9. Microfacies and specific microfossils from the Miocene beds of Strázsa Hill

A) ostracod and benthic foraminifers (*Foraminifera* indet.) wackestone (bed 6), B) recrystallized peloidal micrite with growing druse calcite in dissolved ostracod vugs (bed 12), C) Late Badenian carbonate-cemented sandstone with planktonic foraminifer (bed 13), D) Sarmatian sandy bioclastic wackestone, *Nonion bogdanowiczi* (bed 15), E) polished surface of Pannonian freshwater limestone with algae crusting (bed 16), F) roundish and long-shaped, algae crusted clasts in peloidal micrite of Pannonian freshwater limestone (bed 16).

vízi mészkőhöz hasonló kifejlődést JÁMBOR (1980a) említett betelepülésként a Zsámbéki-medence néhány fúrásából (Zsámbék Zst-3, -4, Mány Má-191) az ooidos szarmata mészkő (Tinnyei F.) és a fölötte települő, túlnyomó részben márgából álló pannóniai rétegsor határáról. Ezeket a tömör „pizolitos” mészköveket sekély tavak üledékének minősítette (JÁMBOR 1980b), és később a Csákvári Formációba (Strázsahegyi Mészkő Tagozat) sorolta (JÁMBOR 1996b). A Strázsa-hegyen a pannóniai rétegsor fiatalabb, agyagmárgából álló szakasza azonban lepusztult vagy csak részben ülepedett le, így az édesvízi mészkőre kvarter üledékek települnek.

A rétegsort fedő törmelékes üledék (17. réteg) ősmaradvány-mentes. Kőzettani összetétele és települési helyzete alapján feltételezhetően a területen található negyedidőszaki rétegsor alsó részét képviseli. Képződése jelentős törmelék-lehordással jellemezhető időszakos, széles kiterjedésű vízfolyásokhoz köthető, amelyek a szerkezeti zóna által preformált paleofelszín mélyedéseiben haladtak, azt erodálták, és időszakosan nagy mennyiségű durva törmelékkel szállítottak.

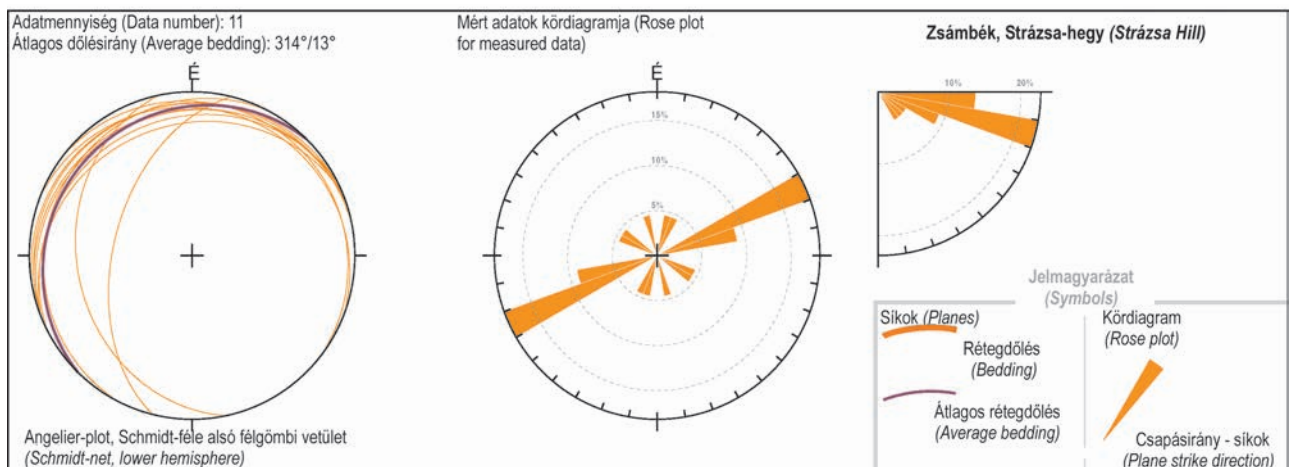
A szerkezeti zónába csípett rétegek sokszor erősen koptatott, sérült, minden bizonnyal az ismertetett rétegsorból származó áthalmozott badeni és szarmata foraminiferákat és ostracodákat tartalmaznak. A becsípett szakasz alsó, agyagosabb felében található *Cyprideis*-félék nagyon hasonlóak a „globigerinás, homokos márga”-ban (15. réteg) megfigyelt ostracodákhoz, így azok áthalmozottak is lehetnek. Hasonlóképpen, a felső, homokos képződmények *Borelis* sp. és *bryozoa* teleptörödékek koptatott példányai a 8–9. rétegek ősmaradványainak áthalmozott példányai lehetnek. Az áthalmozódást erősíti, hogy a faunaelemek a lepusztulás sorrendjében, rétegtanilag fordítva jelennek meg. Egyéb mikrofoszfília nem található ezekben a rétegekben. A szerkezeti zónába csípett képződmények korát a mikrofoszfiliák áthalmozott jellege középső-miocénnél fiatalabbnak, települési helyzetük pedig a negyedidőszaki rétegsornál idősebbnek

jelöli ki. Kőzettani jellegeik szerint a lignites, magas növényi szervesanyag-tartalmú agyagos üledékek, és a náluk fiatalabb, ősmaradványmentes, jól osztályozott kvarchomok a késő-miocén (pannóniai) kort valószínűsíti. Ezt támasztja alá, hogy a Strázsa-hegy környékén mélyült fúrások pannóniai rétegsorában szintén előfordulnak szenes agyagos képződmények, hasonlóan a gerecei Vályús-kút Csákvári Formációba sorolt rétegsorához (MAGYAR et al. 2017; SZTANÓ et al. 2018). A tavi, mocsári rétegek képződése a szerkezeti zóna működésével közel egyidős, esetleg annál kissé idősebb lehetett, és megőrződésük is ennek köszönhető.

A Strázsa-hegy kainozoos rétegsorának szerkezeti adatai és értelmezésük

A strázsa-hegyi kőfejtő Ny-i fejtési szakaszán általunk részletesen vizsgált, ÉÉK–DDNy-i lefutású szelvényben (3. ábra) jó feltártsági viszonyok között tanulmányozható a fent ismertetett felső-badeni–szarmata–pannóniai rétegsor és a triász dolomit tektonikus érintkezése (8. ábra). A szelvény É-i oldalán, a triászhoz képest magasabb topográfiai helyzetben, a szerkezeti zóna kivetített vonalának látszólag ellentétes oldalain található miocén és pleisztocén képződmények kontaktusa a lefedettség miatt nem vizsgálható, így nem határozható meg a szerkezet legfiatalabb aktivitása sem. A bánya K-i bejáratánál lévő bányafalon látható, eróziós felszínnel települő pleisztocén rétegsor alapján azonban feltételezhető, hogy a negyedidőszaki rétegsor itt is eróziós diszkordanciával (csatorna, eróziós vályú) települ az idősebb képződményekre, nagy valószínűséggel lefedve a szerkezeti zónát is.

A miocén rétegsorban mért rétegdőlésértékek átlagosan $314/13^\circ$ -os értéket adnak (10. ábra). Ez némileg ellentmond a Zsámbéki-medence K-i, DK-i átlagos dőlésirányainak (JASKÓ 1943a, b; FODOR et al. 2000; PALOTÁS 2014), ennek oka a szerkezeti zóna közelsége lehet. A tektonikus érintke-



10. ábra. A zsámbéki Strázsa-hegyi kőfejtőben mért miocén rétegdőlésadatok sztereogramja és a rétegdőlés adatokhoz rendelt csapáseloszlás rózsadiagramja (Schmidt-féle alsó félgömb vetület)

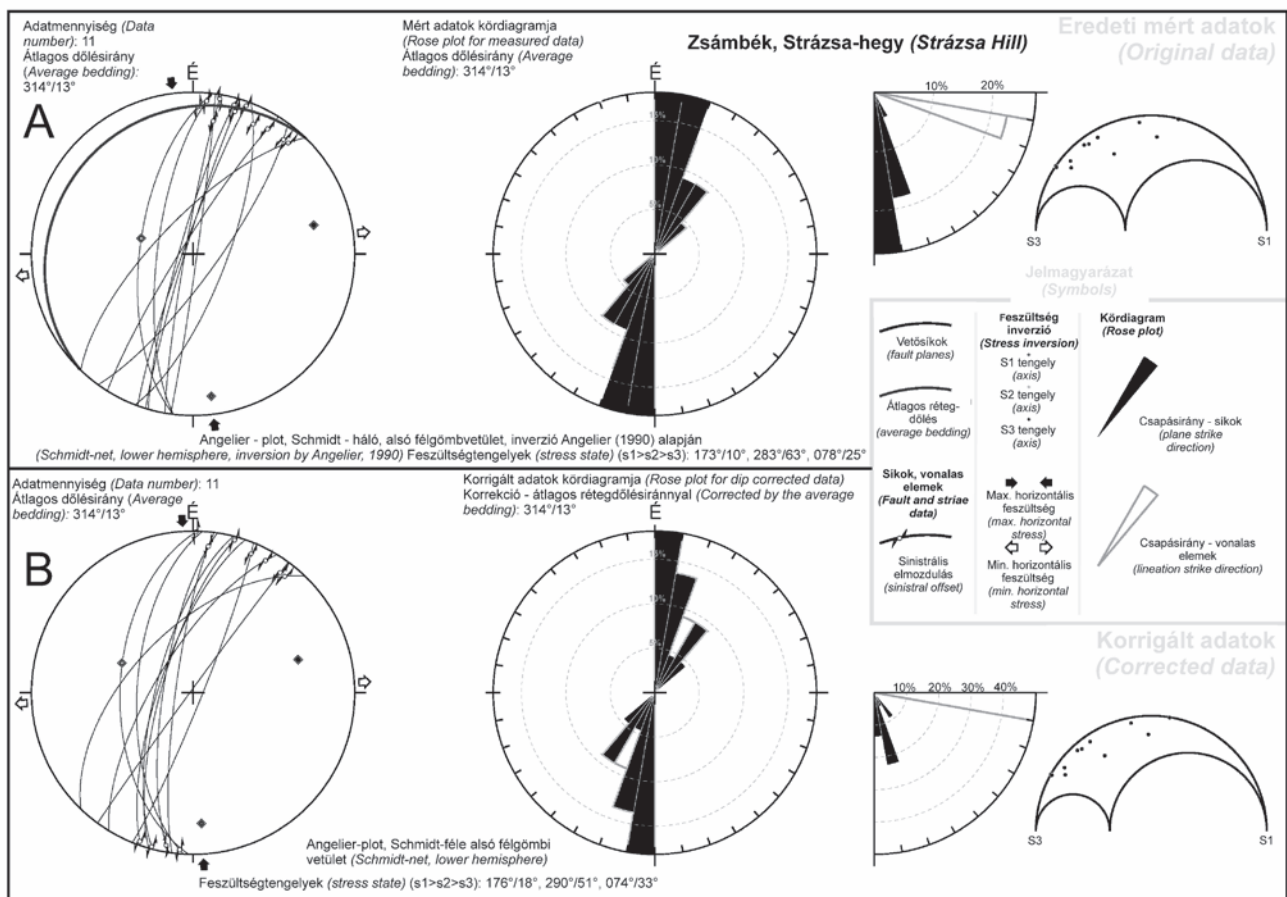
Figure 10. Stereogram of measured dip directions of Miocene beds from the Strázsa Hill quarry at Zsámbék and rose diagram showing the frequency distributions of the azimuths of dip direction data (Schmidt lower-hemisphere projection)

zés fő síkjához közeledve a meredekebb, 30–50° közötti, Ny-i dőlésirányú értékek jellemzőek. Az erősen összetört triász dolomit rétegdőlés-értékeit ezen a falszakaszon nem sikerült rögzítenünk.

A vizsgált szelvényben a triász és a miocén rétegsor kontaktusa a szelvény az É-i részén tektonikus, a középső és D-i szakaszon üledékes, ahol kis méretű feltolódások léptetik el a határt. A miocén rétegsort É-i és D-i lefutású meredek vető mentén a fiatal rétegsorral érintkező triász dolomitos rétegek takarják. A fal meredeksége miatt a D-i szakaszon ez csak feltételezhetően, az É-i szakaszon azonban igazolhatóan enyhe feltolódásos szerkezetként jelenik meg (8. ábra). A miocén rétegösszletben észlelt törések jelentős részén balos oldaleltolódásos karcokat mértünk (11. ábra), melyek túlnyomó többsége a 16. réteghez kötődik (6. ábra). Az eltolódás mentén a triász dolomit enyhén rátolódva deformálta a miocén rétegsort. A vizsgált falszakaszon mért töréses szerkezeti adatok alapján számolt feszültségtér megközelítőleg É–D (ÉÉNy–DDK) irányú összenyomást valószínűsít (11. ábra A) a legfiatalabb érintett üledékes

képződmények (16. réteg) leülepedését követő időszakra vonatkozóan.

A mért miocén rétegdőlések átlagával visszabilentett töréses adatok is megközelítőleg É–D-i kompressziót jeleznek (11. ábra B), mely néhány fok eltérést jelent csak a jelenleg tanulmányozható geometriai viszonyokhoz képest. Ez alapvetően a közel É–D csapású vetősíkok ÉNy-i és Ny-i irányba történt kismértékű kibillentésének köszönhető. A középső-miocén képződmények leülepedését követő billenés jellege, oka és területi kiterjedése jelenleg nem tisztázott (szinszediment szerkezetalakulás, poszt-szediment tektonika). A csekély mennyiségű, túlnyomó többségében a töréses szerkezetek közvetlen közelében mért, az átlag ÉNy-i dőlésiránytól eltérő, Ny-i irányú és a többséghez viszonyítva meredek (cca. 40°) rétegdőlések egyik kiváltó oka maga a szerkezeti zóna működése lehetett. A lokális anomális rétegdőlés és az enyhe kompresszió hatására az oldalelmozdulás két oldalán elhelyezkedő képződmények jelentős közetfizikai különbözőségéből fakadóan, a kompakt triász dolomit elvonszolta és enyhén felgyűrte a gyengén kon-



11. ábra. A zsámbéki Strázsa-hegyi köfajtóban mért szerkezeti adatok. A) A miocén rétegösszletben mért törések és az azok menti elmozdulást jelző vetőkarcok ábrázolása sztereografikus projekción, töréssíkadatokhoz rendelt csapáseloszlás rózsadiagramja. B) Az átlagos miocén rétegdőléssel (314°/13°) visszabilentett miocén rétegösszletben mért törések és az azok menti elmozdulást jelző vetőkarcok ábrázolása sztereografikus projekción, töréssíkadatokhoz rendelt csapáseloszlás rózsadiagramja (Schmidt-féle alsó félgömb vetület)

Figure 11. The measured main structural dataset of the Zsámbék Strázsa Hill quarry. A) Stereographic projection of faults, fractures, joints with related linear structures (slickenside, striae, pitch) in Miocene beds and the rose diagram of the frequency distributions of brittle tectonic structures. (Schmidt lower-hemisphere projection.) B) Stereographic projection of faults, fractures, joints with related linear structures (slickenside, striae, pitch) in Miocene beds after the correction by average Miocene bedding (314°/13°) and the rose diagram of the frequency distributions of brittle tectonic structure. (Schmidt lower-hemisphere projection)

szolidált miocén üledékeket. Ezt erősíti meg a dolomit és a miocén üledékek kontaktusára jellemző, virágszerkezetre emlékeztető zóna, amelyek törésiránya egybeesik a tisztán eltolódásos karcokat létrehozó szerkezettel.

Igazolhatóan szinszediment szerkezeteket nem sikerült észlelni a szelvényben, azonban a rétegsor 6–9. rétegeinek rálapolódása a fekvő rétegekre és ezek ÉÉK-i irányú vastagodása (3. ábra) látszólag É felé dőlő félárokszerkezetre utal. Azonban ha figyelembe vesszük az ÉNy-i rétegdőlés adatait és a szelvény irányát (ÉÉK–DDNy), akkor érthető, hogy a rétegsor közel csapásirányú metszetének rétegszerkezetét látjuk, és a rétegsor vastagságát befolyásoló esetleges tektonikai szerkezetet az elbányászott DK-i részen (éppen a prekainozoos aljzatban észlelt rátolódás zónájában) kellene keresnünk. Feltételezhető azonban, hogy különösen a rétegsor alsó részén található durvatörmelék, helyi anyagú, kis szállítást szenvedett triász klasztokból álló breccsa szinszediment tektonikai esemény következtében rakódott le. Ezt igazolják a szelvény D-i részén, a triász aljzatban látható kisebb feltolódások, melyek mentén a triász dolomit részben rátolódik a középső-miocén (badeni) rétegekre, részben azokkal fedett (3. ábra). A kis feltolódott blokkok tetejéhez futnak ki a fent említett breccsarétegek. Ez a késő-badeni szinszediment szerkezetalakulás tehát megelőzi a teljes rétegsort átmetsző, a miocén és a triász rétegsort egymás mellé hozó, fiatalabb transzpressziós deformációt, és egyben enyhén redőzi, illetve kibillentli a már lerakódott rétegsort.

Diszkusszió

A Strázsa-hegy kőfejtője feltárja a Vértessomló–Nagykovácsi-zónát, amelynek mentén a medencealjzatot alkotó nori Földolmitra D-i vergenciával rátolódott a ladin–karni összlet (BUDAI et al. 2015). Az általunk vizsgált késő-badeni–szarmata–kora-pannoniai rétegsorban a legidősebb észlelt szerkezetek a késő-badeni sziliciklasztos rétegsor leülepedésével egyidős feltolódások (3. ábra), amelynek mentén a triász dolomit kismértékben rátolódott a miocén képződményekre, miközben a morfológiailag kimagasodó felszínről lepusztult triász törmelék breccsaréteggént jelentkezik a miocén üledékben. A breccsát tartalmazó rétegek felső részén jelentkező bioperforált, abráziós parti kavicsok a rétegsor leülepedésével egyidős, közeli sziklás tengerparti környezetből származhattak, ennek helyzete azonban jelenleg nem ismert. A fűrt klaszto rétegszerű megjelenése (3. réteg) alapján feltételezhető, hogy azok nagyobb energiájú üledékszállítás során (pl. cunami) rakódtak le, amely összhangban van az észlelt szinszediment tektonikai eseménnyel. A feltehetően kompressziós vagy transzpressziós (a fal meredeksége miatt mérések hiányában azonban nem igazolható) esemény következtében a miocén rétegsor kissé kibillent, ami a badeni rétegsor rálapolódását eredményezte a kibillentett felszínre. Ez ellentmondani látszik a Gerecsében kimutatott, és általában jellemző középső-miocén széthúzásos, D9–10-es (FODOR et al. 2018) feszültségmezőnek. Valószínűleg az ÉK–DNy-i széthúzásos feszültségmezőben job-

bos eltolódásként felújuló Vértessomló–Nagykovácsi-zóna és a hozzá kapcsolódó, már létező (kora-miocén és paleogén deformáció) balos kiegészítő törései (ÉNy–DK-i törések) lokális kompressziós deformációja okozta a kismértékű badeni szinszediment rátolódásokat és a billentést. Másik megoldásként elképzelhető, hogy a Gerecsében kimutatott kora-miocén, közel ÉNy–DK irányú összenyomásos és rámerőleges széthúzásos feszültségtér (D8-as fázis, FODOR et al. 2018) lokálisan később is aktív volt a Vértessomló–Nagykovácsi-zóna mentén. A szerkezeti zóna ilyen jellegű miocén felújulását már BALLA & DUDKO (1989) is feltételezte. Ebben a lokális feszültségmezőben a Strázsa-hegyet metsző rátolódás is felújulhatott, helyi morfológiai kiemelkedést hozva létre a Zsámbéki-medence É-i részén, a badeni tenger partján vagy annak közelében. Ez részben magyarázhatja az anomális badeni és szarmata rétegdőlések megjelenését a vizsgált szelvényben.

A Zsámbéki-medence badeni partvidékéhez közeli morfológiai kiemelkedés egy, a Strázsa-hegytől ÉNy-ra kialakult sekélyvízű lagúnát választott le a nyílt tengerről. A lagúna kapcsolatban lehetett a nyílt tengerrel, amelybe ugyanakkor viszonylag nagyobb mennyiségű édesvizet szállíthattak a vízfolyások. A mezozoos képződményekből álló sziget- vagy félszigetszerű szárazulat DK-i, nyílt tenger felé eső részén sziklás tengerparti környezet alakult ki, amelynek abráziós törmeléke megtalálható a háttérlagúna rétegsorában. Ez a törmelék nagyobb viharok, esetleg cunami(k) során kerülhetett a lagúna védettebb területére.

A Vértessomló–Nagykovácsi-zóna Strázsa-hegy környéki része a szarmata üledékképződés során (és talán még utána) is tektonikailag aktív morfológiai hát lehetett (hasolón az ún. „Etyeki-háthoz”, FODOR et al. 2000) miközben az aktív normálvetők mentén folyamatosan zajlott a részmedencék félárok szerkezetek menti süllyedése. A hát emelkedésére utal a szarmata összlet rendellenesen vékony kifejlődése és diszkordáns települése, illetve a fiatalabb képződmények teljes hiánya.

FODOR et al (2000) szerint a Zsámbéki-medencét meghatározó nagyobb szerkezetek kinematikai jellege és a feszültségtér elemzése alapján az ÉNy–DK és ÉÉNy–DDK irányú jobbos vagy jobbos-normál eltolódások, az É–D – ÉK–DNy irányú törések normálvetők vagy tenziós hasadékok, illetve a KÉK–NyDNy csapású balos eltolódások („Etyeki-hát” szerkezetei) K–Ny-i, illetve DK–ÉNy-i húzásos feszültségmezőben keletkeztek és működtek, amikor a maximális feszültségtengely csak ritkán volt vízszintes.

Véleményünk szerint a FODOR et al. (2000) által megálapított feszültségmező a Gerecséből kimutatott szerkezeti fázisok (FODOR et al. 2018) közül a D10 és D12-es szarmata-pliocén időszakra eső szerkezeti fázisoknak felel meg. FODOR et al. (2000) által a Zsámbéki-medencében vizsgált fő törések működésének analógiája alapján, a gerecsei D10 és D12-es szerkezeti fázisnak (FODOR et al. 2018) megfelelően, a vizsgált területhez közeli fő peremtörések is feltehetően jobbos normál, a Vértessomló–Nagykovácsi-zónába eső szerkezetek pedig balos eltolódásként működtek a szarmata-pliocén során. A deformáció elemzésekor nem

hagyhatjuk figyelmen kívül a Vértessomló–Nagykovácsi törésvonal közvetlen közelségét, ezáltal a terület erőteljes szerkezeti preformáltságát, mely miatt a különböző feszültségmezőkben létrejövő deformációk az általánostól eltérő jellegeket is mutathatnak.

A badeni–szarmata, valamint a szarmata–pannóniai határon észlelt eróziós diszkordancia és a képződmények fázisében mutatkozó jelentős eltérés feltehetően a terület kisebb szerkezeti emelkedésére és szárazra kerülésére utal, ami a rétegsorok részleges lepusztulására, esetleg a kifejlődés hiányára enged következtetni.

A fentebb bemutatott feszültségmező számítás (11. ábra) és a 16. (édesvízi mészkő) réteget szilárd, köztétté vált állapotban ért deformáció, valamint a tektonikai szerkezetbe csípett üledékek őslénytani vizsgálata alapján egy ÉÉNy–DDK-i összenyomással jellemezhető transzpressziós feszültségmező hozta létre az ÉÉK–DDNy-i csapású balos eltolódást és az eltolódás mentén a triász képződmények kismértékű rátolódását a miocén rétegsorra. A deformáció kora biztosan szarmata utáni, ezt igazolja az édesvízi mészkő (16. réteg) rétegtani helyzete a pannóniai rétegsor alsó szakaszán. Ha ez a képződmény a szarmata végi regressziós ciklus (PALOTÁS 2014) záró tagja lenne, a köztétté válást követő deformáció ebben az esetben is legfeljebb szarmata végi vagy kora-pannóniai korú lenne. Ezt támasztja alá a szerkezetbe csípett rétegek áthalmozott badeni és szarmata taxonokat tartalmazó kevert mikrofaunája és a környező fúrásokban azonosított és a gerecei Vályús-kútról leírt (SZTANÓ et al. 2018) pannóniai rétegek kőzettani (szenes agyag, homok) jellege is. A szerkezeti zónába csípett pannóniai üledékek nem találhatók meg a Strázsa-hegy rétegsorában, tehát ezeknek a környékbeli fúrásokban észlelt települési helyzete alapján a pannóniai korú édesvízi mészkő és a rá eróziós diszkordanciával következő negyedidőszaki rétegsor képződése közötti időszakban kellett felhalmozódnuk és lepusztulniuk, valamint részben becsípődniük a tektonikai szerkezetbe. Az így kimutatott transzpressziós deformáció jól megfeleltethető a közeli Gerecséből leírt (FODOR et al. 2018) és deformáció szinten a Zsámbéki-medencében eddig még nem észlelt D11-es deformációs fázisnak. VÉGHÉ et al. (1978) közel Ny–K csapású, D-i vergenciájú, biztosan oligocén utáni rátolódásokat említ a Nagygyháza–Csordakúti-medencéből. FODOR et al. (2018) szerint ezek az ÉÉNy–DDK-i összenyomásos feszültségterben keletkezett rátolódások, továbbá a csordakúti külfejtésben észlelt NyÉNy–KDK csapású jobbos, valamint ÉÉK–DDNy balos oldaleltolódások is feltehetően ehhez a deformációs fázishoz tartozhatnak, amelynek a rövid idejű, epizodikus aktivitása a szarmata legvégére, esetleg a pannóniai letelepedésére eshet. Ebből az időszakból BADA (1994) is közel É–D-i kompressziós és erre merőleges tenziós feszültségteret határozott meg a Gerecse és az É-Zsámbéki-medence területéről.

A vizsgált területen a D11-es deformációs fázisnak megfelelően markáns balos oldaleltolódás és az ehhez kötődő transzpressziós szerkezetek kora a fentiek alapján a pannóniai elejére tehető, esetleg annál kissé fiatalabb is lehet. A

környékbeli fúrásokban megjelenő viszonylag vastag pannóniai rétegsor hiánya a szelvényben a terület pannóniai üledékképződésének hiányára, esetleg korlátozottságára (a terület részben kiemelt helyzetére) utalhat. Ezt támasztja alá KÓKAY (1989) megfigyelése is, miszerint a Máty. Má–335 jelű fúrásban a szarmata–pannóniai határon gyökérvonalhoz kötődő szárazföldi mészkonkréciós agyagos aleurit található, ami véleménye szerint a környék megemelkedését igazolja. Mindez jó összhangban lehet a vizsgált terület általunk feltételezett lokális emelkedésével, amelyhez hozzájárulhatott ebben az időszakban a Vértessomló–Nagykovácsi szerkezeti zóna DDK-i vergenciájú rátolódásos felújulása.

A szerkezeti fázis reaktiválhatta a fő szerkezeti zóna DDK-i vergenciájú rátolódásos komponenseit is, ami a terület lokális megemelkedésével és az addig lerakódott rétegek lepusztulásával járt.

A szerkezeti zóna legfiatalabb, negyedidőszaki aktivitását jelezheti a negyedidőszaki rétegsorban eseményszerűen megjelenő, a környék triász dolomitjából származó két viszonylag vastag breccsaréteg. A szerkezeti aktivitás pontos koráról egyelőre nincsenek adataink, annyi azonban bizonyos, hogy a kőfejtő K-i részén lévő szelvény barna erdőtalajos lösz rétegsorának képződését megelőző időszakról lehet szó.

Következtetések

Rétegtan

A zsámbéki Strázsa-hegy kőfejtőjében feltárt kainozoos rétegsor alsó, túlnyomó részben sziliciklasztos, karbonátos szakasza a felső-badeni és a szarmata emeletbe tartozik. A szarmata rétegsor rendellenesen vékony, alul és felül diszkordanciafelülettel határolt.

A középső-miocén rétegsorra diszkordánsan települő édesvízi onkoidos mészkő a Zsámbéki-medence felső-miocén sziliciklasztos rétegsorának bázisképződményével azonosítható (Csákvári Formáció).

A rétegsor legfelső szakasza a pannóniai mészkőre diszkordánsan települő pleisztocén folyóvízi összlet a területen kifejlődött barna paleotalajos lösznél idősebb.

Tektonika

A vizsgált középső–felső-miocén és pleisztocén rétegsor a Vértessomló–Nagykovácsi-zóna zsámbéki felszíni kibukkanásának területén található, amelynek deformációja végig meghatározta a medencerész paleomorfológiáját és az üledékképződést. Ez magyarázza a területen mérhető, az általános D-i, DK-i (FODOR et al. 2000, PALOTÁS 2014) iránytól eltérő, anomális ÉNy-i dőlésirányokat.

A legidősebb kainozoos szerkezeti elem a késő-badeni üledékekkel fedett rátolódásos szerkezet, amely enyhén redőzött és kibillentette az addig lerakódott rétegeket. A késő-badeni szerkezetalakuláshoz breccsaképződés és feltehetőenunami jelenségek kapcsolódtak. Ezt a fázist a gerecei

D9–10-es (esetleg áthúzódó D8-as) szerkezeti fázisának felletjük meg. Attól eltérően azonban a Vértessomló–Nagykovácsi-zóna menti deformációt nem húzás, hanem a jobbos eltolódás és a hozzá kapcsolódó balos kiegészítő törés közti deformációs tér lokális összenyomása határozta meg, ami a terület megemelkedését is eredményezte. Ennek okát a szerkezeti zóna zsámbéki szakaszának (elsősorban késő-kréta és paleogén) tektonikai preformációjában látjuk.

A középső-miocénnél fiatalabb szerkezeti fázis biztosan a szarmata után, valószínűleg a kora-pannóniai során működött. A feszültségter-elemzés szerint ez a markáns, ÉÉK–DDNy csapású balos eltolódásban és ehhez kötődő rátolódásban jelentkező deformáció ÉÉNy–DDK-i transzpressziós feszültségterben jött létre. A szerkezeti fázist a gerecei D11-es fázissal azonosítjuk, amelyet erről a területről korábban még nem mutattak ki. Ennek a fázisnak a során került jelenlegi helyzetében egymás mellé a triász és a miocén rétegsor, és ekkor csipődött be a szerkezeti zónába a rétegsorból hiányzó pannóniai szenes agyagos és homokos képződmény.

A neotektonikai aktivitást jelzi a pleisztocén alluviális–proluviális összletben megjelenő durva hordalék, amely hirtelen és gyors szárazföldi törmelékbeszállítási eseményekre, és egyben a lepusztuló háttér tektonikus emelkedésre utal.

Ösföldrajz, öskörnyezet

A Zsámbéki-medence vizsgált területét a hazai viszonyok között is különleges üledékképződési környezet jellemezte a késő-badeni során, amelyet aktív szerkezetalakulás kontrollált. A Vértessomló–Nagykovácsi-szerkezet Strázsa-hegyen kibukkanó szakaszát a középső- és felső-miocén rétegsorok tanúsága szerint tektonikailag aktív paleomorfológiai kiemelkedésként értelmezhetjük ebben az időszakban. A morfológiai hát mögött, a badeni tenger partvidékén kezdetben változó, eleinte csökkent sótartalmú, sekély, partközeli védett lagúna jött létre, ahol jelentős volt a part menti törmelék beáramlása.

A sekélylagúna környezettel egyidős, annak közelében lévő abráziós sziklás partot valószínűsítünk a vizsgált szelvénytől D-re, a Vértessomló–Nagykovácsi-zóna rátolódási frontjának D-i részén. A szerkezeti zónát a védett lagúna és a sziklás parttal rendelkező nyílt tenger közötti paleomorfológiai hátként (szigetként vagy félszigetként) értelmezzük. A mögötte lévő védett öböl felfogta a szárazföld felől patakokkal, kisebb vízfolyásokkal érkező törmelékkel, amely ugyanakkor a nyílt tengerrel is kapcsolatba került időnként. Az epizodikus behordódott, bio-perforált abráziós parti kavicsok megjelenését földrengéshez kötődő, nagy energiájú árhullám (cunami) üledékeként értelmezzük. A szinszediment tektonikai aktivitás keltette árhullám a nyílt tenger felől (D-i irányból) átmosta a hullámverte abráziós terasz üledékét a paleomorfológiai magaslaton, amely ilyen módon kerülhetett a lagúna üledékei közé.

A késő-badeni során a vizsgált területet ingadozó sótartalmú, sekély lagúna borította. A feltárás érdekessége volt, hogy sikerült kimutatni a felső-badeni rétegekből édesvízi hozzáfolyást ostracoda-fauna alapján.

A felső-badeni rétegsorban két sótartalom változási ciklust tudtunk elkülöníteni. Az első ciklusban a csökkent sós vízi lagúnában fokozatosan egyre inkább normálhoz közeli sótartalmú környezet alakult ki (1–9. réteg), amelynek később fokozatosan ismét csökkent a sótartalma (10–12. réteg). Az ezt követő ciklus során a badeni üledékgyűjtő ismét normál sós közeli környezetté alakult, amely időszakosan kapcsolatba is kerülhetett a nyílt tengerrel (13. réteg). Ez feltehetően lokális szinszediment tektonikai eseményekre, illetve a medenceterület általános süllyedésére vezethető vissza. A szerkezeti aktív időszak után a lagúna beömlő édesvíz hatására ismét megváltozott a környezet, amelynek egy újabb, az előzőnél jelentősebb mértékű nyílt tengeri elöntés vetett véget a késő-badeni során.

A szarmata szerkezetalakulás során a rétegsor egy része bizonyosan lepusztult, ami a terület időszakos szárazulatra kerülését jelentette a badeni–szarmata határon.

A szarmatában ismét ingadozó, de a normálnál alacsonyabb sótartalmú lagúna környezetben zajlott az üledékképződés. A mikrofauna-együttes a korábbiakhoz képest jelentős mértékben elszegényedett.

A szarmata–pannóniai határon a terület ismét szárazra került és részleges lepusztulást szenvedett.

A pannóniai üledékképződés édesvízi tavi környezetben indult meg. A tavi algás mészkő képződését követően mocsaras, sekély vízi üledékképződési környezet jött létre a pannóniai során, amely feltöltődött. Eredeti vastagságáról nincsenek információink. A pannóniai képződmények jelenlegi rétegsorbéli hiányát a szerkezeti zóna területén a pannóniai során zajló szerkezetalakulási eseményhez (a terület emelkedéséhez) kötik, és valószínűsítjük az üledékképződés korlátozottságát a környék azonos korú üledékgyűjtőihez képest.

A lösz lerakódását megelőző pleisztocén korszakot a felső- és középső-miocén, illetve a triász képződmények részleges szárazföldi lepusztulása jellemezte. Az időszakos vízfolyások a denudációs felszín völgyeiben rakták le üledékeiket. Az uralkodóan finomszemcsés üledékben lencseszerűen lerakódott, triász kőzetekből származó durva törmelék a háttér időszakos, feltehetően szerkezeti eseményekhez kötődő emelkedését jelzi.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat kéziratának alapos és konstruktív lektorálásáért a szerzők hálásak KÖVÉR Szilviának és TÓTH Emőkének, valamint SZTANÓ Orsolyának és FODOR Lászlónak. Köszönjük a kőfejtőt üzemeltető KŐ-KER Csákvár Kft-nek a kutatáshoz való hozzájárulást.

Irodalom — References

- ANGELIER, J. 1990: Inversion of field data in fault tectonics to obtain the regional stress III: A new rapid direct inversion method by analytical means. — *Geophysical Journal International* **103**, 363–376 <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1990.tb01777.x>
- BADA G. 1994: A paleofeszültségtér fejlődése a Gerecse hegység és kelet-délkeleti előterének területén. — *Kézirat, szakdolgozat*, ELTE TTK Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, Budapest, 137 p.
- BAKONYI, NÉMETH A., PARTÉNYI Z. & PEREGI ZS. 1977: A Dunántúli-középhegység földtani térképe, 20 000-es sorozat, Zsámbék. — *Kézirat*. Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.
- BALLA, Z. & DUDKO, A. 1989: Large-scale Tertiary strike-slip displacements recorded in the structure of the Transdanubian Range. — *Geophysical Transactions* **35/1–2**, 3–63.
- BERNHARDT B. & INCZE SZ. 1998: Az Északkelet-Dunántúl oligocén képződményeinek litosztratigráfiai tagolása. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Geokomplex Kft., Miskolc, J 502, 50 p.
- BETZLER, CH. & SCHMITZ, ST. 1997: First record of *Borelis melo* and *Dendritina* sp. in the Messinian of SE Spain (Cabo de Gata, Province Almería). — *Palaeontologische Zeitschrift* **71/3–4**, 211–216. <https://doi.org/10.1007/bf02988489>
- BUDAI T. 2004: Középső-triász medencefáciések és vulkanitok a Zsámbéki-medencében. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002*, 189–194.
- BUDAI T., FODOR L. (szerk.), CSÁSZÁR G., CSILLAG G., GÁL N., KERCSMÁR ZS. KORDOS L., PÁLFALVI S. & SELMECZI I. 2008: *A Vértes hegység földtana. Magyarázó a Vértes hegység földtani térképéhez (1:50 000)*. — Magyarország tájegységi térképsorozata, A Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 368 p.
- BUDAI T., HAAS J. & PIROS O. 2015: Új rétegtani adatok a Zsámbéki-medence triász aljzatából — szerkezetföldtani következtetések. — *Földtani Közlöny* **145/3**, 247–257. <https://ojs3.mtak.hu/index.php/foldtanikozlony/article/view/134>
- CORNÉE, J.-J., MOISSETTE, P., SAINT MARTIN, J.-P., DULAI, A., TÓTH, E., GÖRÖG, Á., KÁZMÉR, M. & MÜLLER, P. 2009: Marine carbonate systems in the Sarmatian of the Central Paratethys: the Zsámbék Basin of Hungary. — *Sedimentology* **56**, 1728–1750. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2009.01055.x>
- CSÁSZÁR G., HAAS J. & JOCHÁNÉ EDELÉNYI E. 1978: *A Dunántúli-középhegység bauxitföldtani térképe, M=1:100 000*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- CSILLAG G. & SZTANÓ O. 2015: Felső-miocén. In: KERCSMÁR ZS. (szerk.), BUDAI T., CSILLAG G., SELMECZI I. & SZTANÓ O.: *Magyarország felszíni képződményeinek földtana. Magyarázó Magyarország földtani térképéhez (1: 500 000)*. — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 42–46.
- DUNKL, I., FARICS É., JÓZSA, S., LUKÁCS, R., HAAS, J. & BUDAI, T. 2019: Traces of Carnian volcanic activity in the Transdanubian Range, Hungary. — *International Journal of Earth Sciences* **108/5**, 1451–1466. <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01714-w>
- FARICS É. 2018: A karni vulkanizmus nyomai a Dunántúli-középhegységben és a vulkanitok törmeléke a Budai-hegység eocén bázisképződményében. — *Kézirat*, PhD disszertáció, ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, 172 p.
- FERENCZI I. 1923: A tinnyevidéki harmadkori medencerészlet földtani viszonyai. (Jelentés az 1919–20. évi felvételi munkákról.) — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1920–23*, 40–49.
- FODOR L. 2008: Szerkezetföldtan. — In: BUDAI T. & FODOR L. szerk. 2008: *A Vértes hegység földtana*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 145–202.
- FODOR L. & BÍRÓ I. 2004: Eocén sziklás tengerpart a vértessomlói kréta rátalolás mentén (Szarvas-kút, Vértes). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002*, 153–62.
- FODOR L., MAGYARI Á., FOGARASI A. & PALOTÁS K. 1994: Tercier szerkezetfejlődés és késő paleogén üledékképződés a Budai-hegységben. A Budai vonal új értelmezése. — *Földtani Közlöny* **124/2**, 129–305.
- FODOR L., LELKES GY., MÜLLER P. & PALOTÁS K. 2000: Előzetes jelentés a Budai hg. – Gerecse hg. – Vértes hg. közötti terület badeni és szarmata ősföldrajzi, szín- és posztttektonikai viszonyairól. — *Kézirat*. Magyar Állami Földtani Intézet, 19 p.
- FODOR L., BÍRÓ I., ALBERT G. & LANTOS Z. 2005: New structural observations along the Vértessomló Line and implications for structural evolution of the Transdanubian Range (western Hungary). — *Geolines* **19**, 38–40.
- FODOR L., KERCSMÁR ZS. & KÖVÉR SZ. 2018: A Gerecse szerkezete és deformációs fázisai. — In: BUDAI T. (szerk.): *A Gerecse hegység földtana*. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 169–207.
- GIDAI L. 1979: Az eocén kőszén kutatási lehetőségei a Mány–Zsámbék közötti területen. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* **112/4**, 268–271.
- GÖRÖG, Á. 1992: Sarmatian foraminifera fauna of the Zsámbék Basin, Hungary. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eotvos Nominatae, Sectio Geologica* **29**, 31–153.
- GROSS, M. 2002: *Mittelmiozäne Ostracoden aus dem Wiener Becken (Badenium/Sarmatium, Österreich)/Middle Miocene Ostracods from the Vienna Basin (Badenian/Sarmatian, Austria)*. — Unpublished thesis, Karl–Franzens Universität Graz, 1–149.
- GYALOG L. (szerk.) 1996: A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa* **187**, 171 p.
- GYALOG L. & BUDAI T. (szerk.) 2004: Javaslatok Magyarország földtani képződményeinek litosztratigráfiai tagolására. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002*, 195–232.
- HALAVÁTS GY. 1892: A herczeghalmi artézi kút. — *Földtani Közlöny* **22/5–6**, 163–169.
- HAAS J., BUDAI T., CSONTOS L., FODOR L. & KONRÁD GY. 2010: *Magyarország pre-kainozoos földtani térképe, 1:500 000. (Pre-Cenozoic geological map of Hungary, 1:500000)*. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest. (In Hungarian and in English)
- HANTKEN M. 1861: Geologiai tanulmányok Buda s Tata között. — *Mathematikai és Természettudományi Közlemények* **1**, 213–278.
- JÁMBOR Á. 1967: Adatok a Zsámbéki- és a Mányi-medence Neogénjének ismeretéhez. — *Kézirat*. Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.

- JÁMBOR Á. 1969: A Budapest környéki neogén képződmények ősföldrajzi vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1967-ről*, 135–142.
- JÁMBOR Á. 1975a: A budajenői Bő–2. sz. fúrás kvarter és neogén képződményeinek rétegsora. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest
- JÁMBOR Á. 1975b: A Zsámbéki-medencei szarmata kénelfordulás kutatási terve. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, T.5294, 63 p.
- JÁMBOR Á. 1976: Üledékes kéntelep a Zsámbéki-medence szarmata sorozatában. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1974-ről*, 301–306.
- JÁMBOR Á. 1977: A mányi-medence neogén képződményei felépítésének vázlatja. — *Földtani Kutatás* **20/4**, 25–27.
- JÁMBOR Á. 1978: Új elképzelések a magyarországi neogén tengerek vizének sótartalom-változásairól. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1976-ról*, 261–265.
- JÁMBOR Á. 1980a: A zsámbéki 1: 20 000-es térképlap oligocén, neogén és kvarter képződményeinek földtani jellemzése. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- JÁMBOR Á. 1980b: Szigethegységeink és környezetük pannóniai képződményeinek fáciestípusai és ősföldrajzi jelentőségük. — *Földtani Közöny* **110/3–4**, 498–511.
- JÁMBOR Á. 1988: A magyarországi pannóniai (s.l.) képződmények geológiája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet*, Budapest, 52 p.
- JÁMBOR Á. 1996a: Perbáli Formáció. — In: GYALOG L. (szerk.): A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa* **187**, p. 82.
- JÁMBOR Á. 1996b: Zsámbéki Marga Formáció. In: GYALOG L. szerk.: A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa* **187**, 75–76.
- JÁMBOR Á., KÓKAY J., LELKES GY., SELMECZI I. & SZEGŐ É. 2003: A Mányi-medence neogénjének újabb vizsgálati eredményei. — *6. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2003. május 8–10, Zirc. Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*, 15–16.
- JASKÓ S. 1943a: Adatok a Bicskei neogén öböl földtani ismeretéhez — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1939–40-ről* (I), 335–359.
- JASKÓ S. 1943b: A Bicskei-öböl fejlődéstörténete, hegyszerkezete és fúrásai. — *Beszámoló a Magyar Királyi Földtani Intézet Vitaüléseinek Munkálatairól. A Magyar Királyi Földtani Intézet 1943. Évi Jelentésének Függeléke* **5**, 254–302.
- KERCSMÁR Zs. 2004: A tatabányai vöröskalcitellerek szerkezetföldtani jelentősége. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2002*, 163–174.
- KERCSMÁR Zs. 2005: A Tatabányai Eocén Medence földtani felépítésének és fejlődéstörténetének újabb kutatási eredményei, üledékföldtani és tektono-szedimentológiai vizsgálatok alapján. — *Kézirat*, PhD thesis, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Őslénytani Tanszék, 173 p.
- KERCSMÁR Zs. (szerk.), BUDAI T., CSILLAG G., SELMECZI I. & SZTANÓ O. 2015: *Magyarország felszíni képződményeinek földtana. Magyarázó „Magyarország felszíni földtani térképéhez” (1:500 000)*. — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 62 p.
- KÓKAY J. 1989: A mány-zsámbéki terület badeni és szarmata képződményei. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest, T15021, 27 p.
- LIFFA A. 1905: Agrogeológiai jegyzetek Tinnye és Perbál vidékéről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1904*, 227–251.
- MAGYAR I. 2010: *A Pannon-medence ősföldrajza és környezeti viszonyai a késő miocénben*. — Geolitera, Szeged, 140 p.
- MAGYAR I., SZTANÓ O., CSILLAG G., KERCSMÁR Zs., KATONA L., LANTOS Z., BARTHA I. R. & FODOR L. 2017: A Gerecse pannóniai puhatestűi és lelőhelyeik: rétegtan, öskörnyezet és fejlődéstörténet (Pannonian molluscs and their localities in the Gerecse Hills, Transdanubian Range). — *Földtani Közöny* **147/2**, 149–176. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2017.147.2.149>
- MAROS GY. 1988: A Vértes hegységi Vitány-vár környékének tektonikai elemzése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1986-ről*, 295–310.
- MEISCH, C. 2000: *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*. — Spektrum Akademischer Verlag, 522 p.
- MURRAY, J. W. 1973: *Distribution and ecology of living benthonic Foraminiferids*. — Heinemann, London, 274 p.
- ORAVECZ J. & HAAS J. 1980: Előzetes jelentés a Zsámbék Zs–14. sz. alapfúrás vizsgálatáról. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, l.sz.: T1656/29.
- PALOTÁS K. 2014: A szarmata üledékképződés vizsgálata a Budai-hegységben és környékén. — *Kézirat*, PhD Értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar
- PALOTÁS, K., SELMECZI, I., SZUROMI-KÖRECS, A., SZABADOS-SALLAY, E., BERECSKI, L. & BABINSZKI, E. 2019: Too salty? Too deep? This is also Sarmatian! (Some new data from the wide range of sedimentary environments in the Central Paratethys, Hungary). — *16th Bathurst Meeting of Carbonate Sedimentologists, Palma de Mallorca 5–12 July 2019. Abstract Volume, Talks, Theme 1: Carbonate Platforms. Carbonate Factories, Depositional Environments, Architecture and Modeling*, T–1 to T–9, p. 30.
- PARTÉNYI Z., RADICS L. (szerk.), BAKONYI I., NÉMETH A. & PEREGI Zs. 1979: Földtani alapadatok a zsámbéki 1:20 000-es térképlaphoz. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, Budapest.
- RAVASZ Cs. 1978: A budajenői kéntartalmú miocén evaporitok ásványkőzettani vizsgálata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1976-ról*, 177–188.
- RAVASZ, Cs. & SOLTÍ, G. 1980: Sulphur-, gypsum- and alginite-bearing strata in the Zsámbék Basin. — *Acta Mineralogica-Petrographica* **24/2**, 191–207.
- SASVÁRI, Á. & BAHAREV, A. 2014: SG2PS (structural geology to post script converter) — A graphical solution for brittle structural data evaluation and paleostress calculation. — *Computers & Geosciences* **66**, 81–93 <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.12.010>
- SELMECZI I. 2008: Középső-miocén. — In: BUDAI T. (szerk.): *A Gerecse hegység földtana*. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 119–131.

- SELMECZI I. 2015: Középső-miocén. — In: KERCSMÁR Zs. (szerk.), BUDAI T., CSILLAG G., SELMECZI I. & SZTANÓ O.: *Magyarország felszíni képződményeinek földtana. Magyarázó Magyarország földtani térképéhez (1:500 000)*. — Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, 35–41.
- SELMECZI I., SZUROMINÉ KORECZ A., PALOTÁS K., SZABADOSNÉ SALLAY E. & BABINSZKI E. 2018: Óriások lépcsője: egy elfeledett feltárás a Zsámbéki-medencéből. — In: VIRÁG A. & BOSNAKOFF M. (szerk.): *21. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés: Program, előadáskivonatokat, kirándulásvezető*. — Budapest, Magyarország: Magyarhoni Földtani Társulat p. 23..
- SEMPTEY F. 1943: A Nagykovácsi és Pilisszentiván közt kiemelkedő Szénás-hegycsoport földtani viszonyai. — *Földtani Szemle melléklete*, 54 p.
- SZTANÓ O., MAGYAR I. & CSILLAG G. 2018: Felső-miocén – Pannóniai s.l. — In: BUDAI T. (szerk.): *A Gerecse hegység földtana*. Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat kiadványa, Budapest, 119–131
- SZUROMINÉ KORECZ A. & CSEREPESNÉ MESZÉNA B. 2013: Bádeni csökkentsósvízi mikrofauna egy Duna–Tisza közti mélyfúrásból. — *16. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, 2013. május 23–25. Orfű. Program, előadáskivonatokat, kirándulásvezető*, p. 41.
- SZUROMI-KORECZ, A. & SELMECZI, I. 2015: Middle Miocene evaporates from borehole successions in Hungary. — *Neogene of the Paratethyan Region. 6th Workshop on the Neogene of Central and South-eastern Europe. An RCMNS Interim Colloquium, 31 May – 3 June, Orfű, Hungary. Programme, Abstracts, Field Trip Guidebook*, 91–92.
- TÓTH E. 2009: Őskörnyezeti vizsgálatok a Középső-Paratethysben a szarmata folyamán a mikrofauna őslénytani és geokémiai vizsgálata alapján. (Chagements paléoenvironnementaux dans la Paratéthys Centrale pendant le Sarmatien [Miocène moyen]: étude paléontologique de microfaunes et analyses géochimiques.). — *Kézirat*, PhD Értekezés, ELTE Őslénytani Tanszék, Université Claude Bernard Lyon I, Budapest/Lyon, 144 p. + Táblák +Melléklet
- TÓTH, E., GÖRÖG, Á., LÉCUYER, C., MOISSETTE, P., BALTER, V. & MONOSTORI, M. 2009: Palaeoenvironmental reconstruction of the Sarmatian (Middle Miocene) Central Paratethys based on palaeontological and geochemical analyses of foraminifera, ostracods, gastropods and rodents. — *Geological Magazine* **147/2**, 299–314. <https://doi.org/10.1017/s0016756809990203>
- VÉGH S.-né, KOVÁCS J. & MENSÁROS P. 1987: Rátolódás a Csordakút II. bauxitlencse területén. — *Földtani Közlemények* **117**, 93–99.
- VÉGH S.-né (szerk.) 1988: A Gerecse előtér kutatásának földtani eredményei. Szerkesztés előtti első változat. Az alaphegység kifejlődése, szerkezeti elhelyezkedése a kutatási területen. Az alaphegységhez kötött képződmények. — *Kézirat*, Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, T.15021/5*, 85 p.

Kézirat beérkezett: 2019. 09. 04.

A szeizmikus reflexiós módszerek szerepe a nem szénhidrogénipari kutatásokban Magyarországon — Példák a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat és elődei tevékenységéből

CSEKÉSZ-NAGY Ágnes, BAUER Márton, TAKÁCS Ernő, CSABAFI Róbert, GÚTHY Tibor, KÓBORNÉ BUJDOSÓ Éva,
TÖRÖK István, †REDLERNÉ TÁTRAI Marianna, SZÓTS Gergely, KOVÁCS Attila Csaba, HEGEDŰS Endre

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Alkalmazott Geofizikai Osztály
cserkesz-nagy.agnes@mbfsz.gov.hu, bauer.marton@mbfsz.gov.hu, takacs.erno@mbfsz.gov.hu, csabafi.robert@mbfsz.gov.hu,
guthy.tibor@mbfsz.gov.hu, bujdoso.eva@mbfsz.gov.hu, torok.istvan@mbfsz.gov.hu, szots.gergely@gmail.com, kacs74@gmail.com,
hegedus.endre@mbfsz.gov.hu

Significance of the reflection seismic methods in the non-hydrocarbon explorations in Hungary — Case studies from the the Mining and Geological Survey of Hungary and its predecessors

Abstract

Applied seismic research at the Mining and Geological Survey of Hungary follows the traditions of the Eötvös Loránd Geophysical Institute in conformity with the recent demands. Utilising the joint interpretation of archive geoscience data and modern seismic results, the risk of geological investigation can be efficiently reduced and the obtained geological models contributes to the success of innovation projects connected with the geological environment. The highest uncertainty in such projects (e.g. exploitation of natural resources, waste deposition, or construction geology) is the delimitation of the geological formations and the characterisation of their petrophysical properties and inhomogeneities. If only point-like borehole data were used for mapping, the above tasks could be performed only with a high level of uncertainty.

In this paper, three case studies are presented from Hungary. The results demonstrate the benefits of the seismic investigations in decreasing the geological uncertainty at low cost compared to the total budget of the project.

The requirement for establishing the proposed high-activity radioactive waste depository in the Western Mecsek Mountains is that the target geological formation, the Boda Claystone Formation (BAF) must correspond with strictly specified parameters (extent, thickness, and spatial position). Based on the new seismic results, the outlines of the BAF was extended towards the west, the structural lineaments articulating the study area were refined, and the significance of the Middle- Miocene compressional phase was confirmed.

The production and injection wells of the geothermal project of the city of Győr were located based on a multi-step seismic survey carried out around the villages of Pér and Bóny. The key for the cost-effectiveness of the project, regarding the geological setting of the area (fractured, karstic carbonate water reservoir) was the mapping of deep and laterally narrow fault zones with a proper permeability. High-resolution 2D and 3D surveys provided detailed structural information for determining the optimal locations of the wells.

The least known geological features of the Western Borsod Coal Province around the village of Sajómerse are the faults which represent the highest risk from economical viewpoint. A new shallow seismic survey performed in 2019 verified the existence of the faults supposed by high-resolution well log correlations, and shed light on the fault kinematics. Beyond the dominantly extensional tectonics the seismic section shows transpressional tectonics in the study area. In addition, several smaller, previously unknown faults were detected with a throw comparable to the thickness of coal seams.

Keywords: high-resolution reflection seismics, tectonic investigation, geothermal, coal exploration, geological uncertainty

Összefoglalás

Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kutatási hagyományait megőrizve a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) jelenleg is végez alkalmazott szeizmikus kutatásokat a mai igényekhez alkalmazkodva. Az archív földtani adatok és az új szeizmikus mérési eredmények együttes értelmezésével hatékonyan csökkenthető a kutatási fázis (rövidtávú) földtani kockázata, így az ezek segítségével kialakított földtani modell jelentős mértékben hozzájárulhat a földtani közeget érintő beruházások sikerességéhez. Az ilyen jellegű beruházásoknál, legyenek azok nyersanyagtermeléssel, hulladékelhelyezéssel vagy akár építésföldtannal kapcsolatosak, a legnagyobb bizonytalanságot az egyes földtani képződmények lehatárolása, kőzetfizikai állapotának, inhomogenitásának meghatározása jelenti. Ezek térképezése pontoszerű fúrási adatok alapján csak nagyfokú bizonytalanság mellett tehető meg.

Jelen munkában három magyarországi esettanulmányt ismertettünk, melyeknél kézzelfogható, hogy a projektek teljes költségvetéséhez képest kis kutatási költségeket jelentő szeizmikus méréseknek milyen pozitív hatása van a földtani bizonytalanság csökkentésében.

A Nyugat-Mecsek területén tervezett nagyaktivitású radioaktív hulladék-tároló létesítésének feltétele, hogy a megcélzott földtani közeg, a Bodai Agyagkő Formáció (BAF) kiterjedése, vastagsága és térbeli pozíciója a tervezett paramétereknek megfelelően. Az új szeizmikus eredmények alapján a BAF elterjedésének nyugati határa módosult, a területet tagoló szerkezeti elemek lefutása pontosítható volt, illetve megerősítést nyert az intenzív középső-miocén kompressziós események jelentősége.

A győri geotermikus projekt PÉR–Bőny környéki geotermikus kútpárjai egy többlépcsős szeizmikus kutatás eredményeként kerültek lemélyítésre. A projekt gazdaságosságának kulcsa a repedezett, karsztosodott karbonátos víztartóban a megfelelő vízáradó képességű, jelentős mélységű, de laterálisan korlátozott méretű vetőzónák kiterképezése volt, melyhez a fokozatosan közelítő 2D és 3D szeizmikus mérések szolgáltattak lokális, részletező szerkezeti ismereteket.

A nyugat-borsodi sajómercei szénterület földtanában a legkevésbé ismert, így gazdasági szempontból a legnagyobb kockázatot jelentő elemek a vetők. A 2019-es kismélységű szeizmikus kutatás keretében a korábbi nagyfelbontású karotázskorreláció alapján feltételezett vetők bizonyítást nyertek, kinematikájuk tisztázódott: az alapvetően extenziós tektonika mellett a szeizmikus szelvény transzpressziós tektonika jelenlétére is utal. Továbbá számos olyan kisebb, de a széntelepek vastagságával összemérhető elvetésű vetőt sikerült kimutatni, melyek létezése eddig ismeretlen volt.

Tárgyszavak: nagyfelbontású reflexiós szeizmika, szerkezetkutatás, geotermia, szénkutatás, földtani kockázat

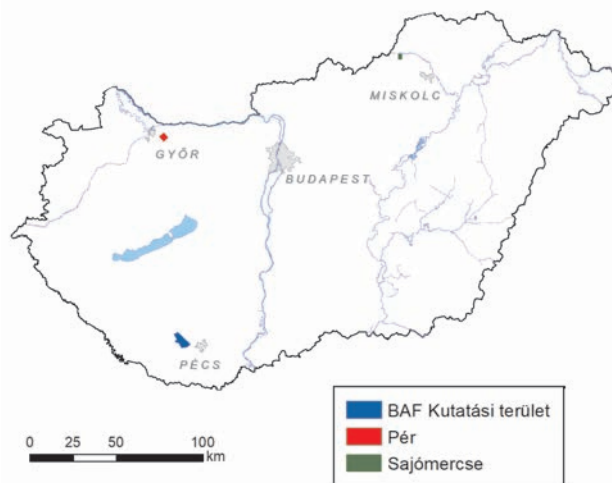
Bevezetés

A geológiai képződményeket érintő beruházások, legyenek azok akár ásványvagyon-, illetve energiakitermeléssel, akár a felszín alatti térrészben történő elhelyezéssel kapcsolatosak, minden esetben magukban hordozzák a földtani kockázatot, amely a felszín alatti tér bizonytalan ismeretéből adódik. A földtani kockázat szakmailag megalapozott kutatási tevékenységgel csökkenthető, melynek elengedhetetlen része a vizsgált területre vonatkozó archív geológiai és geofizikai adatok beszerzése, értékelése, szükség szerinti újraértelmezése, majd a feladat megoldását elősegítő új mérések tervezése és kivitelezése. Az alkalmazott geofizikai kutatás egyik alappillére a szeizmikus kutatómódszer, mely hazánkban hosszú múltra tekint vissza a földtani alap-kutatásban és a mélyföldtani szerkezetkutatásban (POLCZ 2003, BODOKY & POLCZ 2016), illetve rutinszerűen alkalmazzák a szénhidrogéniparban is. A szeizmika azonban még indokolatlanul kevés szerepet kap a változatos célú és léptékű földtani feladatok megválaszolásában, pedig a segítségével kialakított földtani modell jelentős mértékben csökkentheti egy — bármilyen célból — tervezett fúrás kockázatát.

Az 1950-es évektől Magyarországon is gyors ütemben fejlődő szeizmikus kutatás eredményeként az ország geofizikailag megfelelően megkutatott. Mára az eddig lemért 6699 db 2D szelvény és 98 db 3D adattömb közül 4786 db 2D szelvény, valamint az összes 3D adatrendszer digitálisan is elérhető az MBFSZ geofizikai adatbázisában. Mindez a szeizmikus ismeretanyag hozzájárult ahhoz, hogy kialakuljon egy általánosan elfogadott regionális léptékű földtani–geodinamikai modell, illetve fejlődéstörténeti keret a Kárpát-medence térségére, mely bármilyen földtani kutatáshoz jó alapot biztosít. Ezzel együtt a szeizmikus kutatási igények is átalakultak, a hangsúly áttevődött a helyi viszonyokat tisztázó, részletező mérésekre. A kutatási célok sokszínűségéből, illetve a lokális földtani és helyszíni adottságokból fakadóan minden egyes mérés

egyedi kihívást jelent. Ezek optimális megoldásához a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat a kutatóintézeti gyakorlat szellemiségében, de az alkalmazott kutatás keretein belül — az elérendő földtani célt szem előtt tartva — dolgoz ki mérési terveket és feldolgozási metodikákat, melyek gyakran kísérleti mérésekkel is párosulnak.

Jelen tanulmányban három különböző léptékű és célú szeizmikus méréssel megtámogatott kutatást (1. ábra) ismertettünk az MBFSZ közelmúltjából, mely minden esetben új, részletesebb földtani adatokat szolgáltatva jelentősen hozzájárult a rendelkezésre álló földtani modell pontosításához. Felvázoljuk a több évtizedes múltra visszatekintő nyugat-mecseki szerkezetkutatás legújabb szeizmikus eredményeit. Az alkalmazott témakörből egy geotermikus célú kutatás módszertanát és eredményeit mutatjuk be a győri geotermikus projekt példáján, majd a nagyfelbontású szeizmikus mérések felhasználási lehetőségére hozunk példát a borsodi szénkutatásban.



1. ábra. A kutatási területek elhelyezkedése: Nyugat-Mecsek, győri geotermikus projekt (PÉR) és Sajómerce

Figure 1. Locations of the studied areas: West Mecsek, Győr Geothermal Project (PÉR) and Sajómerce

Az MBFSZ szeizmikus kutatási múltja és jelenlegi technikai háttere

A szénhidrogénipar növekvő igényeihez alkalmazkodva a szeizmikus kutatás fellegvára az 1900-as évek közepétől kezdve az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) volt. 1951-ben megjelent az első hazai gyártmányú 24 csatornás szeizmikus berendezés (SZM 26/53), majd ezt követte a mágneses jelerőszítésű szeizmikus felvevő berendezés (SZM-24+6) fejlesztése, a személyi számítógépekre alapozott terepi szeizmikus előfeldolgozó-rendszerek fejlesztése az 1980-as évektől, majd az ESS mérnökgeofizikai műszer-család sikere, illetve az ezek nyomán kibontakozó nemzetközi kutatási expedíciók többek között Kínában, Mongóliában, Kubában, később Görögországban (BODOKY & POLCZ 2016). Az ezredforduló táján a szeizmikus fejlesztések iránya megváltozott, az autonóm szeizmikus eszközök építése és alkalmazása került előtérbe. Ezeket Magyarországon és több nemzetközi nagyszerkezeti kutatásban is sikeresen használták (BODOKY & POLCZ 2016).

Az 1990-es évek társadalmi, gazdasági átalakulásának következtében a szeizmikus kutatás is jelentősen visszaesett Magyarországon. A 2000-es évektől a megváltozott igényekhez alkalmazkodva kisebb volumenű, ám szerteágazó szeizmikus mérések történtek a MÁELGI-ben, majd utódintézményeiben (*I. táblázat*).

2015 óta az MBFSZ elsősorban Sercel 428 Lite adathyűjtővel végez méréseket, mely lehetővé teszi 1000 csatorna egyidejű mérését 1 ms mintavételi sűrűséggel. Ez az általunk megcélzott léptékben kiváló idő és térbeli felbontást biztosít. A kutatási célzóna függvényében jelforrásként elsősorban a Failing Birdwagen hordozóra szerelt IVI Mark IV. Y-2400 (21 t) típusú szeizmikus vibrátorok kerülnek alkalmazásra, melyet szükség esetén robbantásos jelforrás egészít ki.

I. táblázat. Nagyobb szeizmikus mérési kampányok a 2000-es évekből
Table I. Superior seismic measurement campaigns from the 2000s

| Földtani cél | Terület | Év |
|--------------------------------|----------------|------------------|
| Szerkezetkutatás | Bátaapáti | 2002 |
| | Nyírség | 2003 |
| | Nyugat-Mecsek | 2004, 2018 |
| Geotermikus kutatás | Iklódbördöce | 2007 |
| | Baja | 2008 |
| | Győr | 2013, 2014, 2017 |
| Szénkutatás | Mecseknádasd | 2013 |
| | Sajómercse | 2019 |
| Zagytározók gátvizsgálata | Bokod | 2011–2019 |
| | Almásfüzitő | 2014 |
| Passzív szeizmikus monitorozás | Pusztaszer | 2006 |
| | Nyugat-Mecsek | 2004–2015 |
| | Berettyóújfalu | 2012 |

A reflexiós adatok feldolgozása ProMAX (Halliburton/Landmark Corp.) és AVO (Hampson–Russell Software Services Ltd.) programcsomagok segítségével történt, a szelvények értelmezése pedig Landmark (Halliburton/Landmark Corp.), valamint SMT™ Kingdom szoftveres környezetben. Az integrált földtani–geofizikai értelmezés eléréséhez az MBFSZ egyéb geofizikai (gravitációs, mágneses, geoelektromos, karotázs) adatbázisai, továbbá térképi és fúrás adatbázisai biztosítanak hathatós segítséget.

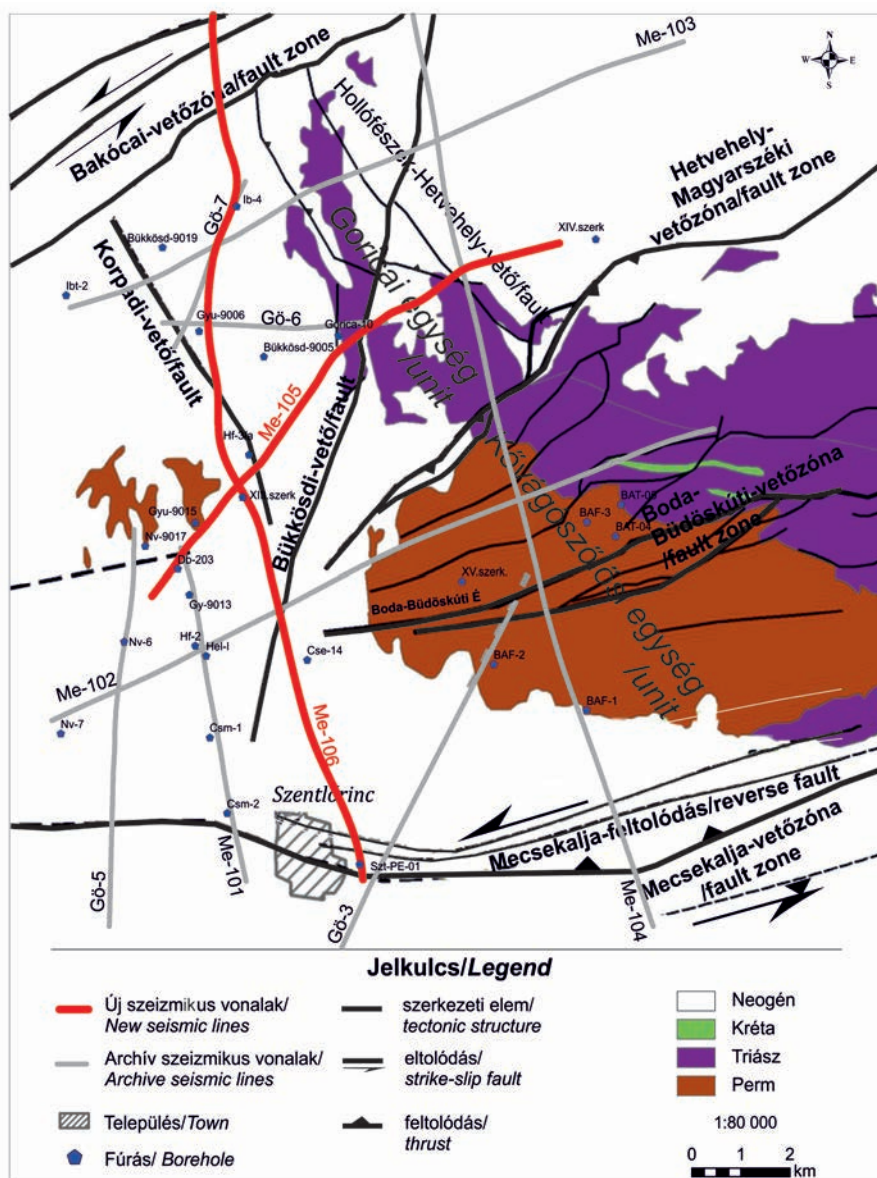
Nyugat-Mecsek — Szerkezetkutatás

Geológiai környezet és földtani kockázat

A Bodai Agyagkő Formáció (BAF) kutatásának legutóbbi, 2013–2018 között zajló szakaszában az MBFSZ 2017-ben reflexiós szeizmikus kutatást végzett a Mecsekérc Zrt. megbízásából a potenciális befogadó képződmény elterjedési területén. A Nyugat-Mecsek területén tervezett nagy aktivitású radioaktív hulladék-lerakó létesítésének feltétele, hogy a megcélzott földtani közeg (BAF) kiterjedése, vastagsága, térbeli pozíciója a következő 240–300 ezer év során megfeleljen a tervezett paramétereknek.

A két, összesen 30 km hosszúságú új szelvény a Nyugat-Mecsek nyugati részén, a Bakócai-vetőzóna és a Mecsekaljazóna között, a Horváthertelend–Helesfa–Szentlőrinc–Okorvölgy települések által határolt térrészen húzódik (*2. ábra*). A területtől keletre az utóbbi évtizedben zajló felszíni földtani térképezésnek köszönhetően jelentős földtani információ áll rendelkezésre (KONRÁD et al. 2016, MAJOROS & MENYHEI 2017, SEBE et al. 2017). Mindkét — tektonikusan érintkező — fő szerkezeti egység, a Kővágószőlősi-egység (vagy Központi-antiklinális) és a Gorica-egység felépítésében a változó összetételű kristályos aljzatra települő transzgressziós permotriász rétegsor, valamint neogén üledékek vesznek részt. A kristályos aljzatot ért deformációról kevés ismeret áll rendelkezésre, míg a permotriász rétegsort elsősorban kréta és miocén korú szerkezeti mozgások deformálták (Hetvehely-Magyarszék-vetőzóna, Boda–Büdöskúti-vetőzóna, Bükkösdi-vető, Mecsekaljazóna, *2. ábra*, KONRÁD et al. 2016, HORVÁTH et al. 2018), azonban ezek komplex genetikája, egymáshoz képesti viszonya nem minden esetben tisztázott.

A 2017-es szeizmikus kutatás elsődleges célja tehát a Nyugat-Mecsek szerkezeti egységeinek áttekintése, az azokat tagoló főbb szerkezeti elemek nyomvonalainak és tektonikai aktivitásának vizsgálata, illetve pontosítása volt a többnyire neogén üledékekkel fedett nyugati peremzónában. További célként fogalmazódott meg a perm rétegsor lehetőség szerinti tagolása, a BAF vertikális elterjedésének vizsgálata a kevésbé kutatott Gorica-egységben. A feladat a részét képezte a hazai nagy aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezését biztosító mélységi geológiai tároló telephelyének helyszínminősítéséhez, továbbá a következő kutatási fázis szűkebb célterületének kijelöléséhez szükséges információgyűjtésnek és adatszolgáltatásnak (TUNGLI & MOLNÁR 2018).



2. ábra. A Nyugat-Mecsek főbb szerkezeti elemei (KONRÁD et al. 2016, HORVÁTH et al. 2018) a 2017-ben mért reflexiós szeizmikus kutatás nyomvonalának (Me-105 és Me-106), az archiv szeizmikus szelvények és az értelmezéshez felhasznált fúrások feltüntetésével

Figure 2. The main tectonic elements of the West Mecsek (KONRÁD et al. 2016, HORVÁTH et al. 2018) also indicating the location of the reflection seismic profiles measured in 2017 (Me-105 and Me-106), the archive seismic lines and wells

Alkalmazott módszer

A szeizmikus szerkezetkutatás tektonikailag erősen deformált, morfológiailag tagolt zónában történt. Az előzetes földtani ismeretek alapján a mérések megcélzott mélységtartománya 500–2000 méter volt. A nehéz terepviszonyok miatt a mérést csak görbült nyomvonalak mentén lehetett kivitelezni, de még így is jelentős topográfiai szintkülönbséget (kb. 150 m) kellett áthidalni, mely elsősorban a feldolgozás során jelentett szakmai kihívást. A terepi körülmények, továbbá természetvédelmi okok miatt a túlnyomóan vibroseisz jelgerjesztés mellett szakaszonként robbantásos jelforrásokat is használtunk. Az alkalmazott geofonköz és a forrástávolság 20–20 m, a névleges fedésszám 200, a sweep (változó frekvenciájú vibrátoros forrásjel) frekvencia pedig

8–96 Hz volt mindkét vonal mentén.

A szeizmikus adatok feldolgozása két egymásra épülő lépésben történt. A hagyományos reflexiós feldolgozási folyamat végeredményeként előállt „modellszelvény” bemenetként szolgált a második, Common Reflection Surface (CRS, közös reflexiós felület) szerinti feldolgozás végrehajtásához (JÄGER et al. 2001). A CRS szerinti összegzést az 1990-es évek végén olyan bonyolult földtani szerkezetek szeizmikus leképezésére dolgozták ki, amelyekről a hagyományos összegzési eljárás természeténél fogva nem adhat pontos képet. A gyűrt és meredek dőlésű felületekről kapott reflexiók ugyanis nem egyedi pontokról, hanem elemi felületekről verődnek vissza (YILMAZ 1999). Az előzetesen készített „modellszelvény” lehetőséget ad a dölések becslésére, az újszerű összegzési algoritmus pedig a dőlésfüggő kilépési korrekciók számítására, az elemi felületek időben változó sugarának megadására és az adatok ezek szerinti összegzésére. A CRS feldolgozási folyamat gyakorlatilag az előfeldolgozott adatok összegzését jelenti a dölések és az aperitúrák figyelembevételével. Az eredmények meggyőzően mutatják a technika alkalmazásának jel/zaj arány növelő hatását (TAKÁCS 2018, TAKÁCS & CSERKÉSZ-NAGY 2018).

Eredmények — Me-105 és Me-106 szelvény és értelmezésük

A fenti eljárással előállított 18,5 km hosszúságú Me-106 és 11,8 km hosszúságú Me-105 vonalak értelmezhetősége a megcélzott vizsgálati tartományban jónak bizonyult: a szerkezeti elemek felismerhetők, az eltérő szeizmikus jellegű blokkok biztonsággal azonosíthatók, a szeizmofáciések többnyire jól követhetők. A szelvények értelmezésénél a korábbi Me-101–104, illetve Gö-3,–5,–6 (2. ábra) szelvényeket is részben újraértékeltek.

Az É–D-i lefutású, a Nyugat-Mecsek fő szerkezeti irányaira közel merőleges Me-106 szelvény mentén viszonylag jól elkülönül a Nyugat-Mecsek két fő szerkezeti egysége, a Kővágószőlősi-egység és a Gorikai-egység, melyek

közt egy szélesebb vetőzóna jelöli ki a Hetvehely–Magyar-szék-zóna feltételezhető nyugati folytatását (3. ábra). A vetőzóna mentén a perm-i képződményeket elsősorban normálvetős elmozdulás érintette, míg a miocén elmozdulás tekintetében a szelvény nem nyújt számottevő új információt. KONRÁD et al. (2016) középső-miocén korú kompressziót feltételez, de az öv északi részén kora-pannóniai transztenziót is dokumentáltak (KONRÁD & SEBE 2010).

A Hetvehely–Magyar-szék-zónától északra elhelyezkedő Gorica-egységen belül elkülöníthető a Gorica kristályos blokk, illetve a Gorica-pikkely (cf. MAJOROS & MENYHEI 2017). Ez utóbbiban a kristályos aljzat és a felette megjelenő permo-mezozoos üledékes sorozat egy északkeleties dőlésű lapos sík mentén érintkezik (3. és 4. ábra), mely MAJOROS & MENYHEI (2017) értelmezésében egy lapos szögű rátolódás, mely feltételezhetően a mezozoikumban működött. A szelvényrész szeizmikus értelmezését az Ibafa-4 fúrás rétegsora és a benne elvégzett VSP (Vertical Seismic Profiling — Vertikális Szeizmikus Szelvényezés, GÖNZ & RÁDLER 1985) mérés eredménye segíti: a legnagyobb amplitúdóval jelentkező szeizmikus jelek a triász Jakabhegyi Formáción belülről érkeztek. A Bodai Agyagkő Formáció felső határát egy közepes erősségű negatív jel jelöli ki. A fúrás nem fúrta át a BAF képződményeit, és a szeizmikus jelek alapján sem határozható meg a képződmény alsó határa, így maximális vastagságára a fentebb említett lapos dőlésű szerkezeti elem mélysége adhat egy elvi közelítést. Így a BAF vastagsága maximálisan 7–800 m-re becsülhető ezen a részen. Az Ib-4 fúrás szerkezeti értelmezése szerint a Kővágószőlősi és Bodai Agyagkő Formáció tektonikusan érintkezik, a BAF felső, ismeretlen vastagságú része hiányzik, a fúrásban harántolt alsó szakasza pedig már a képződmény legalsó tagozatába sorolható (SÁMSON et al. 2017). Ez azt mutatja, hogy a BAF tényleges vastagsága ennél jóval kisebb lehet, mindössze 3–400 m, alatta a Cserdi Formáció is megjelenhet a kristályos aljzatra települve.

A szerkezeti egységet északról határoló törésvonal a Bakócai-vetőzónának feleltethető meg, mely KONRÁD & SEBE (2010) értelmezésében feltolódásos és oldalelmozdulásos zóna, melyet a Me-106 szelvény is alátámaszt. A Gorica-pikkely délnyugati oldalát meredek dőlésű feltolódások jelölik ki (Tz-4), amelyek mentén a triász összlet a prepannóniai miocén üledékekre toldott. E szerkezeti elemek értelmezhetők a mezozoos szerkezeti elem (MAJOROS & MENYHEI 2017) felújulásaként is (3. és 4. ábra).

A szelvény a középső részén — a Gorica kristályos blokkban — egy kaotikus szeizmikus fáciessel jellemezhető, erősen tektonizált zónát mutat. A fúrások alapján a kristályos aljzat kiemelt helyzetben van, azon idős perm rétegek települnek, majd nagy vastagságú (akár 400 m) miocén üledékek következnek. A szelvény 8,5–9 km-énél egy meredek dőlésekkel jellemzett, feltehetőleg oldalelmozdulásos zóna ismerhető fel, amely vélhetőleg a Korpádi-vetőnek feleltethető meg (3. ábra).

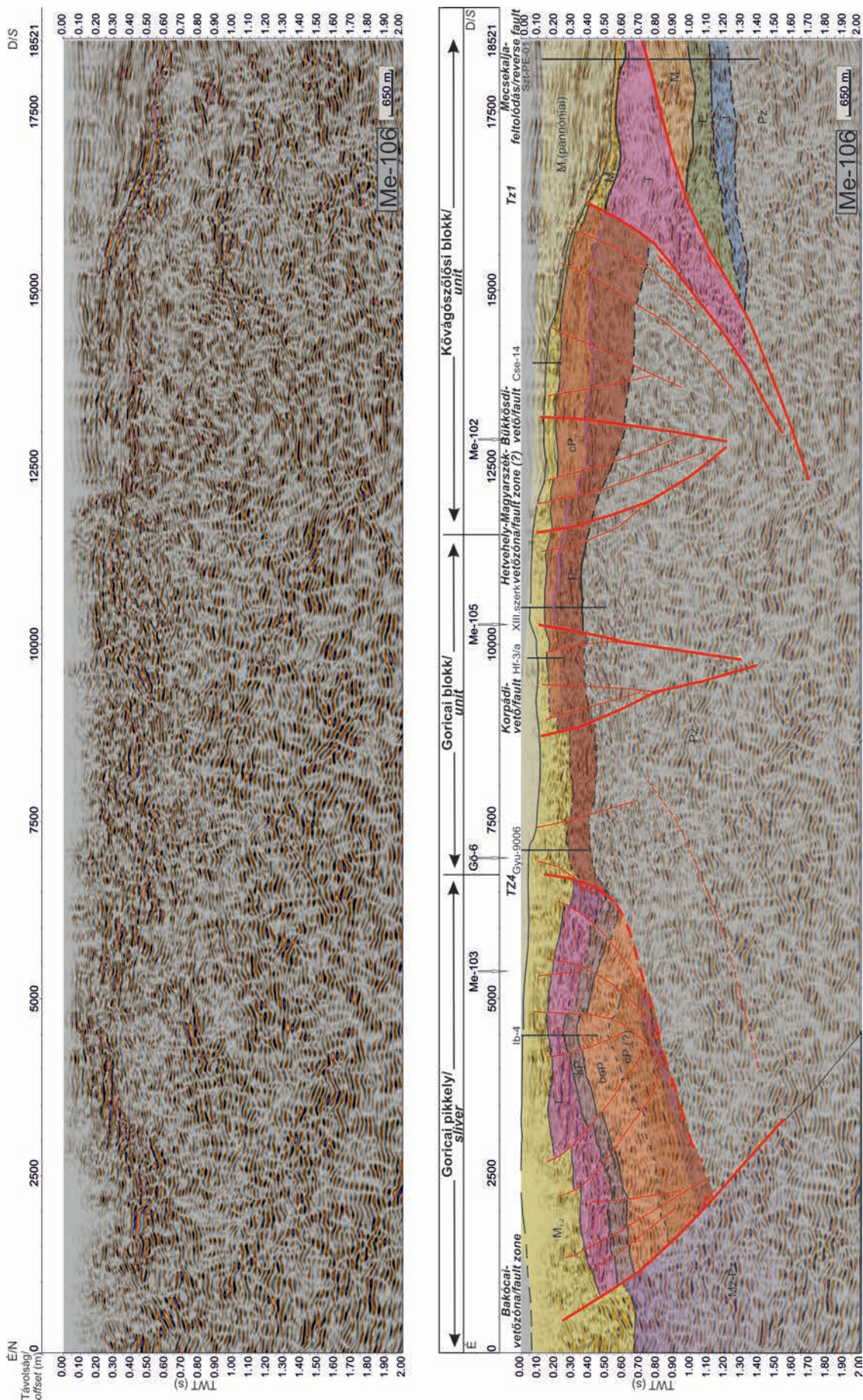
A Kővágószőlősi-egységben a paleozoos kristályos aljzat a mélybe süllyed, a rátelepülő idősebb perm-i üledékek pedig feltehetően kivastagodnak. Fúrás (Cse-14) csak a fel-

ső 300 m-t tárja fel, ami a miocén üledékek alatt a Cserdi Formációt érte el. A kivastagodó összletben egy jellegzetes szeizmikus vezérszint jelenik meg, ami a Gyűrűfői Riolit megjelenésével hozható összefüggésbe. Az egységet délről egy markáns déli vergenciájú feltolódási zóna határolja, ami mentén a perm képződmények triász karbonátokra, illetve miocén üledékekre toldódnak (Tz-2, Mecsek-alja-feltolódás). A szelvény mentén értelmezett feltolódást a Szt-PE-01 fúrásban is azonosították. A szelvény 16. km-énél a pannóniai képződményekbe is felharapódzó feltolódások észlelhetők. A Mecsek-alja-feltolódás jól korrelálható a környező szelvényeken (Me-101, -104, Gö-5), melyek egy viszonylag lapos dőlésű (10–30°) szerkezeti elemet (FANCSIK et al. 2010, MAJOROS & MENYHEI 2017; KONRÁD in SEBE et al. 2017, CSERKÉSZ-NAGY et al. 2018) körvonalaznak a Mecsek-alja-zóna nyugati, fedett részén, szemben a keletebbi területeken, feltárásban is leírt 50–60°-os dőlésű feltolódással. Ez az összetett szerkezeti zóna több fázisú, bonyolult tektonikájával magyarázható.

Az ÉK–DNy irányú Me-105 szelvény (4. ábra A) a Gorica-egység szerkezeti áttekintését szolgálja. A szelvény 3–6 km közti szakaszán megjelenő kb. 0,4 s-ig mélyülő „árkos szerkezet” képezi a Gorica-pikkely és Gorica kristályos blokk közti határzónát. Az árok keleti peremén a Gorica-magaslat permo-triász rétegsora a felszínre bukkan, illetve fúrások sora (pl. Gorica-10, Ib-4) is feltárja azt. A Me-106 szelvényen (3. ábra) is értelmezett lapos szögű sík, amely mentén a Gorica-pikkely permo-mezozoos üledékes összlete érintkezik a paleozoos kristályos képződményekkel, a Me-105 szelvényen is azonosítható. A kristályos aljzat mélyebb zónáiban több hasonló, északias dőlésű lapos — feltételezhetően tektonikai — sík ismerhető fel. A szelvény keleti részén az erős töredezettség miatt a reflexiók követése nehézkes, a XIV. szerkezetkutató fúrás tanúsága szerint a permo-triász rétegsor kelet felé a miocén üledékek alá bukik, és erőteljesen kivastagodik.

Az ároktól nyugatra elhelyezkedő fúrások miocén üledékek alatt változatos alsó-perm rétegsort, illetve a Mórággyi Komplexum kristályos kőzeteit tárták fel. A 0,2–0,3 s közt megjelenő nagy amplitúdójú reflexiókötetek a fúrások alapján a Korpádi Homokkő Formáció és a Gyűrűfői Riolit Formáció képződményeiként értelmezhetők, melyek hasonlóan jó folytonosságú, közepes/nagy amplitúdójú jeleként mutatkoznak a Me-106 szelvény Kővágószőlősi-egységében is.

A szelvény legérdekesebb része a Gorica-pikkely és a Gorica kristályos blokk között húzóódó árok. Mélyebb részén jó folytonosságú, vízszinteshez közeli települést mutató, közepes-erős reflexiók jelentkeznek, amelyek a gravitációs (KISS 2003) és szeizmikus sebesség-tomográfiai mérések (KOVÁCS 2005) eredményeiben kis sűrűségű, kis sebességű üledékként jelennek meg az ÉNy–DK-i csapású árok területén; ez alapján miocén üledékes kitöltésként értelmezhetők. Az ároktól egyetlen fúrás, a szelvénytől északra mélyült Bükösd-9005 azonban már viszonylag kis mélységben perm-i képződményeket jelez: 297 m mélységben BAF-ot tárt fel. E látszólagos ellentmondás a jelenlegi szelvények segítségével



3. ábra. Me-106 időmigrált szeizmikus szelvény és értelmezése. Az értelmezés bizonytalanságát szaggatott vonalak jelzik. Jelmagyarzat: M3(pannoniai) – késő-miocén-pannoniai; M1-2 – prepannoniai miocén; E – eocén; Mz – mezozoikum; J – jurai; T – triász; P – perm; kP2 – Kővágószőlősi Homokkő Formáció; boP2 – Bodai Agyagkő Formáció; cp2 – Cserdi Formáció; Pz – paleozoikum

Figure 3. Me-106 time migrated seismic section and its interpretation. Uncertainty in the interpretation is indicated by dashed lines. Legend: M3(Pannonian) – Late Miocene (Pannonian); M1-2 – pre-Pannonian Miocene; E – Eocene; Mz – Mesozoic; J – Jurassic; T – Triassic; P – Permian; kP2 – Kővágószőlősi Sandstone Formation; boP2 – Boda Claystone Formation; cp2 – Cserdi Formation; Pz – Palaeozoic

nem oldható fel megnyugtatóan. A 4. ábra A részén bemutatott, az egyéb geofizikai mérésekre is támaszkodó értelmezés szerint az árok kinyílását megelőzően nagymértékű erózió történhetett, ami a BAF képződményeinek vastagságát jelentősen csökkentheti. Továbbá a miocén szerkezeti mozgások jelentőségét is hangsúlyozza a Tz-4 zóna környezetében (CSERKÉSZ-NAGY et al. 2018). Ezzel összhangban az árok nyugati peremén is mutatkozik egy, az alsó-középső-miocén (esetleg pannóniai) üledékeket is elvető virágszerkezet, amely a Me-106 szelvényen felismert vetőzónával (Korpádivető) korrelálható, ami jelen értelmezésben a BAF nyugati elterjedési határát is jelentheti. A jelenlegi ismereteink alapján nem zárható ki azonban az árkos szerkezet perm korú kitöltése sem.

Összegzőként elmondható, hogy a két új szelvény földtani-szerkezeti értelmezése alapján pontosíthatók a régóta ismert szerkezeti elemek nyomvonalai (4. ábra, B): a Mecsek-alja-feltolódás némileg északabbra húzódhat több jól azonosítható feltolódással kísérve, a Hetvehely-Magyarszék-vetőzóna kiterjeszhető nyugat felé, a Korpádi-vető pedig több vetőből álló zónaként értelmezhető. Az értelmezés hangsúlyozza a kora-középső-miocén kompressziós események jelentőségét, különösen a Gorica-egység területén. Az új szelvények megerősítik azt az elképzelést, hogy a BAF mind vastagságát, mind elterjedését tekintve jóval változékonyabb kifejlődésű a Gorica-egységben, mint a Kővágószőlősi-egységben, ahol a központi részen a vastagsága az 1000 m-t is elérheti. Így a további részletesebb kutatásra az az egység javasolt.

Győri geotermikus projekt

Geológiai környezet és földtani kockázat

A Kisalföldön, Győrtől keletre, Pér és Bőny települések környezetében (1. ábra) végzett geotermikus célú szeizmikus vizsgálatainkat 2012-ben kezdtük el a PannErgy Nyrt. megbízásából. A Dunántúli-középhegységi-egység szinklinális szerkezetének ÉNy-i szárnyán elhelyezkedő kutatási területen a hőtermelés számára elegendő mennyiségű, 100 °C feletti kifolyóvíz-hőmérsékletű termelés csak a karsztosodásra hajlamos karbonátos prekainozoos aljzattól várható. A változatos felépítésű, de túlnyomóan triász korú sekélytengeri és platformkarbonátokból (Iszkahegyi Mészke, Megyehegyi Dolomit, Földolomit Formáció), valamint medence üledékekből (Felsőörsi Mészke, Buchensteini és Veszprémi Márga Formáció), ÉNy-on sziliciklasztos (Balatonfelvidéki Homokkő Formáció) és enyhén metamorf paleozoos képződményekből (Lovasi Agyagpala Formáció) összeálló medencealjzat –1500–4500 mBf mélységek közt ÉNy felé lejt (5. ábra; HAAS et al. 2010). A prepannóniai miocén képződmények igen változatosak, azonban a neogén rétegsor nagy részét a pannóniai képződmények teszik ki.

A geotermikus kutak telepítése során a mélybeli hőmérséklet jól becsülhető — az elvárt kifolyó vízhőmérséklet a helyi geotermikus gradiens alapján kb. 3000 m mélységből

várható, azonban a vízhozam akár 100 m-es távolságon belül is nagyságrendi eltérést mutathat a közettani, fációs-beli vagy tektonikai változékonyság miatt. Az elvárt legalább 90 l/s mennyiségű vízkivételt nyitott vetőzónából vagy törésrendszerből lehet remélni, így az aljzati tároló mélységének és heterogenitásának reflexió szeizmikus módszerrel történő térképezése mellett kiemelt hangsúlyt kapott a szűkebb terület szerkezeti értelmezése is. Noha a karsztos aljzati felszín általában jó vízadó, az elvárt vízkivétel mértéke a korábbi bányászati és lyukgeofizikai tapasztalatok alapján a területen kétséges volt.

Alkalmazott módszer

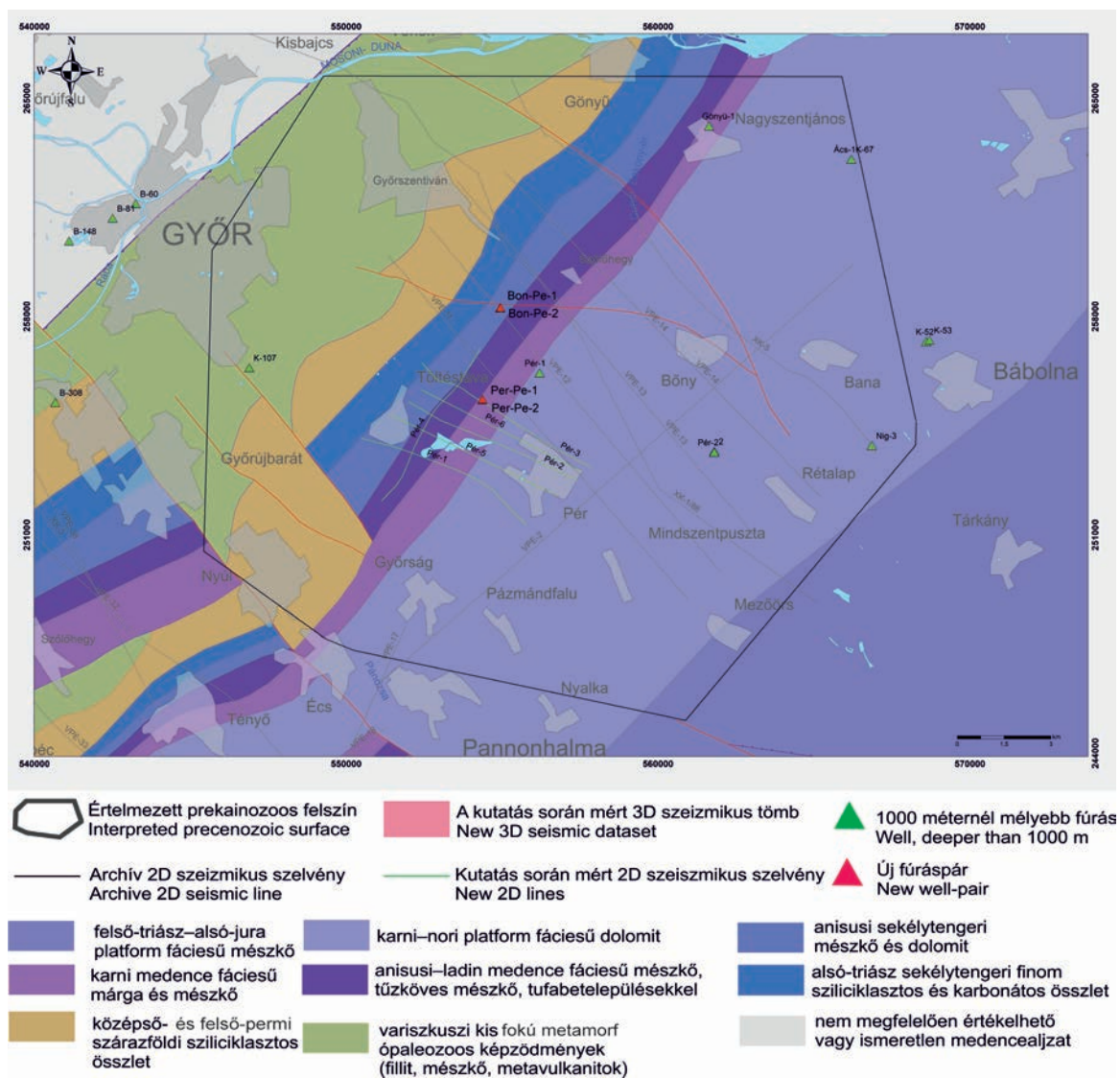
A megfogalmazott geotermikus célokat szem előtt tartva a fokozatosság elvét követő, több éven át tartó szeizmikus kutatási programot hajtottunk végre: 15 db archív 2D szelvény újrafeldolgozása és értelmezése (1) után 6 db új hálózatkiegészítő, 2D reflexió szelvény (Per-1-6) került lemérésre (2), melyek feldolgozása és értelmezése nyomán történt a Per-Pe-01 kút kijelölése és lefúrása (3). A kutatás következő fázisában kisméretű, részletező 3D mérés, illetve ennek adatfeldolgozása (4), majd az összes rendelkezésre álló adat együttes földtani értelmezése (5) nyomán történt meg a további termelő és visszatápláló kutak helyeinek kijelölése (Per-Pe-2, Bon-Pe-01, -02 kutak) (6).

A 2D vonal menti mérések esetén a geofonköz és a forrástávolság 30–30 m volt a megcélzott 2–3000 m mélységű medencealjzat megkutatására, a 3 db vibrátorral gerjesztett jel frekvenciája pedig 8–96 Hz volt.

A 3D mérés során 8 db, egymástól 500 m-re húzódó nyomvonal mentén összesen 500 db autonóm üzemű adatgyűjtő egyidejűleg regisztrált 50 m-es közzel. A maximális offset az eltérő vonalhosszak miatt 3–5 km között volt. A 12 másodperc hosszúságú, 10–80 Hz frekvenciájú szeizmikus jeleket 2 db nagy teljesítményű vibrátor gerjesztette 3-szoros ismétléssel. A kábel nélküli mérőeszközökkel és a nem szabályos geometriájú — főleg a földutakra telepített — forráspontok rendszerével megvalósított 3D mérés a zöldkultúrákat kímélő módon, gazdaságilag racionális keretek közt szolgáltatta a kutak megtervezéséhez szükséges lokális, részletező szerkezeti ismereteket.

A rendelkezésre álló 3D szeizmikus adatok lehetőséget adtak további kísérleti módszertani vizsgálatokra a megvalósult termelő kutak alaphegységi környezetének közzefizikai minősítéséhez. Az Amplitude Versus Offset (AVO-) analízist a szénhidrogén-tartalmú porózus kőzetek előrejelzésére már több mint két évtized óta sikeresen használják a hazai szénhidrogéniparban (TAKÁCS 1996, TAKÁCS et al. 2001, LŐRINCZ 2019). Az eljárás geotermikus kutatási célokra történő alkalmazásának lehetőségei azonban még napjainkban sem teljesen tisztázottak (CAMELI et al. 2000, ALEARDI & MAZZOTTI 2012), ebből kifolyólag ritkán alkalmazott vizsgálati módszer.

Az AVO-analízis módszertana (CHOPRA & CASTAGNA 2014) a P- és S-hullámok porózus földtani képződményekben való terjedésének eltérésén alapszik, ugyanis ilyen kör-



5. ábra. A kutatási terület helyszínrajza és prekainozoos medencealjzatának térképe HAAS et al. (2010) alapján

Figure 5. Location and pre-Cenozoic basement map (after HAAS et al. 2010) of the study area

nyezetben a Poisson-hányados lecsökken. Ez a közfizikai sajátosság a reflexiós amplitúdók észlelési távolság (vagy beesési szög) függvényében való anomális növekedésében is megnyilvánul, ezért az összegzés előtti adatok növekvő AVO-válaszait keressük a szénhidrogén- és a geotermikus tárolók kutatása során is. Az eljárás elsősorban gáztartalmú rétegek kimutatására alkalmazható, mivel ezek markáns AVO-anomáliákat okoznak. A folyadék halmazállapotú pórustartalom is eredményezhet anomáliát a reflexiós amplitúdó beesési szögtől való függésében, azonban ezek kevésbé markánsak, mint gáz (vagy gőz) jelenlétekor.

Az AVO-analízis végrehajtásához a terepi adatok amplitúdóhű előfeldolgozása szükséges, amely több tekintetben is eltér a földtani–szerkezeti értelmezéshez általában alkalmazott feldolgozási folyamattól. Egyrészt vissza kell állítani a szeizmikus csatornáknak a hullámterjedés és az észlelés következtében természetesen torzult amplitúdóviszonyait, másrészt pedig kerülni kell azokat a műveleteket, amelyek megváltoztatják a csatornák közötti „relatív ampli-

túdókat”. Másként fogalmazva, az AVO-analízis bemeneti adatainak — lehetőség szerint — csak a litológia és a porozitás változásaival kapcsolatos reflexiós amplitúdóváltozásokat szabad tükröznie. Ennek érdekében a 3D adatokon az AVO-inverzió elvégzése előtt speciális amplitúdóhű adatfeldolgozási folyamatot (MAZZOTTI & MIRRI 1991, YILMAZ & DOHERTY 2001) alkalmaztunk (II. táblázat).

Az egyesített geológiai-geofizikai értelmezés eredményei

A medencealjzat felszínének meghatározása 21 db szeizmikus szelvény és a 3D mérés metszeteinek értékelésével készült. A medencealjzat kijelöléséhez a Pér-1, Pér-2, Gönyű-1 és Nig-3 mélyfúrások (5. ábra) rétegsorait, lyukgeofizikai adatait és az utóbbi két fúrásban végzett szeizmikus sebességadatokat használtuk fel.

Az értelmezett prekainozoos tetőszint megbízhatóságát

II. táblázat. Az AVO-analízis előtt alkalmazott amplitúdóhú adathandolozási folyamat legfontosabb lépései
Table II. The most important steps of the true amplitude data processing applied before the AVO analysis

| Adathandolozási lépés | A művelet célja és eredménye |
|--|--|
| Valódi amplitúdó-helyreállítás | Korrigálja a hullámterjedéskor fizikai okok miatt fellépő amplitúdó-vesztéseket (gömbi szóródás és energiaelnyelés). |
| Felszín konzisztens amplitúdókorrekció és dekonvolúció | Korrigálja a terepi körülmények változása miatt adódó amplitúdó- és jelalaktorzulásokat (forrás és észlelés oldali csatolások változása). |
| Összegzés előtti időmigráció | Összegzés előtt eltávolítja a reflexiós beérkezéseket torzító-diffrakciókat, melyek a hirtelen földtani változásokról származnak. |
| Időben változó automatikus statikus korrekció | Tovább javítja a reflexiók koherenciáját és ezzel az amplitúdók észlelési távolsággal való változásának meghatározását az összegzés előtti adatokon. |

tovább növelte a fiatalabb fedőképződmények települési diszkordanciája, illetve az idősebb feküképződmény belsejében kijelölhető rátolódási síkok szelvénymenti elmetsződési pontjainak meghatározása. A geológiai modellépítés részeként az erre alkalmas, jó minőségű szelvények mentén a szeizmikus anyag amplitúdó- és frekvenciasajátosságainak vizsgálatával sikerült korrelálni az egyes fúrásoknál azonosított aljzatbeli kőzeteket.

A mezozoos dolomitos aljzat intervallumsebessége 5200–6000 m/s. A diszkordánsan rátelepülő neogén, medencekitöltő üledékekkel való határfelülete jellemzően nagy amplitúdójú, 20–30 Hz frekvenciájú reflexióként azonosítható. A karbonátos aljzat belsejéből kisfrekvenciás, erős reflexiójú jelek figyelhetők meg a Pér–1 és Pér–2 fúrások által feltárt Földolomitos szakaszokon. A Pér–1 fúrás több mint 400 m vastagságban harántolta a felső-triász összletet, ahol 2275–2310 m, 2320,5–2367,5 m, 2389–2642 és 2674–2695 m mélységintervallumokban nagyobb átteresztőképességű zónákról ír a kútkönyv. Ilyen vastag vízadó szerkezetek kevésbé ismertek a dolomitos összletekben, de jelenlétüket a karotázsgömbök is megerősítik.

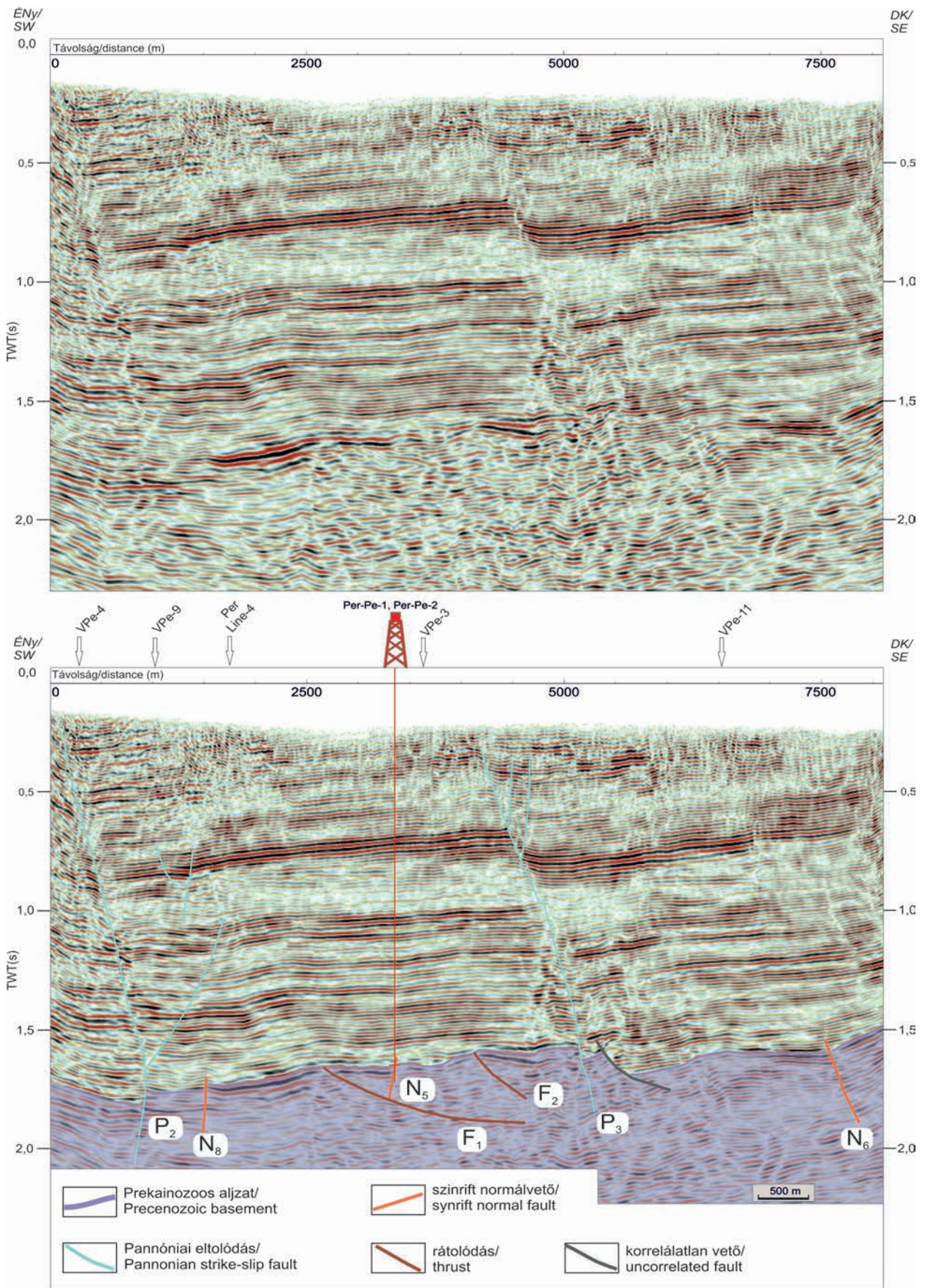
A mezozoos márgák, sziliciklasztos képződmények hullámterjedési sebessége 4800–5400 m/s. A neogén medencekitöltő üledékek alatt — a kisebb impedanciakülönbség miatt — a márgás aljzat felszíne kis amplitúdóval és nagyobb (30–40 Hz) frekvenciával jelentkezik, belső szerkezete pedig kis amplitúdójú jelekkel üledékes jelleget mutat. A Gönyű–1 fúrás környezetében az azonosított szeizmikus fácies a Veszprémi Márga képződményeivel korrelál.

A neogén korú fedőüledékek — agyagok, márgák, homokkövek — 1800–3500 m/s hullámterjedési sebességekkel jellemezhetők. Ezen üledékek hullámképe eltér a prekainozoos aljzat felszínéről érkező reflexióktól. A legmarkánsabb különbség a jelek koherenciájában (rendezettségében) nyilvánul meg. A nyugodt településű neogén korú üledékes összletre jellemző rendezettség leromlik a szerkezetileg erősen igénybevett, gyúrt, zúzott zónák mentén a reflexiók jelentős torzulása és a jelek szóródása miatt. Egyes pannóniai–posztpannóniai korú vetők mélybeli folytatásában — mélyen a medencealjzatban — az elmozdulások gyökérvonalai is felismerhetők.

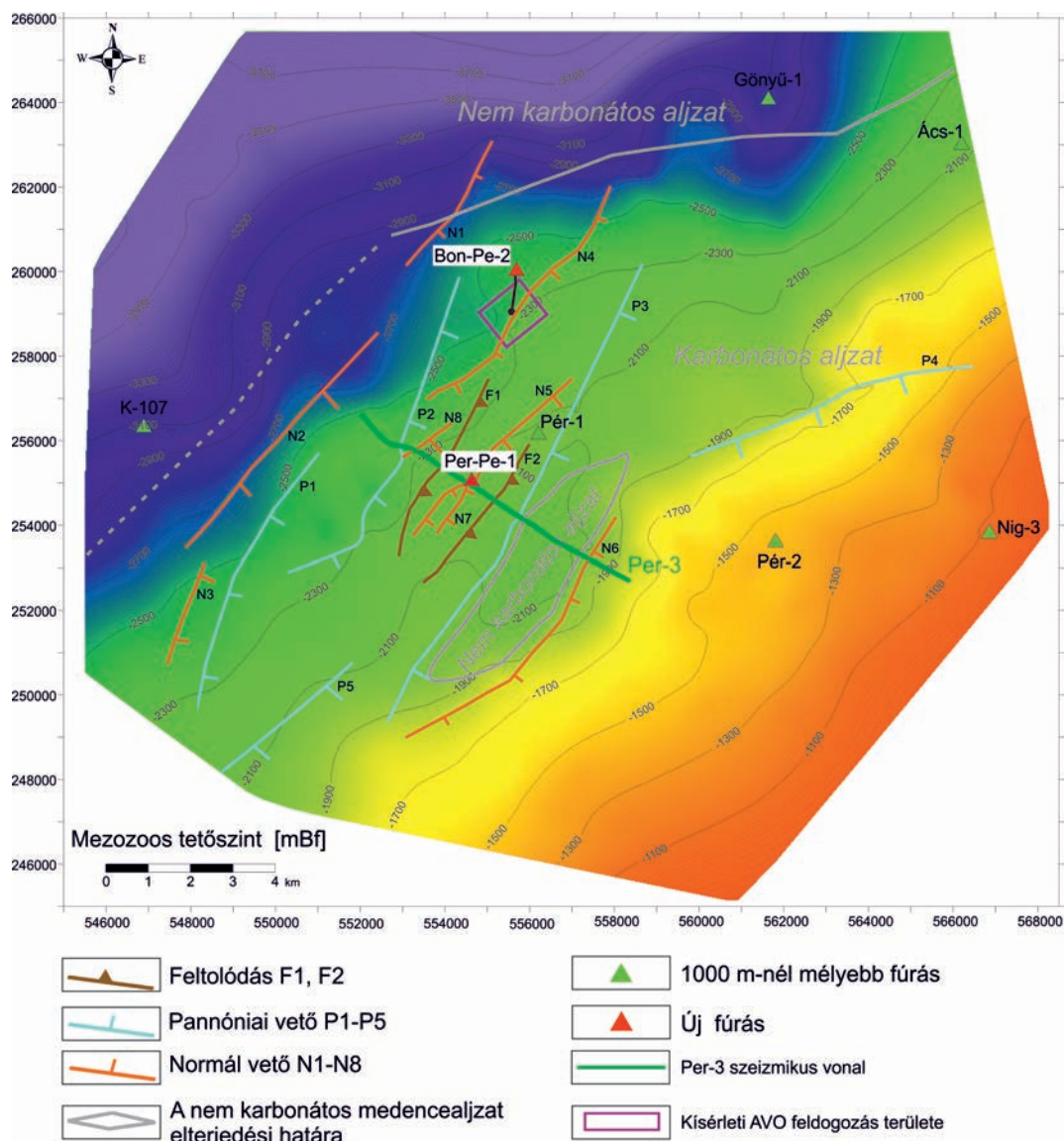
Az értelmezés során három deformációs fázishoz tartozó szerkezeti elemek korrelációja történt meg (6. ábra). (1) A kréta közepén létrejött, ÉNy-i vergenciájú rátolódások (F1, F2), melyek a mezozoos szinklinális képződményeit egymásra tolták (TARI 1994, FODOR 2010). (2) Miocén korú színrift normálvetők (N1–N8), melyek a Kisalföld alatti neogén üledékes medence extenziós felnyílásának következtében alakultak ki. (3) Pannóniai eltolódások (P1–P5). A szelvényeken a prekainozoos összlet tetőszintje az eltolódási zónák környezetében egyenetlen, töredezett képet mutat.

A pannóniai vetőrendszer menti elmozdulások a VPE-szelvények és az újonnan mért adatok alapján nem egyértelműek, és az elmozdulásuk jellege lokálisan változik. Egyaránt kimutathatók pozitív és negatív virágszerkezetek is, így a vető vízadó képességének megbecslése csak nagy kockázattal tehető meg. Noha a pannóniai korú vetőrendszer fiatalabb, kisebb eséllyel cementálódott és agyagosodott el, a hidrológiai szakvélemények alapján az idősebb, N jelű vetők lehetnek jó vízadók. Ezt igazolja, hogy a Per–Pe–1 fúrás esetében a megcsapolás egy több méter átmérőjű nyitott vetőből történik. Az együttes értelmezés során kialakított geológiai modell alapján az N jelű, középső-miocén korú, a kisalföldi neogén medence extenziós felnyílásakor kialakult színrift normálvetők mentén lehetett a legkisebb kockázattal telepíteni a termelő és a visszasajtoló kutakat. A kisméretű 3D mérés már ezen konkrét vetőzónák térbeli helyzetének pontos meghatározásához (7. ábra) készült a korábbiakban a szeizmikus fácies alapján kitérkezett megfelelő mélységű karbonátos tároló célterületén. A 6. ábrán bemutatott 2D szelvényen, ugyan a Per–Pe–1 fúrás által harántolt N5 jelű vető lefutása és kinematikája nehezen meghatározható, de a célzott 3D tömbön jól követhető, és egy jelentősebb vetőrendszer tagjaként értelmezhető (N5, N7 7. ábrán).

A kísérleti AVO-vizsgálatok során az előfeldolgozott terepi adatokból számos AVO-attribútum készült. A részletesebb elemzéshez az úgynevezett skálázott Poisson-hányados változás attribútum bizonyult a legcélravezetőbbnek, mely arányait tekintve összefüggésben van a litológiával és a kőzetek porozitásával (CHOPRA &



6. ábra. Per-3 értelmezett szeizmikus időszelvény a területen korrelált szerkezeti elemekkel
 Figure 6. Per-3 interpreted time-migrated reflection seismic section with the correlated tectonic elements



7. ábra. A kutatási terület prekainozoos medencealjzat mélységtérképe a főbb korrelált szerkezeti elemekkel

Figure 7. Isodepth map of pre-Cenozoic basement of the study area indicating the main correlated tectonic elements

CASTAGNA 2014). A számítógépes futási idők csökkentése érdekében a módszertani vizsgálatba bevont területet le kellett csökkenteni az eredetileg tanulmányozott térrész kisebb területére. Így egy olyan 1200×1200 m nagyságú terület állt elő, melynek hozzávetőlegesen a közepén helyezkedik el a Bon–Pe–02 jelű termelő kút (8. ábra). A triász korú medencealjzat tetőzónájának a skálázott Poisson-hányados változás AVO-attribútum térképén a szürke színű részek a Poisson-hányados jelentős mértékű csökkenését jelzik, ami értelmezésünk szerint porózus kőzettani formációkra utal. A kék színű területek tektonikailag igénybe vett gyengült zónákat, a narancssárga részek pedig tömörebb kőzettestet valószínűsítnek. Jól látható, hogy a Bon–Pe–02 jelű kút egy a környezetéhez képest lényegesen nagyobb porozitásúként jelzett (szürke színű) térrészben érte el az alaphegység tetőzónáját. Kezdeti eredményeinket biztatónak ítéljük az AVO-analízis geotermikus célú alkalmazását illetően, azonban ezeket

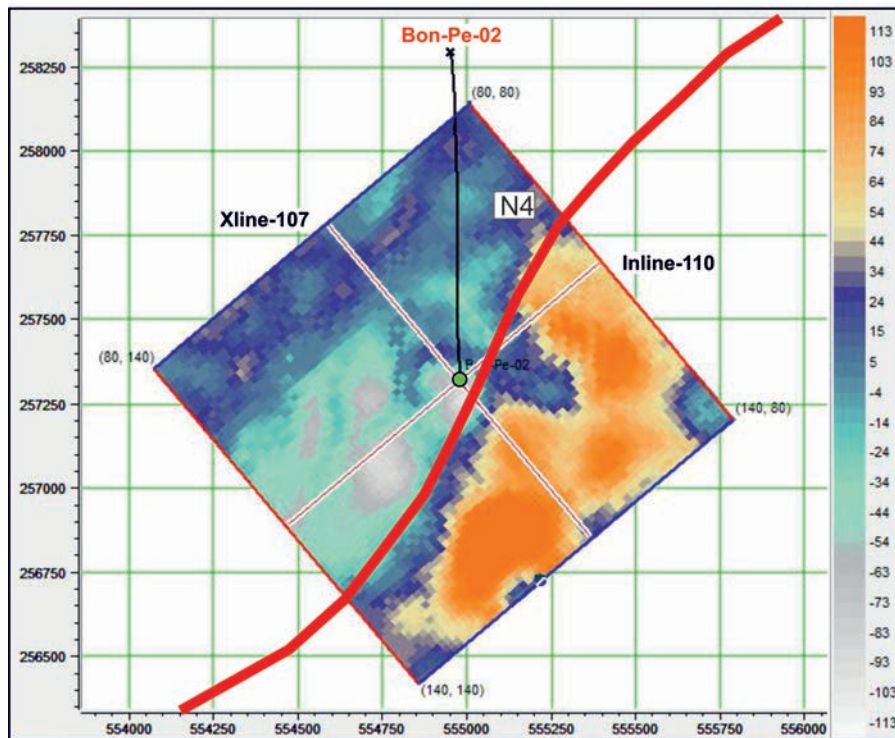
még mélyfúrás-geofizikai adatok alapján történő modellszámításokkal és kalibrációval ellenőrizni kívánjuk.

A kutatás eredményeként két gazdaságilag sikeres geotermikus kútpár telepítése történt meg, a két a termelő kút esetében 300 m³/óra szabadkifolyású és 600 m³/óra mélyszivattyús víztermeléssel, illetve 100 °C és 105 °C kifolyó hőmérséklettel.

Borsodi szénmedence — vetőkutatás

Geológia környezet és földtani kockázat

A vizsgált terület a Nyugat-Borsodi-szénmedence részét képezi. A területen feltételezhetően triász aljzatra (HAAS et al. 2010) települő medencekitöltő 1000–1500 m vastag kainozoos üledéksor gazdaságföldtani szempontból legfontosabb képződménye a miocén korú Salgótarjáni Barnakő-



8. ábra. Skálázott Poisson-hányados változás AVO-attribútum a triász korú medencealjat tetőzónájában. A piros vonal a korábban kiterképezett N4 jelű vetőt jelzi

Figure 8. Scaled Poisson's ratio change AVO attribute at the uppermost zone of the Triassic basement. Red line marks N4 fault mapped previously

szén Formáció. A három telepet magába foglaló szenes összlet a kutatási területen 200–400 m mélységben helyezkedik el (ÁDÁM 2006, 2014, PÜSPÖKI et al. 2009). A borsodi széntelepes összlet kifejlődését biosztratigráfiai munkák az otnangi–kárpátira teszik (KORECZ-LAKY 1985, BOHN-HAVAS et al. 2000), azonban az újabb vizsgálatok a nyugat-borsodi előfordulás korát kárpátinak vélik (PÁLFY et al. 2007, PALZER-KHOMENKO et al. 2019). Az összletet a Darnó-zóna fejlődéséhez kötődően többfázisú deformáció érte, melyet regionális léptékben SZTANÓ & TARI (1993), FODOR et al. (2005), FODOR (2010), valamint PETRIK et al. (2016) és BEKE et al. (2019) részletez. A közvetlen kutatási területen feltételezhető szerkezeti elemeket PÜSPÖKI 2017 interpretálta részletes karotázskorreláció alapján.

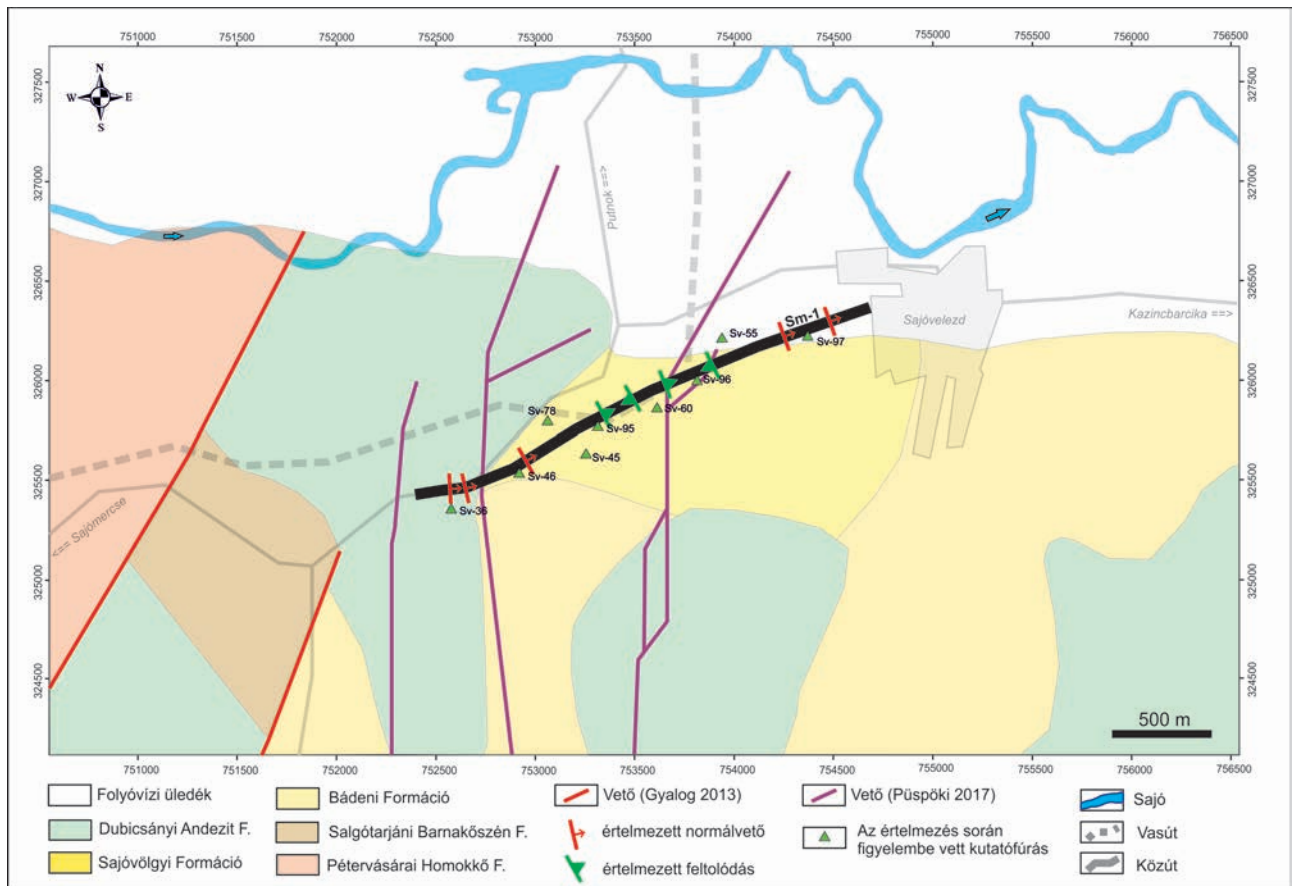
A területen történt jelentős volumenű földtani kutatás ellenére a rendelkezésre álló ismeretanyag a korszerű kutatási módszereken alapuló nemzetközi elvárásokhoz képest elavult. A mai igények a korábnál jóval nagyobb követelményeket támasztanak a földtani modellezés, különösen annak bizonytalansága meghatározása terén. Napjainkban a terület földtanában a legkevésbé ismert, így gazdasági szempontból a legnagyobb kockázatot jelentő tényezők a vetők, valamint a széntelepes ciklusok kontinuitása. Ezek vizsgálatára közvetlen mérések korábban annak ellenére sem történtek, hogy a szeizmikus módszer ma már alkalmas lehet az ilyen irányú ismeretek bővítésére, a kockázatok csökkentésére.

Az MBFSZ 2019 februárjában kismélységű szerkezetkutató szeizmikus mérést végzett Sajómercse–Sajóvelezd

térségében (9. ábra), melynek célja az volt, hogy a nagyfelbontású karotázskorreláció (PÜSPÖKI et al. 2017) pontszerű adatait, valamint azok földtani alapú megfontolásból történő térbeli kiterjesztését megerősítse, további szerkezeti elemeket azonosítsa, valamint pontosítsa a tektonikai elemek kinematikáját. A kapott eredmények a szerkezetkutatáson túl felhasználhatók további kockázatbecslésre/csökkentésre is, hiszen információt hordoznak a széntelepek folytonosságáról, valamint a vulkanitok esetleges betelepüléséről is.

Alkalmazott módszer

A szeizmikus eredményekre alapvetően támaszkodó első modern hazai szénkutatás a Mecsek területén 2009-ben valósult meg (PÜSPÖKI et al. 2012). Váralja térségében 2012-ben a szénkutatás támogatására 3D mérés is készült, azonban ennek a kb. 30 m-es felbontóképessége csak a kutatási területet átszelő nagyobb, korrelálható vetősíkok, illetve a szenes összleteket befoglaló, genetikailag összetartozó üledékes testek értelmezését tette lehetővé (KOVÁCS 2012). Figyelembe véve az alkalmazott szeizmikus módszer elvi lehetőségeit, a mérések célja itt sem a ~400 méteres mélységből ismert, 3–5 méteres széntelepek kimutatása és korrelálása volt, hanem a valamivel vastagabb széntelepes ciklusok térbeli leképzése, valamint a ciklusokat harántoló vetők detektálása. A megcélzott 400 méteres mélységtartomány megfelelő leképzéséhez a korábbi szeizmikus kutatások tapasztalatai alapján (HEGEDŰS 1984, SZALAY 1985) 5 méteres geofon- és 5 méteres forrás-



9. ábra. A 2019-ben mért reflexiós szeizmikus szelvény nyomvonala (Sm-1), földtani környezete (GYALOG 2013), valamint a felhasznált szénkutató fúrások elhelyezkedése. Az térképen feltüntettük a karotázskorreláció alapján feltételezett vetőket (PÜSPÖKI 2017) és a szelvény mentén értelmezett szerkezeti elemeket is

Figure 9. Location of Sm-1 reflection seismic line measured in 2019 and the used coal-exploration boreholes indicated on the geological map of the studied area (GYALOG 2013). Suspected faults based on log-correlation (PÜSPÖKI 2017) and interpreted tectonic elements in this study is also signed

ponttávolság mellett döntöttünk. Jelforrásként vibroszeiz rendszert alkalmaztunk változó számú (1–3 db), 20–130 Hz-es 16 másodperces lineáris sweep paraméter beállítással.

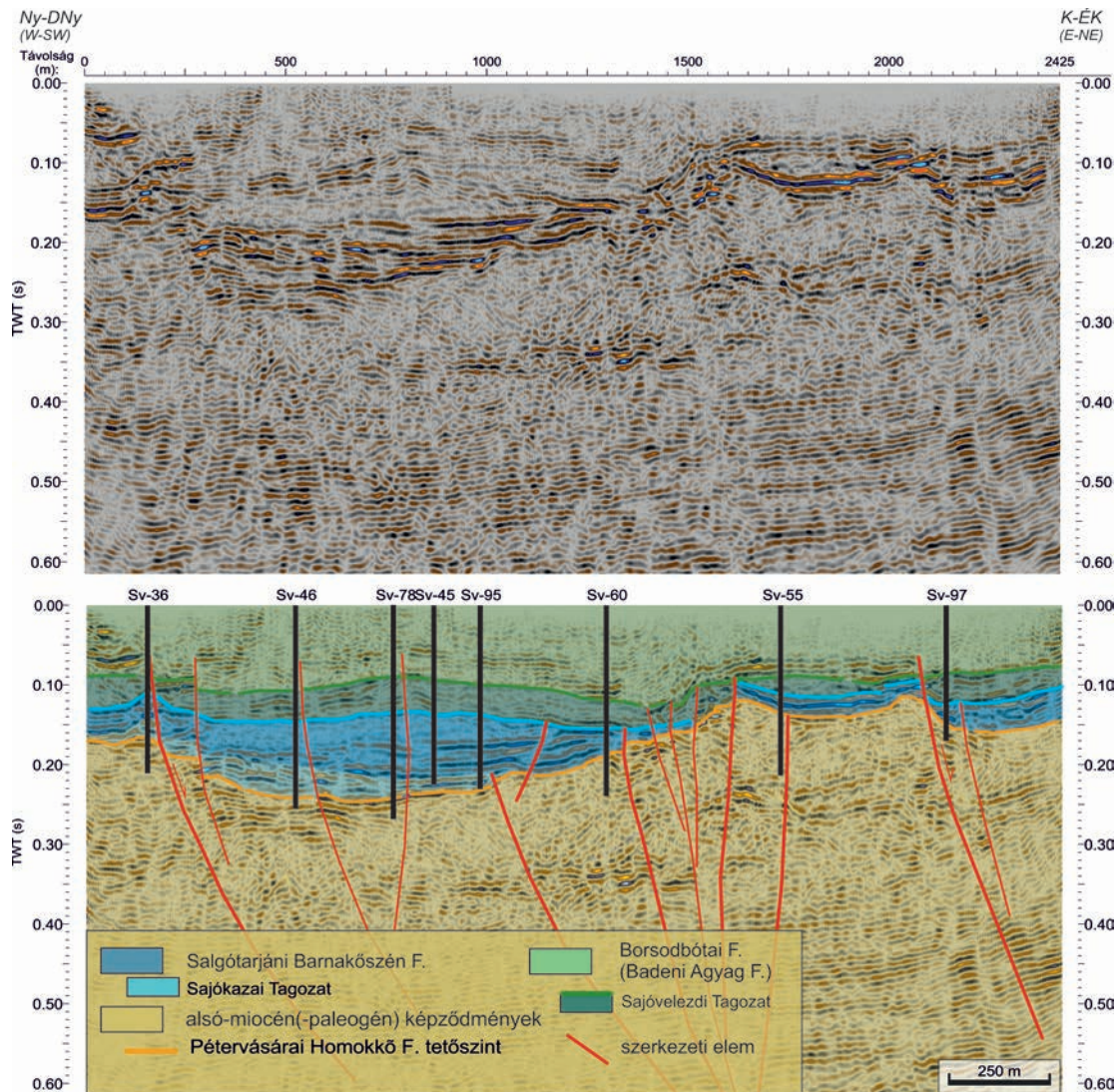
Az adatfeldolgozás során hagyományos műveletek követték egymást (frekvenciaszűrés, zavarhullámok elnyomása, AGC, dekonvolúció, statikus korrekció, sebességanalízis, maradék statikus korrekciók, NMO, összegzés, F-X dekonvolúció és migráció). Az egyes műveletek sorrendjét, valamint optimális paramétereit részletes tesztekkel határoztuk meg a lehető legjobb minőségű szerkezeti kép és a legmagasabb felbontás elérése érdekében. A feldolgozás eredményeként kapott reflexiós P-hullám időszelvényeken elért vertikális felbontás 6–9 m (BAUER et al. 2019).

Eredmény — Sm-1 szelvény és értelmezése

A fenti módon előállított 2,4 km hosszú Sm-1 szeizmikus szelvény a megcélzott vizsgálati mélységtartományban (0–0,4 s időtartományban) alkalmas a tervezett földtani értelmezésre. A széntelepés rétegsor, annak közvetlen fekéje és a fedő badeni rétegsor egyaránt követhető a

korrelálható reflexiók segítségével (10. ábra). A szelvény szeizmikus jellegét tekintve két részre tagolódik: 1400–1600 m (szelvénymenti távolság) között jelentős tektonikusan zavart zóna észlelhető, mely pozitív virágszerkezetenként szeparálja a tőle keletre és nyugatra eső árokszerű térrészeket. A szelvény nyugati felén egy jól reflektáló üledécsomagokkal kitöltött félárok jelenik meg, melynek nyugati peremét nagy, kb. 30 m-es elvetésekkel jellemezhető, keleties dőlésű normálvetők jelölik ki, melyek a fedő badeni képződményeket is elvetik. A szelvény keleti oldalán kiemelt helyzetben két kisebb árokszerű mélyedés helyezkedik el (1600 m-től a szelvény végéig), melyek az Sv-55 és Sv-97 fúrások szerint csak a szenes összlet alsó telepeit tartalmazzák.

A legjobban reflektáló felület — hasonlóan a '80-as évekbeli szénkutató szeizmikus szelvényekhez (HEGEDŰS 1984, SZALAY 1985) — a szenes összlet és a fekéje közti határfelület (Pétervásárai Homokkő Formáció tetőszint a 10. ábrán). Az Sm-1 időszelvényen elért nagy vertikális felbontás (6–9 m) azonban lehetővé tette a nagy amplitúdóval jelentkező szenes összlet további tagolását, valamint szelvény menti korrelálását is, amelyet a feltáró fúrásokban rendelkezésre álló nagyfelbontású karotázserlemezések



10. ábra. Sm-1 migrált reflexiós P-hullám időszelvény és annak értelmezése
 Figure 10. Sm-1 time-migrated P-wave reflection section and its interpretation

segítenek. A szelvény nyomvonalában a széntelepes összlet szerkezeti tagolt; benne transzpresszióra utaló virágszerkezetek azonosíthatók (Sv-95 és Sv-60 fúrások közt), melyek 10–12 m-es elvetési magasságokat eredményezhetnek a telepes csoport szintjén.

A terület települési viszonyait alapvetően meghatározó rétegszintkülönbséget mélyfúrások alapján korábban késő-badeni-szarmata normálvető jelenlétével értelmezték (PÜSPÖKI 2017) a telepes csoport és a badeni rétegek hasonló elvetési magassága alapján. A nagyfelbontású karotázskorreláció alapján feltételezett normálvetők jelenlétét sikerült megerősíteni, azonban az Sm-1 szeizmikus szelvény lokálisan kompressziós — a barnakőszénes összlet képződésével egyidejű (vagy annál kicsit fiatalabb) — deformáció jelenlétére is utal. Ez nagy vonalakban beilleszthető a Darnó-zóna környezetéről kialakult tektonikai képbe, mely az otnangi-korabadeni alatt balos eltolódásos lehetett (FODOR 2010). A félárok szerkezet felnyílása a D4 extenziós fázishoz (PETRIK et al. 2016, BEKE et al. 2019) köthető, ezzel egyidejűek vagy kicsit fiatalabbak a kompressziós deformációs elemek, majd az

extenzió felújulása tapasztalható, mely már a fedő alsó-badeni üledékeket is elveti (D6, BEKE et al. 2019)

A fúrásokkal sűrűn igazolt széntelepes összlet feltárási elképzeléseit és a megtervezett fejtési idomokat a szeizmikus mérés alapján kapott, a feltolódásos elemeket is tartalmazó szerkezeti kép is megerősíti, legfeljebb a szintek közötti kapcsolatok kialakításának pontos helyére vonatkozóan eredményezhet némi módosítást. Lényeges hatást gyakorol ugyanakkor a szerkezeti kép újraértelmezése a várható szerkezeti zavarok gyakoriságát és jellegét illetően, hiszen az Sm-1 szelvény mentén számos eddig ismeretlen, a széntelepek vastagságával összemérhető elvetésű vetőt sikerült kimutatni (9. ábra).

Következtetések

A három szeizmikus kutatás eltérő földtani környezetben és különböző kutatási mélységekből szolgáltatott példát arra, hogy a szénhidrogén-kutatásban rutinszerűen alkalmazott

felszíni reflexiók szeizmikus kutatás más típusú, változatos földtani célokat megvalósító projektek sikeréhez is hozzájárulhat, lecsökkentve a földtani közeg heterogenitásából, illetve ismertségének bizonytalanságából adódó kockázatot.

Habár az alkalmazott reflexiók szeizmikus módszer elméleti alapjai minden esetben ugyanazok (MESKÓ 1977, YILMAZ & DOHERTY 2001), a bemutatott példák is rávilágítanak arra, hogy a mérési paraméterek minden esetben egyedi és a kutatási célt szem előtt tartó gondos tervezést igényelnek. A szénhidrogén-kutatásnál kisebb volumenű földtani beruházásoknál, mint például a geotermikus kutatás, melynek jövedelemtermelő képessége kisebb, megtérülési ideje pedig hosszabb, fontos szempont a gazdaságosság, valamint az, hogy a kockázat már a kezdeti kutatási fázisban csökkenthető legyen. Mindezek indokolják, hogy a kutatási metodikában igen nagy hangsúlyt kell fektetni a minél szélesebb körű archív geológiai és geofizikai adatok beszerzésére, értékelésére, és szükség esetén, újrafeldolgozására és újraértelmezésére. Ezt követheti a feladat megoldását elősegítő új mérések tervezése és kivitelezése.

A Nyugat-Mecsek szeizmikus kutatása hosszú múltra visszatekintő együttműködés keretében valósult meg a Mecsekérc Zrt. és a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (illetve előd intézményei) együttműködésében, így viszonylag sok és változatos szeizmikus adat áll rendelkezésre. Ezek sora az 1970-es évekbe mért szerkezetkutató Gö-1–7, –9 (KÓNYA 1978), majd a Bodai Agyagkő Formáció kutatásának keretében a 2000-es évek elején mért Me-101–104 reflexiók szeizmikus szelvényektől (TÓTH & KOVÁCS 2004) kezdve a 2004-ben a Nyugat-Mecsek központi részén, a Boda-Büdüskúti-vetőzóna és a Hetvehely-Magyarszék-vetőzóna kb. 50 km²-es környezetében átnézetes 3D szeizmikus tomográfiai méréseken (KOVÁCS 2005) át az utóbbi évek Ibafa-4 és BAF-1 fúrásokban végzett szeizmikus sebesség vizsgálatokig terjed. Mindezen szeizmikus adatok beépültek a szerkezetkutatás legutóbbi, a terület nyugati, neogén üledékekkel fedett részére összpontosuló szakaszában elért eredmények értelmezésébe.

A szeizmikus értelmezés alapján körvonalazhatók a leteti területeken felszíni térképezésből is ismert fő szerkezeti elemek (KONRÁD et al. 2016, MAJOROS & MENYHEI 2017, SEBE et al. 2017) nyugati irányú folytatásai (4. ábra B), a Gorica egységben pedig a BAF elterjedésének mind vertikális, mind horizontális határára becslés adható. A szelvények alapján az intenzív miocén szerkezeti mozgások jelentősége is megerősíthető a térségben.

Egy potenciális geotermikus mintaprojekt ajánlott kutatási stratégiáját tárgyaló tanulmány (KOVÁCS 2017) is jelentős kockázatsökkentő tényezőnek írja le a szeizmikus módszert, de az csupán a már meglévő adatok értékelésére terjedt ki. A győri geotermikus projekt most bemutatott szeizmikus kutatása olyan gyakorlati példát szolgáltat, melyet gazdaságilag sikeres termelő–visszasajtoló kútpárok lemeltyítése követett. Konkrét fúrási és próbatermelési adatok birtokában a győri projekt a hosszú távú kockázatok elemzésére, tehát az erőforrás esetleges kimerülésével kapcsolatos kockázatok vizsgálatára is alkalmas lehet.

A geotermikus kutatási célokra eddig ritkán használt AVO-elemzés olyan eredménnyel zárult, amely előrevetíti a sikeres alkalmazásának lehetőségét további kutatásoknál is. A Bon-Pe-2 fúrás körül kísérleti jelleggel kiválasztott 1,2×1,2 km-es területre számolt ún. skálázott Poisson-hányados változás térképen jelentős anomáliák mutathatók ki (8. ábra). Értelmezésünk szerint ezek az anomáliák az ép és a mállott karbonátos kőzettestek porozitásbeli különbségeiként értelmezhetők, ugyanakkor ennek a feltevésnek az igazolásához további vizsgálatokra van szükség.

A hazai szénkutatás gyakorlatában a szeizmikus kutatások alárendelt szerepet kaptak, melynek oka, hogy a készletszámítások alapvetően a sikeres telepharántolásokra támaszkodnak (PÜSPÖKI et al. 2018), a kismélységű, szerkezetiileg is tagolt szénoszletek pedig többnyire erősen tagolt felszínformájú vidékeken, a szeizmikus mérések számára kedvezőtlen környezetben találhatóak (SZALAY 1985, HEGEDŰS 1984). Ennek ellenére a nagyfelbontású szeizmikus méréseknek a szerkezeti viszonyok tisztázásában jelentős szerepük van (THOMAS 2013), elsősorban a telepes összletekben jelentkező szerkezeti zavarok jellegének meghatározásában.

A Sajómercse II. területen végrehajtott nagyfelbontású szeizmikus szelvényezés a karotázs-korrelációval összevethető 6–9 m-es felbontást eredményezett. A kutatás a nagyvonalakban ismert fő normálvetős szerkezeteken túl számos kisebb, de a széntelepek vastagságával összemérhető elvetésű, eddig ismeretlen vetőt mutatott ki (10. ábra). A lokális transzpressziós tektonikából adódó laterálisan gyakoribb szerkezeti zavaroknak leginkább a frontfejtések telepítésére, a víztelenítés hatékonyságára, illetve a vízbetörés veszély előrejelzésének bizonytalanságára nézve van következménye (HAVELDA Tamás, szóbeli közlés). A kapott eredmények tehát ezeken a területeken csökkentik leginkább az esetleges bányászat földtani kockázatát.

Mivel az eredmények a Sajómercse II. területről alkotott szerkezeti képet módosítják, indokolt lehet a terület szerkezeti folytatásába eső, és a gazdaságos széntermeléshez szükséges Dubicsány terület esetében is hasonló vizsgálat elvégzése, valamint kiegészítő szeizmikus mérések tervezése. Egy északi vonal a Dubicsány szénkutatási terület szerkezeti viszonyait pontosítaná, míg egy déli vonal az Sm-1 vonal folytatásaként bekötné az archív Du-2 nagyfelbontású, illetve a regionális So-1 reflexiók szelvényeket a szeizmikus hálózatba, ezzel áttekintő képet adva a Darnó-zóna két pereméről.

Fontos kiemelni, hogy bár a bemutatott szeizmikus mérések minden esetben egy konkrét kérdés vagy kérdéskör megválaszolását célozták pontosabbá téve a kutatási terület földtani modelljét, ezzel egyidejűleg olyan jó felbontású és időtálló szeizmikus adatokat szolgáltatottak, amelyek további — az alap kutatás témakörébe tartozó — értelmezésekhez is megfelelő alapot nyújtanak.

Köszönetnyilvánítás

A Nyugat-Mecsek szerkezetkutatásának eredményeit a Mecsekérc Zrt., illetve RHK jóváhagyásával közöltük. Kü-

lön köszönettel tartozunk HÁMOS Gábornak a földtani környezet értelmezésében nyújtott segítségével.

A péri geotermikus kutatás bemutatása a PannErgy Nyrt. hozzájárulásával történhet meg.

A Sajtó menti mérést a ZB78001 számú ITM támogatási szerződés finanszírozta. Munkánkat PÜSPÖKI Zoltán a Borsodi-szénmedence szakértője, illetve SZALAY István az 1970–90-es években végzett Bükk-előtéri szeizmikus mérések feldolgozásának és értelmezésének vezető kutatója segítette.

A terepi mérések kivitelezésében az MBFSZ munkatársai, többek közt TUKA Sándor, KUN Lajos, GILI László, BE-REZCKI László és MARKOS Gábor működtek közre.

Köszönjük lektoraink (UHRIN András, ÁDÁM László és egy anonim lektor) konstruktív hozzászólásait, amik nagyban hozzájárultak a kézirat fejlődéséhez és további vizsgálati lehetőségeket vetettek fel.

Irodalom — References

- ALEARDI, M. & MAZZOTTI, A. 2012: A study on the seismic AVO signatures of deep fractured geothermal reservoirs in an intrusive basement. — *EGU General Assembly, Geophysical Research Abstracts* **14**, p. 3043.
- ÁDÁM L. 2006: A Darnó-öv hatása a borsodi széntelepes összletre. — *Földtani Közlemények* **136/1**, 25–36.
- ÁDÁM L. 2014: A borsodi kőszéntelepes összlet rétegtani problémái. — *Általános Földtani Szemle* **31**, 33–50.
- BAUER M., CSERKÉSZ-NAGY Á. & TAKÁCS E. (szerk.) 2019: Kutatási jelentés a Sajómercse–Sajóvelezd, valamint Uppony–Bánhorvátí térségében elvégzett szeizmikus mérésről. — *Kézirat*, Jelentés, MBFSZ, Budapest, 62 p.
- BEKE, B., FODOR, L., MILLAR, L., PETRIK A. 2019: Deformation band formation as a function of progressive burial: Depth calibration and mechanism change in the Pannonian Basin (Hungary). — *Marine and Petroleum Geology* **105**, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.04.006>
- BODOKY T. & POLCZ I. 2016: Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet története II. — MFGI, Budapest, 726 p.
- BOHNNÉ HAVAS, M., NAGY, E., NAGY-BODOR, E., RADÓCZ, GY., RÁKOSI, L. & SZEGŐ, É. 2000: Paleoenvironmental reconstruction of cyclic coal-bearing sequence in Borsod basin (N Hungary). — *Geological Society of Greece, Special Publication* **9**, 37–42.
- CAMELI, G. M., CECCARELLI, A., DINI, I. & MAZZOTTI, A. 2000: Contribution of the seismic reflection method to the location of deep fractured levels in the geothermal fields of southern Tuscany (Central Italy). — *World Geothermal Congress, Proceedings*, 1025–1029.
- CHOPRA, S. & CASTAGNA, J. P. 2014: AVO. — *Investigations in Geophysics* **16**, Society of Exploration Geophysicist, Tulsa, Oklahoma, 288 p. <https://doi.org/10.1190/1.9781560803201>
- CSERKÉSZ-NAGY Á., TAKÁCS E., BAUER M., CSABAFI M., GÚTHY T., KÓBORNÉ BUJDOSÓ É., KOVÁCS A.Cs., SZÓTS G. & HEGEDŰS E. 2018: A Nyugat-Mecsek szeizmikus kutatásának legújabb eredményei: A Me–105 és Me–106 szelvények földtani értelmezése. — In: HÁMOS G. & SÁMSON M. (szerk.): *Bodai Agyagkő Formáció kutatás szakmai előadói nap*. — Magyarhoni Földtani Társulat, MTA Pécsi Akadémiai Bizottság, RHK Kft. kiadvány, Pécs, 72–80.
- FANCSIK T., TÓTH S., GYÖRGY L. & NYÁRI Zs. 2010: Archív ELGI szeizmikus szelvények feldolgozása, értelmezése. — *Kézirat*, Kutatási jelentés, ELGI, Budapest.
- FODOR L. 2010: Mezozoos-kainozoos feszültségmezők és törérendszerek a Pannon-medence ÉNy-i részén — módszertani és szerkezeti elemzés. — *Kézirat*, Akadémiai doktori értekezés, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 129 p.
- 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**, 142–162 p.
- GÖNZ G. & RÁDLER B. 1985: A vertikális szeizmikus szelvényezés (VSP) alapjai. — *Magyar Geofizika* **26/2**, 43–53.
- GYALOG L. (szerk.) 2013: *Magyarország földtani térképe 1:500 000*. — MFGI, Budapest.
- HAAS J., BUDAI T., CSONTOS L., FODOR L. & KONRÁD Gy. 2010: *Magyarország pre-kainozoos földtani térképe 1:500 000*. — MÁFI, Budapest.
- HEGEDŰS E. 1984: Jelentés a Felsőnyárad és Dubicsány térségben végzett reflexiós szeizmikus és elektromágneses mérésekről. — *Kézirat*, Jelentés, MÁELGI, Budapest, 16 p.
- HORVÁTH J., HÁMOS G., BENÓ D., MENYHEI L., SÁMSON M., SZAMOS I., HALÁSZ A. & KONRÁD Gy. 2018: A BAF kutatási terület földtani szerkezeti alapvonásai. In: HÁMOS G. & SÁMSON M. (szerk.): *Bodai Agyagkő Formáció kutatás szakmai előadói nap*. — Magyarhoni Földtani Társulat, MTA Pécsi Akadémiai Bizottság, RHK Kft. kiadvány, Pécs, 81–87.
- JÄGER, R., MANN, J., HÖCHT, G. & HUBRAL, P. 2001: Common-reflection-surface stack: image and attributes. — *Geophysics* **66**, 97–109. <http://dx.doi.org/10.1190/1.1444927>
- KISS J. (szerk.) 2003: Kutatási jelentés a BAF 2003 projekt keretében végzett gravitációs és mágneses mérések kivitelezéséről és értékeléséről. — *Kézirat*, Jelentés, ELGI, Budapest.
- KONRÁD Gy. & SEBE K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugat-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közlemények* **140/2**, 135–162.
- KONRÁD Gy., SEBE K. & BUDAI T. 2016: Magyarázó a Bodai Agyagkő Formáció perspektivikus elterjedési területének 1:25 000 méretarányú földtani térképéhez. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt., Pécs.
- KORECZNÉ LAKY I., (1985): A Kelet-borsodi medence ottnangi képződményeinek Foraminifera vizsgálata. — *Geologica Hungarica series Palaeontologica* **48**, 180–237.
- KOVÁCS A. Cs. (szerk.) 2005: Átnézetes 3D szeizmikus tomográfias mérések. — *Kézirat*, Előzetes kutatási jelentés, ELGI, Budapest.

- KOVÁCS A. Cs. (szerk.) 2012: A Váralja kutatási területen elvégzett 3D szeizmikus mérés adatainak értelmezése és VSP feldolgozása. — *Kézirat*, Kutatási jelentés, Geofizikai Szolgáltató Kft. Budapest, 40 p.
- KOVÁCS A. Cs. (szerk.) 2017: Geotermikus energiahasznosításra potenciálisan alkalmas mintaterület vizsgálata Vecsés környezetében. — *Kézirat*, Tanulmány, MFGI, Budapest, 92 p.
- KÓNYA A. 1978: Geofizikai mérések a Mecsek hegység Ny-i részén (Királyegyháza–Korpád–Boda). — *Kézirat*, Kutatási jelentés, ELGI, Budapest, 13 p.
- LÓRINCZ K. 2019: Szeizmikus attribútumok időmetszeteken történő vizsgálata — hogyan találjuk meg gyorsan a gáztartalmú homokköveket? — *Magyar Geofizika* **60**, 20–29.
- MAJOROS GY. & MENYHEI L. 2017: Ny-Mecsek szerkezeti képének, térképének aktualizálása. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt., Pécs.
- MAZZOTTI, A. & MIRRI, S. 1991: An experience in seismic amplitude processing. — *First Break* **9/2**, 65–73. <http://dx.doi.org/10.3997/1365-2397.1991004>.
- MESKÓ A. 1977: Szeizmikus mérések gyakorlati végrehajtása. — In: MESKÓ A. (szerk.): *Szeizmika I.* Eötvös Loránd Tudományegyetem TTK, Budapest, 307–380.
- PALZER-KHOMENKO, M., WAGREICH, M., KNIERZINGER, W., MESZAR, M. E. & GIER, S. 2019: The early Miocene Calcite Minimum Interval: Pinning down upper Ottnangian Molasse stratigraphy. — *AAPG Europe Regional Conference, Vienna. Abstracts*, p. 39.
- PÁLFY, J., MUNDIL, R., RENNE, P. R., BERNOR, R. L., KORDOS, L. & GASPARIK, M. 2007: U–Pb and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Miocene fossil track site at Ipolytarnóc (Hungary) and its implications. — *Earth Planetary Science Letters* **258**, 160–174. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.03.029>
- PETRIK A., BEKE B., FODOR L. & LUKÁCS R. 2016: Cenozoic structural evolution of the southwestern Bükk Mts. and the southern part of the Darnó Deformation Belt (NE Hungary). — *Geologica Carpathica* **67**, 83–104. <https://doi.org/10.1515/geoca-2016-0005>
- POLCZ I. 2003: *Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet története I.* — ELGI, Budapest, 309 p.
- PÜSPÖKI Z. (szerk.) 2017: Integrált szénmedence vizsgálatok. — *Kézirat*, Jelentés, MBFSZ, Budapest, 41 p.
- PÜSPÖKI, Z., TÓTH-MAKK, Á., KOZÁK, M., DÁVID, Á., MCINTOSH, R. W., BUDAY, T., DEMETER, G., KISS, J., PÜSPÖKI-TEREBESI, M., BARTA, K., CSORDÁS, Cs. & KISS, J. 2009: Truncated higher order sequences as responses to compressive intraplate tectonic events superimposed on eustatic sea-level rise. — *Sedimentary Geology* **219**, 208–236. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2009.05.011>
- PÜSPÖKI, Z., FORGÁCS, Z., KOVÁCS, Zs., KOVÁCS, E., SOÓS-KABLÁR, J., JÄGER, L., PUSZTAFALVI, J., KOVÁCS, Z., DEMETER, G., MCINTOSH, R. W., KOZÁK, M. & VERBÓCI, J. 2012: Stratigraphy and deformation history of the Jurassic coal bearing series in the Eastern Mecsek. — *International Journal of Coal Geology* **102**, 35–51. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.07.009>
- PÜSPÖKI, Z., HÁMOR-VIDÓ, M., PUMMER, T., SÁRI, K., LENDVAY, P., SELMECZI, I., DETZKY, G., GÚTHY, T., KISS, J., KOVÁCS, Zs., PRAKALVI, P., MCINTOSH, R. W., BUDAY-BÓDI, E., BÁLDI, K. & MARKOS, G. 2017: A sequence stratigraphic investigation of a Miocene formation supported by coal seam quality parameters — Central Paratethys, N-Hungary. — *International Journal of Coal Geology* **179**, 196–210. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.05.016>
- PÜSPÖKI Z., FOGARASSY-PUMMER T., CSERKÉSZ-NAGY Á. & MARKOS G. 2018: 2. Módszertani fejlesztési lehetőségek a hazai szénkutatási gyakorlatban. — In: PÜSPÖKI Z., DEBRECZENI Á., FANCSIK T., HÁMORNÉ VIDÓ M. & ZELEI G. (szerk.): *A hazai szénvagyon és hasznosítási lehetőségei*. MBFSZ, Budapest, 21–27.
- SEBE K., SAID D., WÄGENHOFFER A., HÁMOS G., KOVÁCS L., SOMODI G., BÖGÉR Á., KONRÁD GY., HORVÁTH J. & SZUJÓ G. 2017: Neotektonikai folyamatok alakulása a BAF tágabb földtani környezetében a késő-miocén óta. — *Kézirat*, Mecsekérc Zrt., Pécs.
- SZALAY I. 1985: A Borsodi-medence barnakőszén előkutatási programja 1982–85 keretében a Medenceperem–Ny területen és Balaton–Szilvásvárad környékén 1983–84-ben végzett geofizikai mérésekről. — *Kézirat*, Jelentés, MÁELGI, Budapest, 26 p.
- SZTANÓ, O. & TARI, G. 1993: Early Miocene basin evolution in Northern Hungary: Tectonics and Eustacy. — *Tectonophysics* **22**, 485–502. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(93\)90134-6](https://doi.org/10.1016/0040-1951(93)90134-6)
- TAKÁCS E. 1996: Az észlelési távolságtól függő amplitúdók analízise (AVO) és a hazai alkalmazás lehetőségei. — *Magyar Geofizika* **37**, 154–169.
- TAKÁCS E. (szerk.) 2018: Földtani kutatás a Nyugat-Mecsekben; Refrakciós és reflexiós szeizmikus szelvényezés, valamint feldolgozási eredmények a Me–105 és Me–106 vonalak mentén. — *Kézirat*, Kutatási jelentés, MBFSZ, Budapest, 54 p.
- TAKÁCS E. & CSERKÉSZ-NAGY Á. (szerk.) 2018: Földtani kutatás a Nyugat-Mecsekben; Közös reflexiós felületen (CRS) alapuló összegzés, mélység migráció, valamint mélységtartománybeli előzetes értelmezés a Me–105 és Me–106 szeizmikus szelvények mentén. — *Kézirat*, Kutatási jelentés, MBFSZ, Budapest, 30 p.
- TAKÁCS, E., KUMMER, I., SIPOS, J. & PÁPA, A. 2001: Bright spot analysis within the Pannonian Basin using horizon velocity estimation and Hilbert and AVO attributes. — *First Break* **17/3**, 79–85. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2397.1999.00701.x>
- TARI, G. 1994: Alpine Tectonics of the Pannonian basin. — *Manuscript*, PhD thesis, Rice University, Texas, USA, 501 p.
- THOMAS, L. 2013: Geophysics of coal. — In: THOMAS, L. (szerk.): *Coal Geology (second edition)*. Wiley-Blackwell, Chichester, 211–252. <https://doi.org/10.1002/9781118385685.ch8>
- TÓTH S. & KOVÁCS A. Cs. (szerk.) 2004: Kutatási jelentés a BAF 2003 projekt keretében végzett szeizmikus mérések kivitelezéséről és értékeléséről. — *Kézirat*, Jelentés, ELGI, Budapest 53 p.
- TUNGLI GY. & MOLNÁR P. 2018: A Bodai Agyagkő Formáció földtani kutatása. — In: HÁMOS G. & SÁMSON M. (szerk.): *Bodai Agyagkő Formáció kutatás szakmai előadói nap*. — Magyarhoni Földtani Társulat, MTA Pécsi Akadémiai Bizottság, RHK Kft. kiadvány, Pécs, 1–8.
- YILMAZ, O. 1999: When Reflections are not Hyperbolas and Reflectors are not Points, — *Journal of Applied Geophysics* **42**, 139–141. [https://doi.org/10.1016/s0926-9851\(99\)00034-8](https://doi.org/10.1016/s0926-9851(99)00034-8)
- YILMAZ, O. & DOHERTY, S. M. 2001: Seismic data analysis: Processing, inversion, and interpretation of seismic data (2nd Edition) — *Investigations in Geophysics* **10**, 67–124. <https://doi.org/10.1190/1.9781560801580>

A településgeológiai kutatások a Földtani Intézet 150 éve alatt

KUTI László, HALUPKA Gábor, CSÖRGHE-ANDÓ Anita

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Alkalmazott és Környezetföldtani Osztály
Levelező szerző: Halupka Gábor, halupka.gabor@mbfsz.gov.hu

Urban Geology during 150 years of the Geological Institute of Hungary

Abstract

State geological research in Hungary dates back to the 19th century. It started with the establishment of the Royal Geological Institute of Hungary 150 years ago, and continued as the Geological Institute of Hungary, and later on by its successor institutions.

The authors give here a detailed overview of urban geology cultivated by the institute, during this long period. Based on the archive reports, an interesting evolution of this activity can be observed. In the early times individual inquiries were predominant, while regular, comprehensive research with detailed mapping was initiated only decades later. Tasks of the present are very diverse, since general mapping of city districts is as important as project works, data management, or support of decision making.

Keywords: urban geology, Geological Institute of Hungary, 150 years

Összefoglalás

Hiánypótlónak szánt összeállításukban, a szerzők a magyar földtani kutatás végzésére 150 éve alapított intézetben zajlott és zajló településgeológiai munka legfontosabb állomásait elevenítik fel, a kezdetektől publikált igazgatói jelentésekre támaszkodva.

Az egyes időszakokat bemutató, a korabeli jelentések felidézése sajátos ízű, részletes áttekintése olyan tudományos tevékenység ívét rajzolja elénk, amely a kezdeti, egyedi megkeresésektől kiindulva, majd egy-egy szakterületre koncentrálna, egyre inkább a több éves, átfogó, gondosan megszerkesztett, korszerű tematikus térképezések tartalmával töltötte fel ezt a napi életet segítő, társadalomhoz közel álló földtudományi területet.

Kulcsszavak: településgeológia, Földtani Intézet, 150 év

Bevezetés

A településgeológia fogalma sokat fejlődött, változott az idők folyamán. Robert LEGGET „Cities and Geology” c. alapművében található definíció (LEGGET 1973) feltétlenül megemlíttendő, ám még nem ad egyértelmű meghatározást. Az öt követő szerzők közül ANON (1996) interdiszciplináris területként határozza meg a településgeológiát a geo- és társadalomtudományok között, amely városi területeken vizsgálja mindazon problémákat, amelyek a Földdel, földtani közeggel kapcsolatban állnak. Ezzel szemben KARROW & WHITE (1998) inkább mérnökgeológiai, környezetvédelmi feladatok megoldásában látja a tudományterület szerepét. Számunkra azonban kifejezőbb definíciót adnak CULSHAW & PRICE (2012): a településgeológia „a földtani közeg, valamint a humán és ter-

mészetes folyamatok kölcsönhatását vizsgálja városi környezetben, beleértve a kiváltó hatásokat és a szükséges geoinformációk rendelkezésre állását, biztosítandó a fenntartható fejlődést, a regenerálást és megőrzést”. Ehhez jól illeszkedik az egykori Magyar Állami Földtani Intézet Településgeológiai Főosztályán kikristályosodott meghatározás, amely SZURKOS Gábor megfogalmazása szerint „...az alkalmazott földtani kutatás azon ága, mely vizsgálja az épített környezet és a különféle építészeti tevékenységek földtani közegre, földtani képződményekre kifejtett hatását, illetve azt, hogy a földtani közeg és a benne lejátszódó folyamatok milyen hatást gyakorolnak az épített környezetre.” (ANDÓ et al. 2015). Mi ez utóbbi két megközelítést tekintjük kiindulási alapnak.

Ennek megfelelően a településgeológiai kutatások kiterjednek a települések — elsősorban a nagyvárosok —, és

környezetük építésalkalmasságának, környezetállapotának, veszélyeztetettségének, potenciális veszélyforrásainak, védendő földtani és vízföldtani értékeinek vizsgálatára, térképi feldolgozására, illetve a városi építkezések, a beépítettség, a vízkivétel, az ipari tevékenység és a teherviselő földtani közeg kölcsönhatásainak vizsgálatára.

A településgeológia alapelve a földtani környezet és a mesterséges környezet kölcsönhatásának vizsgálata, ahogy arra CULSHAW & PRICE (2012) is rámutatott. Ugyanis tervezői, kivitelezői szemmel azt kell vizsgálnunk, hogy az adott földtani közeg milyen hatással lehet az építeni kívánt műtárgyra (ház, ipari létesítmény, közmű, közlekedési vonal, metróalagút, híd stb.). Környezetvédő szemmel viszont arra kell figyelniünk, hogy az adott műtárgy milyen hatással lehet a földtani környezetre, a képződményekre, illetve a bennük mozgó, ill. tározott talajvízre. Például a sűrűn beépített lakóterületek, az ipari létesítmények, a forgalmas utak, üzemanyag-tárolók stb. nagymértékben veszélyeztetik, esetenként szennyezik a földtani képződményeket és a bennük tárolt talajvizet. A mélyépítés (mélygarázs, pince, metróalagút stb.) megváltoztathatja a talajvíz természetes áramlási viszonyait. A felszíni szennyezőanyagok a talajon át vagy akár közvetlenül is elérhetik a talajvizet, amelyben a szennyeződés horizontálisan és vertikálisan is továbbterjedhet, és esetenként ivóvízbázisokat is veszélyeztethet.

A településgeológiai kutatás alapja a felszíni–felszínközeli képződmények előfordulásának, elterjedésének, vastagságának, s ezek kapcsolatának ismerete. Fontos elem a felszín alatti első vízadó, a talajvíz, valamint a talajvíztükör felszín alatti mélysége és tengerszint feletti helyzete. Ez utóbbiból a talajvíz áramlási irányára is tudunk következtetni. Mind környezetföldtani, mind építésföldtani szempontból fontos tényező a talajvíz kémiaja. Ismereteinknek ki kell terjedniük a talajvíz kémiai típusaira, agresszivitására, összes oldottanyag-tartalmára, valamint egyes, egészségügyi szempontból is lényeges elemek, ionok (pl. szulfát, nitrát, ammónium, bór, cink, réz, nikkel, nátrium és klorid), továbbá toxikus nehézfémek (pl. ólom, króm, higany) előfordulására, koncentrációjára. Hasonlóképpen fontos a különböző szerves szennyeződések, pl. szénhidrogén-származékok jelenlétének, viselkedésének ismerete is (a város és a felszíni, felszín alatti víz kapcsolatát széles körűen tárgyalja pl. BAKER 2010).

Környezetföldtani szempontból ismernünk kell a vizsgált területek szennyeződés-érzékenységét, illetve az adott területen előforduló, a földtani közegből adódó természetes, illetve az arra nézve kockázatot jelentő mesterséges veszélyforrásokat (vö. CHARLESWORTH & BOOTH 2019).

Építésföldtani szempontból szükségünk van az adott terület építésalkalmasságának, feltöltés-vastagságának megállapítására, de fontos megismernünk a felszínmozgásra hajlamos, vagy a víz- és süllyedésérzékeny képződmények kiterjedését, a különböző föld alatti üregek (barlangok, pincék stb.) előfordulását, mélységét, elhelyezkedését is (vö. CHARLESWORTH & BOOTH 2019).

A földtani közegbe telepített városi hosszú vonalas létesítmények fokozottan érzékenyek a sekélyföldtani körülmé-

nyekre. A közmű-geotechnika egy település csőhálózati behúrázási stratégiájának megújítását, a víz- és csatornahálózati állapotfelmérését, hálózatfejlesztését, felújítását, az üzemeltetés kockázati elemeinek vizsgálati módszereit alapozza meg.

Feladatunk, hogy áttekintsük, hogyan fejlődött, öltött alakot a településgeológia a Földtani Intézet fennállásának 150 éve alatt, hogyan vált az egyedi megbízásoktól a mérnökgeológiai, építésföldtani térképezést követően, annak tapasztalataira, adataira alapozva a mai környezetvédelmi követelményeknek eleget tevő, komplex vizsgálati módszerre. A feladathoz áttekintjük az intézet *Évi Jelentéseit* a legelsőtől máig. Jelen összeállítás az igazgatói és kutatói jelentések, valamint egyéb publikációk feldolgozására támaszkodva készült el.

A kezdetek: egyedi megkeresésekre adott válaszok (1882–1916)

BÖCKH János 1882. évi igazgatósági jelentésében utal elsőként településgeológiai tevékenységre: „*Hoffmann Károly fő geológus a budapesti m. k. bányakapitányság felszólítása folytán a budai keserűvízforrások védterülete kérdésében láttuk közreműködni; úgyszintén részt vett egy a főváros területén felállítani szándékolt téglavető ügyében megejtett helyszíni vizsgálatnál a fővárosi II. kerületi előjáróság részéről e tárgyban a földtani intézethez érkezett megkeresés következtében; ...*” A szövegből egyértelműen kiderül, a feladat végrehajtása során az intézethez érkező konkrét kérdésekre adtak választ az adott településen belül (BÖCKH 1883).

1885-ben Vas megye alispánjától jött a belügyminisztériumon keresztül egy megkeresés, hogy az intézet adjon szakzerű véleményt a Jobbágyiban történt hegycsuszamlások okáról, és az ez okokból szükségesnek mutatkozó intézkedésekről. Az igazgató kiküldte a terepre munkatársát, TELEGDY-ROTH Lajost, aki a szükséges intézkedést, véleményezést megtette (BÖCKH 1886).

BÖCKH János az 1886. évi igazgatósági jelentésében egy újabb megkeresésről ír: „*a cs. és k. techn., és administr. katonai bizottság Bécsben a magyar birodalom nevezetesebb helyőrségi állomásaiban talajvízi méréseket akarván közegei által megejtetni, ez ügyből kifolyólag a M. k. Földtani Intézethez is fordult*”. Az igazgató TELEGDY-ROTH Lajos főgeológust bízta meg a feladat megoldásával, ami még az év májusában meg is történt. Elküldték a jelentést a megbízónak, és ezt követően Szeged, Debrecen és Komárom területére kaptak hasonló megbízást, amelyet úgyszintén elvégeztek (BÖCKH 1887).

Az 1888. évi igazgatósági jelentésben írja az igazgató, hogy az 1885-dik évben életbe lépett vízjogi törvény újabb, településeket is érintő feladatokat jelölt ki az intézet számára. Többek közt szakvéleményeket kellett készíteni a különböző településeken található ásványvíz kutak védterületeiről. „*A lefolyt évben tárgyalásra került az intézettel Kempen Imre székesfehérvári lakosnak a mohai Ágnes és György*

ásványvíz-kutak védterületének elnyerését célzó beadványa. Ez ügyben dr. Szontagh Tamás belmunkatársunk készítette a törvénykövetelte szakvéleményt, s a földtani intézet igazgatósága szintén megadta erre vonatkozó véleményét a Nagyméltóságú Minisztériumnak úgy a helyszíni tárgyalás előtt, mint ennek az illetékes m. k. bányakapitányság által való megejtése után.”

A feladat meghatározása során az igazgató megjegyzi, hogy a védterülettel foglalkozó geológus feladata kettős. Védni kell a vizet és a kifakadás környéki talajt is a szennyeződéstől: „... miszerint részemről teljes mérvben méltányolva ama szigorító eljárást, melyet az intézeti geológus szakértők a szűkebb védköröket illetően javaslataikban követtek, midőn az adott viszonyokhoz mért szűkebb védkörön belül netalán fogatosítani kívánt bármilyen ásásokat, turkálásokat, egyáltalán a föld kérgének efféle megbontását hatósági engedély kieszközléséhez óhajják kötni, mert most is mondom, hogy azon esetekben, midőn a helyszíni szemlét megtartó geológusok a szűkebb védkör megállapítását tanulmányai alapján szükségesnek tartja, e belső védterületnek természetesen korántsem lehet csak az a feladata, miként a forrás-tulajdonos gyógyvizét esetleges megcsapolás ellen védelmezze, hanem véleményem szerint igen fontos feladatát kell hogy képezze az is, hogy a szűkebb védkör a gyógyvíz kifakadási vagy megnyitási pontját környező talajt a lehetőségig minden elszennyesítés, befertőzés ellen megóvja s így közvetítőleg magát a forrás vizét is tisztaságában megtartsa. E körülményre ásványvizeink már reputációjára érdekében is különös gondot kell fordítanunk s meggyőződés, hogy ez irányban elkövetett tévedések esetleg megmérhetetlen károkat okozhatnak ez úgy egészségileg, mint közgazdaságilag felette fontos természet-adta kincsek kellő kihasználásán.” (BÖCKH 1889). A védterületekre vonatkozó munka és az ivóvíznyeréssel kapcsolatos szakértői véleményezések képezik a következő években is az intézet településekhez köthető feladatait.

1891-től új feladatként jelenik meg az egyes településeket érintő földcsuszamlásoknak, azok tényének, okainak, hatásainak szakszerű földtani vizsgálata. A legelsőnek említett ilyen vizsgálat az 1891-es igazgatói jelentésben lett megemlítve a Zólyom megyei Malakó község határában bekövetkezett földcsuszamlásról (BÖCKH 1892).

Eközben újabb feladatokat jelentett a különböző települések, különösen a főváros területén folyó építkezések hatásának vizsgálata is. Például „Az eskütéri hídépítési munkálatok közben felfakadt hőforrás eltömése és az eltömés hatásának megállapítása tárgyában a kereskedelemügyi m. kir. miniszter úr részéről a m. kir. földművelésügyi miniszter úrhoz intézett átíratára, s ennek 1900 évi március 8-án kelt sz. magas felhívására, véleményes jelentés tételével, vajjon a Rudas-fürdő forrásvizeiben az eskütéri hídépítés megkezdése előtti állapot már visszaállítottan tekinthető-e vagy nem?” (BÖCKH 1901). Kikérte az intézet szakértői véleményét Budapest székesfőváros mérnöki hivatala is a Gellért-hegyi sziklarendezés ügyében. Az intézetet képviselő PETHŐ Gyula főgeológus részt vett a veszélyes sziklák eltávolítása ügyében megtartott helyszíni szemlén, és az intézet

további szakértői véleményeket adott a tervezett sziklabontásokkal kapcsolatban is.

1901-től egyre gyakoribbak a konkrét épületekkel, építkezésekkel kapcsolatos szakértői megkeresések. Így 1901-ben a budapesti Lipótmezőn zajló építkezéssel kapcsolatos helyszíni vizsgálat földcsuszamlás szempontjából. Emellett a Városligetben építendő gazdasági múzeum csúcsíves épülete helyén telepített „kémfúrások” vezetését és tanulmányozását is végezték (BÖCKH 1903). Hasonló jellegű vizsgálatok különösen a főváros területén a következő években is folytak.

1908-ban új feladatot jelentett az intézet szakembereinek a budai várhegyi alagút elhanyagolt állapota. Kiderült, hogy az alagút legnagyobb része át van itatva vízzel, aminek következtében, „a víz beszívargása folytán az alagút falának nagyrészen falrakszerű bomlás mutatkozik, amely idővel az alagút falát teljesen tönkre tenné, ha a védőmunkák idejében meg nem történnek.” A probléma okainak felderítéséhez előírták egy szakértői vizsgálat elvégzését, melyet egy intézeti geológusokból és székesfővárosi mérnökökből álló bizottság meg is tett. A bizottság 1908. augusztus hó 28-ikán kezdte meg működését, és kimerítő jelentését 1908. december hó vége felé nyújtotta be (A Budai Várhegyi Alagút hidrogeológiai viszonyai; I–V. rajzmelléklettel. Az alagút vizsgálatára kiküldött bizottság Jelentése. Előtanulmány az alagút falzatának vízmentesítése és gyökeres kijavítása ügyében készített műszaki javaslat. Budapest, 1909, 23 oldal). A jelentésben megállapították, hogy a budai Várhegyben a mésztufa alatti 5–30 cm vastag márgarétegek általában délnek, tehát az alagút hosszanti tengelye felé dőlnek, s ennek következtében a márgalapokon a csapadékvíz az alagút felé szivárog. E ténnyel építése idején számoltak az alagút mérnökei is, és kiépítettek csapadékvíz elvezető vízréseket, de a beszívargó csapadékvíz oldotta a mészkövet és a kicsapódó mész cseppkővet képezve elzárta e vízréseket. Ennek következtében a szivárgó víz szétfolyt az alagút boltozatán, s ahol a téglafalzatban rést talált, behatolt a falzatba is. Télen a megfagyott víz pedig tovább rongálta az alagút falzatot (SZONTAGH 1910).

A védterületi munkák a továbbiakban is folytatódnak konkrét megkeresések alapján a fővárosban és az ország különböző településein.

Ettől eltérő feladatként 1909-ben még folytatódott a budapesti alagút víztelenítésével kapcsolatos tevékenység, és konkrét földcsuszamlások vizsgálata is folyt. Ilyen feladat volt Szeged városi tanácsának részére a Baktói dűlői talajszüllyedés vizsgálata, valamint az óbudai Arany-hegy csuszamlásainak vizsgálata, úgyszintén konkrét felkérés alapján.

LÓCZY Lajos igazgató 1910. évi jelentésében áttekintve az intézet feladatait leírja, miként képzelte el az ottani alkalmazott földtani tevékenységet. „Intézetünk legelől járó feladatai közé tartozik az is, hogy a gyakorlati geológia igényeinek szolgálatára, ennek a feladatnak természetesen csak akkor fog tökéletesen megfelelni, hogy ha az egész országot közvetlen tanulmányokból és gyűjtésekből ismerni fogjuk és minden hozzánk érkező kérdésre rendszeresen beszerzett, eredeti adatokból tudunk felvilágosítással szolgálni.” (LÓCZY 1912).

1910-ben a talajcsuszamlásokkal való foglalkozás kötődik a településekhez. Így a Budapesti Téglá- és Mészégető Gyár földcsuszamlási ügyben beadott fellebbezésének véleményezése, az alagi lóversenypálya talajának megvizsgálása, a táborhegyi földcsuszamlás ügyében beadott fellebbezés és a kisbéri ménésépületnél észlelt talajcsuszamlások véleményezése.

1911-től 1918-ig ismét a védterületek véleményezése, és a földcsuszamlások, rogyások, omlások vizsgálata a feladat, mely tevékenységeket továbbra is konkrét megkeresések alapján végzi az intézet.

Időnként azonban más jellegű feladatok kapcsán is keresték az intézetet.

Ilyen volt például 1913-ban az a vizsgálat, mely arra terjedt ki, hogy a Balatonarácson tervezett téglagyári üzem beszennyezheti-e a balatonfüredi gyógyfürdő forrásait.

1916-ban a Hungária körút és Óbuda között építendő Duna-híd helyén mélyített kutatófúrásokat véleményezték az intézet munkatársai, de véleményt mondtak a Kovászna község pincéiben mutatkozó szénsav ömlések ügyében is. Tanulmányozták és véleményezték Budapesten a Városligeti fasor – Bajza utca – Lendvay utca – Aréna út által határolt területen mutatkozó nagymérvű talajvíz-emelkedés okait, és elvégezték Merczyfalva község (Temes m.) geológiai és geodéziai leírását.

Az első rendszeres felvételezések (1917–1919)

1917-ben megkezdtek Budapest nagy részletességű geológiai felvételét. A munkában részt vett: „*Halaváts Gyula ny. főbánya tan. főgeológus, Horusitzky Henrik, Kadić Ottokár dr., Schréter Zoltán dr., Toborffy Géza dr. geológusok, továbbá Schafarzik Ferenc dr. műgyet. tanár és ifj. Lóczy Lajos dr. munkatársak és végül Szontagh Tamás dr. aligazgató, ki a főváros hidrogeológiáját, különösen a hévvizeket tanulmányozta.*” (SZONTAGH 1923).

„*Budapest székesfőváros területének részletes geológiai felvétele az 1917. év tavaszán vette kezdetét. Budapest és környékének geológiai viszonyai nem teljesen ismeretlenek ugyan, de azért oly részletesen, mint ahogy azt az ország központjának, Magyarország székesfővárosának talaja megérdemelné, még sincsen még tanulmányozva.*” — írta első jelentésében HORUSITZKY Henrik (1923).

A rendszeres felvételezések mellett továbbra is kapott az intézet eseti feladatokat, melyeket kutatói elvégeztek. Ezek ebben az időszakban a következők voltak. 1917-ben véleményezték az Újtátrafüred és Csorba-tó közt létesítendő szanatórium, valamint Kőszeg város új köztemetőjének elhelyezési lehetőségét.

1918-ban a Tátrában létesítendő szanatórium elhelyezési lehetőségét, valamint a Gyergyószentmiklóson létesítendő kőfaragó iskola elhelyezési lehetőségét véleményezték, és elvégezték az esztergomi Várhegy sziklaomlásának vizsgálatát.

1919-ben Pécel és Maglód (Pest m.) környékének geológiai vizsgálata történt meg, véleményezték a lugosi repülőtér geológiai természetét, és talajcsúszásokat is vizsgáltak.

Ínséges idők (1920–1932)

Az 1920–1923-as évekről összevont évi jelentés jelent meg, melyből kiderült, hogy a háborút követő kényszerhelyzet, az anyagi lehetőségek csökkenése a földtani kutatást jórészt a fővárosra koncentráltta.

„*A háborút követő nagy összeomlás és a kommunizmus után Intézetünk is, mint az összes hazai tudományos intézmények, a legsíralmasabb állapotba került. Felvételi munkára alig jutott valami költség, sőt az első években a Budapesttől távolabb eső területeken a megélhetési nehézségek miatt sem lehetett vizsgálatokat végezni. Ezért a rövidre szabott felvételi munkálatok kezdetben leginkább Budapest környékén és a szénbányahelyek környékén folytak. ...*”

„*Dr. Schafarzik Ferenc műgyetemi tanár, dr. Pálffy Móric, Horusitzky Henrik főbányatanácsos-főgeológusok és dr. Schréter Zoltán osztálygeológus folytatják Budapest környékének legrészletesebb felvételét.*” — írta PÁLFY MÓRIC az összevont igazgatósági jelentésében (PÁLFY 1925).

A térképezés mellett különféle megkeresések alapján ún. „vegyes geológiai természetű vizsgálatokat” is végeztek ekkor. Így 1920-ban a főváros tanácsának megkeresésére véleményt mondtak a fővárosi épületek pincehelyiségeinek víz általi elárasztása ügyében, valamint Budapest I. ker. Böszörményi úton a farkasréti villamos vasútvonal második vágányának építése ügyében. 1923-ban pedig a Kisbéren történt földcsuszamlásról mondtak helyszíni szemle alapján véleményt. Elvégezték a Kalocsán április 23-áról 24-ére virradó éjjel hullott por mikroszkópos vizsgálatát, és a Budapest–Lipótmezei m. kir. Elmegyógyintézet Nagykovácsi község határában fekvő telepeinek megvizsgálását (MARZSÓ 1925).

Az 1925–1928-as évekről úgyszintén közös jelentés készült.

Településsel kapcsolatos munkák alig történtek e négy év alatt, inkább csak a települések vízellátására vonatkozó kutatásokat végeztek. Az egyik kivételről az intézet igazgatója, NÓPCSA FERENC írt az 1925. évről szóló beszámolójában. „*Több eredménnyel járt az a fáradozásom, hogy Budapest Székesfőváros 1:25.000-es léptékű geológiai térképéhez a szükséges támogatást a Fővárostól megszerezzem, miért is úgy az Intézet, mint a magyar geológia nagy hálával tartozik a Székesfővárosnak. A térkép kiadása tárgyában értekezletet tartottam. Ennek eredménye olyan színdolgozat megállapítása volt, amelynek alapján a térkép nemcsak a Főváros területén dolgozó geológusoknak, de az építészeknek is útmutatásul szolgálhat.*” (NÓPCSA 1935)

Ezt követően az 1928. évről íródott jelentés részben települési problémák vizsgálatait ismerteti. Ezek általában külső megkeresések alapján zajlottak. Így Hajmáskéren a katonai parancsnokság épületeinek falrepedéseivel kapcsolatban végeznek geológiai vizsgálatot; szakvéleményt adtak a Budapest területén létesítendő földalatti vasút terveihez; helyszíni szemle alapján véleményt fogalmaztak meg az egri földrengésről; elvégzik a tihanyi hajóállomáshoz vezető út melletti földcsuszamlás, valamint a budafoki földcsuszamlás geológiai vizsgálatát (TIMKÓ 1935).

Az 1929–1932-es évek során továbbra is csak az egyes települések vízellátásával kapcsolatban végeznek eseti kutatómunkát. Az egyetlen kivételtől az 1931–32-es jelentésben olvashatunk, miszerint a laboratóriumban sorozatos vízvizsgálatok készültek Budapest Székesfőváros részére a betoncsövek lefektetésével kapcsolatban (EMSZT & ROZLOZSNIK 1937).

Élénkülő kutatások (1933–1943)

Az 1933–1935. évekről készült *Évi Jelentés*ből egyértelműen kitűnik, hogy az intézet kutatói eseti megkeresések alapján különböző települési problémákat is vizsgáltak, keresve azok földtani okait, s ezek ismeretében tanácsokat adtak a probléma megoldására, mérséklésére, illetve a hasonlók megelőzésére.

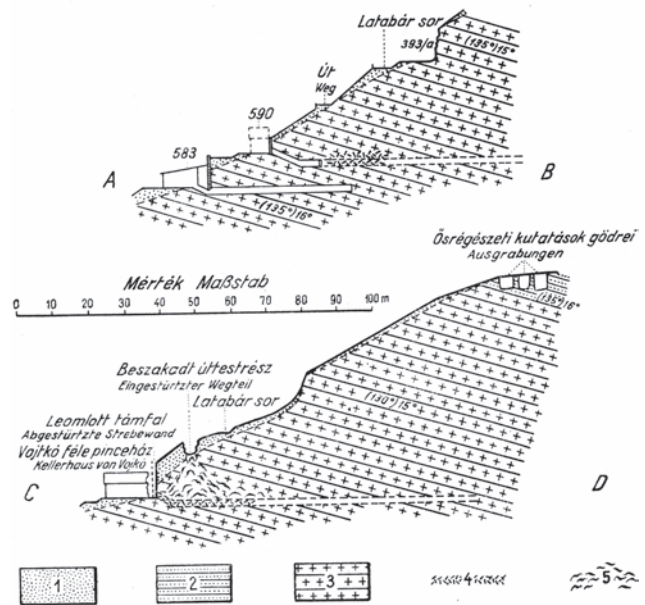
SÜMEGHY József (1936) az Esztergom Szenttamáshegy nevű városrészében felfakadó vizek elvezetése, illetve az ott jelentkező csuszamlások elhárítása céljából végzett részletes földtani kutatást, ugyanis a lakosok már régóta panaszkodtak az épületek, a pincék fölvizedése miatt. Sok esetben egyes pincék megteltek vízzel. Ugyanakkor a talajcsuszamlások, suvadások is komoly problémákat okoztak. A kérdésre, hogy mi a pincékben és az úttesten észlelt vizek eredete, s mi módon lehetne a vízfelfakadásokat és azok káros hatását megszüntetni, megszületett a válasz. Eszerint a fölös talajvizet el kell vezetni, s ehhez olyan csatornahálózatot kell kiépíteni, melybe a talajvíz beszívárogathat és amelyből azt ki is lehet vezetni. Fontos, hogy meglegyen a víznek a megfelelő esése is. Lényegében egy mély árokra van szükség, melynek feneké (aljzata) lenne a zárórteg.

SCHRÉTER Zoltán a miskolci Avas pinceomlásait vizsgálta, és tett javaslatot a megakadályozásukra (1. ábra). Nemkívánatosnak nevezte az új pincék nyitását, a meglévők megvédéséhez fontosnak tartotta a támfalak kiépítését, a terület növényzettel történő borítását és további bolygatatlanságát (SCHRÉTER 1940).

SCHMIDT ELIGIUS Róbert foglalkozott a budai Várhegy suvadásával is abból a célból, hogy az ottani földmunkákkal feltárt geológiai viszonyok tanulmányozása alapján a hegycsuszamlás körülményeiről vázlatos képet adhasson (2. ábra). Kutatásai eredményeként megállapította, hogy a csuszamlások, suvadások oka egyértelműen a víz. Kevésbé jelentősnek minősítette a lejtő túlterhelését, és mindenképp komoly szerepet tulajdonított az emberi tevékenységnek, miszerint kiváltó tényező volt az is, ha a hegy lábánál végrehajtott bontási és hálalozási munkálatokkal az adott lejtőszakaszt megbolygatták (SCHMIDT ELIGIUS 1940).

Az 1936–1938-as évek, az igazgatói jelentés szerint, abban hasonlítottak az előző időszakokra, hogy a településeken a kutatás fő célja a vízkutatás, a vízellátással, vízminőséggel összefüggő tevékenység volt, és emellett szerepet kaptak a különböző földmozgások okait elemző kutatások is, pl. Ercsi község partcsuszamlásainak vizsgálata. Az igazgatói jelentés tételesen meg is említi e kutatásokat.

SÜMEGHY József Győrött végzett földtani kutatásainak



1. ábra. A miskolci Avason történt pincebeomlásoknak, úttestbeomlásoknak és repedéseknek átnézeti szelvényei (SCHRÉTER 1940)

1. Felső, kötőmélék barna agyag és nyirok. 2. Agyag, homok- és mészkőrétegek. Szarmata emelet. 3. Piroxén andezittufa és agglomerátum. Szarmata emelet. 4. Beomlott pinceárok. 5. Kőzetomlás

Figure 1. Cross sections of cellar collapses, road collapses and cracks at 'Avas' district of town Miskolc, NE-Hungary (SCHRÉTER 1940)

Legend: 1. Upper, brown clay with rock debris and leptosoil. 2. Clay, sand and limestone layers. Sarmatian stage. 3. Pyroxene andesite tuff and agglomerate. Sarmatian stage. 4. Collapsed cellars. 5. Rock collapse

'Mérték' = scale bar. 'Latabár sor' = 'Latabár' street. 'Ösregészeti kutatások gödrei' = archaeological research pits. 'Beszakadt úttestrész' = collapsed road section. 'Leomlott támfal' = Fallen load-bearing wall. 'Vajkó-féle pinceház' = Cellar of Vajkó

fő célja a meleg víz megszerzésére irányuló vízkutatás volt. SÜMEGHY (1942) elvégezte az ajánlott mélyfúrással együtt járó földtani kutatásokat, melynek eredményeként komoly áttekintést tudott adni a város földtanáról a felszíni–felszínközeli képződményektől egészen a víztározó mélységegig.

Az 1939–40-es években sem a települési problémák kutatása volt a fő feladat, s nem is érkezett sok ilyen jellegű megbízás. Az 1940. évről írt igazgatói beszámoló egy ilyen esetet említi, miszerint „Budapest székesfőváros megbízásából dr. Vigh Gyula főgeológus folytatta karszthidrológiai tanulmányait a budai hegyek karsztvizének a főváros vízművei részére való felhasználása céljából.” (LÓCZY 1948).

Az 1941–1942-es évek fő feladataként hozzáfogtak a visszacsatolt részek 21 évvel azelőtt félbehagyott geológiai felvételeinek folytatásához. Kiemelendő, hogy a „Földművelésügyi Kormány megértő támogatásának” köszönhetően már nemcsak a gyakorlati célú kutatásokat, hanem a tisztán tudományos kutatásokat is megkezdhatték (LÓCZY 1953).

Megbízások alapján vizsgálták az esztergomi és nagyváradi hegycsuszamlásokat, részletes véleményt adtak azok megkötésére, hogy a további csúszásokat megakadályozzák.

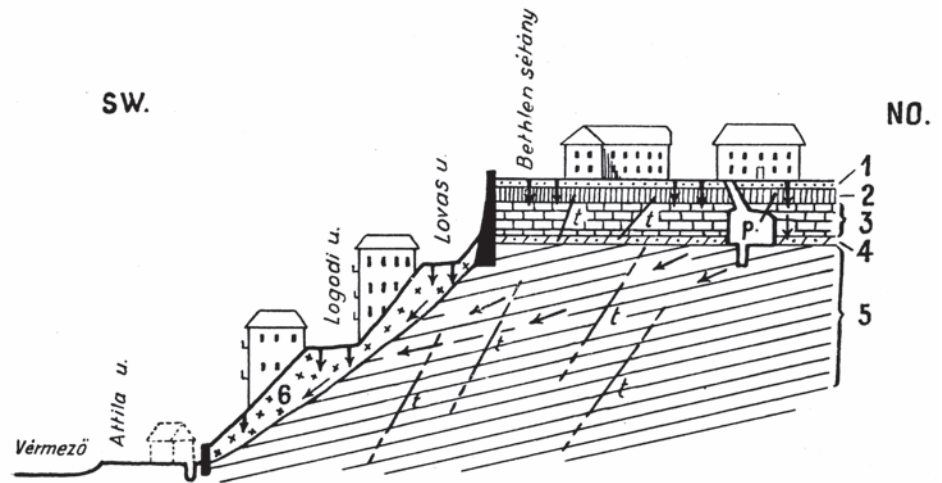
A lágymányosi Postáskórház területén 1941-ben több alkalommal próbafúrásokat mélyítettek, hogy információt kapjanak a felszínközeli képződményekről és a bennük tá-

2. ábra. A budai Várhegy vázlatos ÉK–DNY irányú földtani szelvénye (SCHMIDT ELIGIUS 1940)

1. feltöltés, talaj, 2. lösz, 3. édesvízi mészkő, 4. löszszerű homokos, márgás agyag, fluvialis homok és kavics, 5. budai márga, 6. lejtőtörmelek, 't' törésvonalak, ← a víz mozgási iránya, 'p' pincék

Figure 2. Scetch of cross section of Castle Hill of Buda (SCHMIDT ELIGIUS 1940)

Legend: 1. landfill, soil, 2. loess, 3. travertine, 4. loess-like clay with sand and marl, fluvial sand and gravel, 5. 'Budai' marl, 6. talus, 't' = lines of cracks, ← = direction of movement of water, 'p' = cellar



rolt talajvízről. Ezek alapján megállapították, hogy a kórház telkének altalaja lényegében három rétegre tagolható. Legfelül egy fekete színű holocén agyagos iszapréteg, alatta egy szulfátos vizet tartalmazó óholocén korú sárga, majd szürke színű homokos kavicsos réteg található, amely egy középső-oligocén korú, szürke színű Kiscelli Agyagrétegre települt. Ez utóbbinak felső néhány decimétere átázott, a többi száraz. A vizsgálatok eredményeként megállapították azt is, hogy a szulfátos víz szulfátkoncentrációja olyan magas (több mint 0,3 g/l), hogy a betonra káros hatású. Ezért az építkezésnél „egyrészt az agresszív talajvíz ellen kell védekezni megfelelő szigeteléssel, másrészt az alapozást kell száraz kiscelli agyagrétegben végezni. Az alapfalak feltétlenül aszfaltos szigetelésű elővéddel választandók el a talajvízes rétegtől. Legcélszerűbb lenne az alapozás készítésekor az alapgödör víztelenítése végett szükséges körülárkolást a kiscelli agyagig mélyíteni és az alapozás elvégzése után ezt az árkot kiépíteni szulfátos víznek ellenálló vízszigetelő betonozással. Így az épület alapfalaitól teljesen elzárhatnánk a szulfátos talajvizet. A körülárkolásban elhelyezett vízgyűjtő alagszövezéssel és az így összegyűjtött talajvíz állandó szivattyúzásával azért nem lehet védekezni, mivel a nagy vízfelvonás veszélyeztetné a közeli Erzsébet Sósfürdő gyógyvízellátását. A fürdő védőterülete miatt csak olyan talajvíz ellen védekező eljárás alkalmazható, mely a fürdő érdekeit nem sérti. A készülő csatornázás hatását a talajvíznívó csökkentésére vonatkozólag a szükséges adatok hiányában nem lehet megbecsülni sem. Ez a víznívó csökkenés azonban csak igen kis területre és igen csekély mértékre fog szorítkozni; először mivel a víztartó réteg rendkívül nagy vízvezető képességű; másodsor mivel a vízgyűjtő terület igen nagy, jóformán az egész lágymányosi lapály talajvíze összefüggő egészet képez.” (FÖLDEVÁRY et al. 1953).

A II. világháború után (1947–1964)

Ezt követően csak az 1947. évi igazgatói jelentésben találunk utalást egy településen belül végzett munkára, misze-

rint: „A Műszaki Geológiai Osztály, a Szegedi Lemezyár R. T. kéményének alapozási talajvizsgálatát végezte.” Ebből viszont arra lehet következtetni, hogy az intézet készen állt műszaki geológiai feladatok végzésére is.

Ugyancsak e jelentés tartalmazza, hogy SZALAI Tibor geológus szakvéleményt adott Budapest Csatornázási Művei részére a Lágymányoson létesítendő csatornaszakasszal kapcsolatban (SZALAI 1947).

A Vízügyi osztály és a Műszaki geológiai osztály 1948-ban is egyedi problémák vizsgálatával foglalkozott (SZALAI 1952).

„A Vízügyi osztály 549 db ügyiratot intézett el. Kultúr-mérnöki Hivatalok részére 96 kút engedélyezését véleményezte. Az Országos Közegészségügyi Intézet részére 95 esetben adott szakvéleményt. Városok részére 7, védőterületi ügyben 4, a MÁV részére 1 szakvélemény készült. Helyszíni tanulmánnyal járó szakvéleményt a gödöllői Magyar Állami Méhbiológiai Kutatóintézet részére, a győri és szombathelyi Vízműveknek, Pestszentimre községnek és Gyula városnak, valamint a Margitsziget II. kút ügyében készült szakvélemény. Ehhez járult a beérkezett fűrészminták osztályozása és részbeni feldolgozása. Magánfelek részére 132 esetben adtunk szóbeli tanácsot.”

„A műszaki földtani osztályon Zimányi László, és az ő irányítása mellett Emszt Mihály, a kecskeméti talajminták laboratóriumi vizsgálataival kapcsolatban 360 mérési eredményt dolgozott fel. Ádándon, a Sió mellett talajkutató fűrészeket végeztek, 2354 kivett mintát helyszínen vizsgáltak meg, 368 ádándi talajmintát laboratóriumi vizsgálatnak vetettek alá. 55 talajminta természetes víztartalmát, térfogatsúlyát, zsugorodási határát és relatív víztartalmát állapították meg 275 mérési eredmény felhasználásával. További 52 ágyúrt minta fajsúlyát, térfogatsúlyát és denzimetere, valamint szitálással való szemszerkezet-meghatározását és természetes rézsű vizsgálatát végezték el 936 mérési eredményfeldolgozásával. 24 talajminta vízáteresztő képességi tényezőjét határozták meg 360 mérési eredmény alapján. Ádándról 5 keresztmetszvényt és 2 hosszanti talajszelvényt készítettek.”

1952-ben DANK Viktor Rákosszentmihály, Csömör,

Cinkota területén kutatta a felszíni–felszínközeli képződményeket a természetes és mesterséges feltárások vizsgálatával, kutatóknak, fúrások telepítésével, leírásával. Megfigyelései eredményeként bemutatta e térség felszíni–felszínközeli képződményeit az oligocéntól a pleisztocénig. A vizsgálat célja a terület földtanának megismerése és leírása volt (DANK 1953).

1953-ban az intézet műszaki csoportja a budapesti földalatti vasút Vérmező és Kossuth Lajos tér közötti szakaszának a földtani felépítésével foglalkozott, együttműködve a Műszaki Egyetem Vasútépítő tanszékével. A nyomvonalon lemélyített kutatófúrások, aknák és tárók kőzetanyagának feldolgozása és a helyszíni megfigyelések új szerkezeti és rétegtani adatokat szolgáltatottak. A munka eredményét összefoglaló cikk zárómondatában HAJÓS Márta a következő észrevételt tette: „A FAV építkezésénél tett eddigi megfigyeléseink új rétegtani és szerkezeti eredményei bizonyítják, hogy a rendszeres és további földtani kutatások milyen értékes adatokat szolgáltathatnak Budapest altalajának megismeréséhez.” (SZ. HAJÓS 1955)

„Régi hiányt pótol a fővárosunk jubileuma alkalmából összeállított 50 000-es Budapest környéki földtani térkép és annak magyarázója (Horusitzky F., Schréter Z., Szentes F.)” — írja az 1954. évi igazgatói jelentés (ANON. 1954).

1964-ben SCHMIDT ELIGIUS Róbert az 1964. február 29-én bekövetkezett dunajvárosi partfalomlással foglalkozott (SCHMIDT ELIGIUS 1966). Ugyanis az 50 m magas, pannóniai üledékre települt löszből álló partfal mintegy 1300 m hosszban és kb. 15–20 m szélességben leszakadt, a Duna felé tolva a lábánál elhelyezkedő régebbi hordalékot. „Az a körülmény, hogy e rendkívül nagyméretű partomlás a Vas-mű vízellátását közvetlenül érintette, de közvetve magát a várost is veszélyeztette, rendkívüli és azonnali intézkedésre készítette a kormányt.” — írta beszámoló cikkében. A cikkben ismertette a terület földtani felépítését, taglalta a partfalcsúszás okait, és ezekre alapozva javaslatot tett a védekezés módjára, a további csúszások bekövetkeztének megelőzésére.

Tematikus térképezések: mérnökgeológiai, építésföldtani térképezés, a Balaton mérnökgeológiai térképezése (1965–1978)

„Új feladatként előkészítettük a Balaton környék részletes víz- és építésföldtani térképezését.” írja az 1965. évi igazgatói jelentésében az intézet igazgatója (FÜLÖP 1967), s ez a későbbiekben kifejlődő mérnökgeológiai, majd településgeológiai kutatások kezdetét jelöli.

Az 1966. évi igazgatói jelentés egyértelműen megfogalmazza, hogy az évben már önálló feladatként folytatódott az előző évben megkezdett építésföldtani térképezés.

„Az elmúlt évben részletes építésföldtani és vízföldtani térképezést kezdtünk a Balaton körül. E gyorsan fejlődő terület tájvédelmi, területrendezési, építészeti és víznyerési problémáinak megoldására a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalattal, az Eötvös L. Geofizikai Intézettel, a MTA Föld-

rajzi Intézetével és a Budapesti Műszaki Egyetem Geodéziai Tanszékével együttműködve 10 000-es térképsorozatot szerkesztünk, térképlaponként hat változatban:

- feltárási és észlelési térkép,
- a felszín földtani térképe,
- alapozási térkép, amely megadja a terhelhetőség mértékét és a laza képződmények vastagságát,
- vízföldtani térkép,
- vízkémiai térkép,
- építéstervezési térkép, a javasolt alapozási módok felülvizsgálásával.” (FÜLÖP 1968).

„Az építésföldtan a mérnökgeológiának egy kisebb területét, a magas- és mélyépítésekkel kapcsolatos témakört foglalja magába. Célja: adatszolgáltatás a regionális vagy lokális tervezéshez, amely meghatározza a tervezett létesítmények építésének műszaki feltételeit és utal a létesítmények üzemelése során esetleg fellépő változásokra. Mivel a műszaki feltételeket és a később fellépő változásokat a földtani felépítés, a talajtakaró, a domborzat, a talajvíz mélysége, vízjárása, vegyi összetétele és a felszíni vizek kölcsönhatása határozza meg, az építésföldtani vizsgálatokhoz szükséges ismeretanyag több, speciális, nem szorosan a földtanhoz kapcsolódó tárgykörrel is kibővíül. A felsorolt tényezőket az építésföldtani térkép (vagy térképsorozat) ábrázolja a terület jellege és a feladat természete által meghatározott pontossággal és méretarányban. Így beszélhetünk hegy- és síkvidéki, regionális és lokális építésföldtani térképekről. Az ábrázolásmód helyes megválasztásánál a fő szempont a tervezési adatoknak a mérnöki gyakorlat számára történő közvetlen felhasználhatósága kell legyen. A végső cél minden esetben egy olyan térképváltozat szerkesztése, amely meghatározza az egyes terület egységeken (építésföldtani egységeken) alkalmazható építési (pl. alapozási) módokat.” (LÁNG 1967) A feltárások, kutatóknak és -árkok, valamint fúrások adataira alapozott 1:10 000-es méretarányú térképsorozatot a következő térképváltozatokkal tervezték:

- észlelési térkép,
- speciális földtani alaptérkép,
- alapozási térkép,
- vízföldtani térkép,
- vízkémiai térkép,
- építéstervezési térkép.

E térképsorozatokat észlelési és térképmagyarázók egészítik ki, amelyek többek között ismertetik a megfigyelések alapadatait is, és tartalmazzák a vizsgálati eredményeket.

1967-ben, mint ez az igazgatói jelentésből kiderül, egyre nagyobb erővel folytatódott a Balaton környéki építésföldtani térképezés.

„A Balaton környék gyorsütemű fejlesztése hozta létre az igényt az építkezések telepítésének földtani megalapozására. Az Intézetünk által megindított mérnökgeológiai felvételezés eredményeként 1967-ben hét újabb építésföldtani térképlap kéziratát zártuk le, öt-öt változatban (földtani alaptérkép, vízföldtani térkép, vízkémiai térkép, sekély és mélyalapozási térkép, építéstervezési térkép).

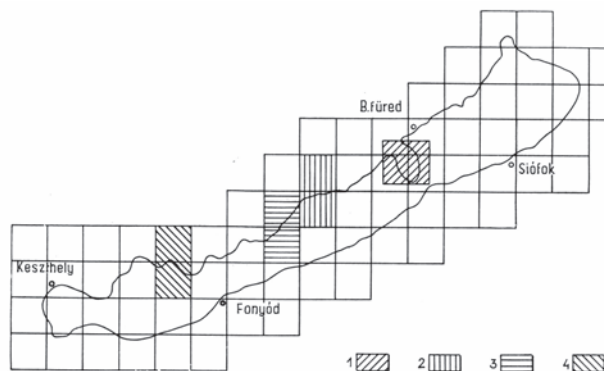
A vízrendezési, épületalapozási, településfejlesztési, partvédelmi kérdéseket térképeink felhasználásával tervezte-

rúen lehet majd megoldani. A gyakorlati felhasználók részéről máris élénk érdeklődés mutatkozik Intézetünk építésföldtani vizsgálatainak eredményei iránt.” (FÜLÖP 1969).

A kutatás menetéről a Víz- és Építésföldtani Osztály vezetőjének beszámolójából kapunk információt. E szerint a vizsgálatok elsősorban a laza üledékes neogén és negyedidőszaki területek koncentrációkat úgy, hogy a terepbejárás mellett fúrásokat is mélyítették (az évben 114 db 15 m átlagos mélységű sekélyfúrást és két darab 140 m-es alapfúrást). A rétegváltásonként, de legalább 2 m-enként megmintázott fúrások anyagát az e célból létesített balatonfüredi laboratóriumban vizsgálták meg. A mintákból üledékföldtani és talajmechanikai vizsgálatok készültek. A terepmunkában és a térképezésben több kutatóintézetrel és egyetemi tanszékkel is együttműködtek. Ennek eredményeként újabb térképváltozatokkal (alkalmazott geomorfológiai térkép, lejtőtérkép, sekélyalaposzati térkép és mélyalaposzati térkép szelvényekkel és mellékletekkel) bővült az eredetileg tervezett lista (LÁNG 1969).

1969-ben folytatódott a Balaton építésföldtani térképezése FODOR Tamásné, GELEI Gábor SZÉKELY Ferenc és MOLDVAY Loránd részvételével (3. ábra). A tárgyévi feladat a „Balatonfűzfő” jelű 10 000-es lapsorozat megszerkesztése és az ÉK-i partvidékre eső lapok kiadásának előkészítése volt. 1968-ban befejeződött a Dörgicse–Balatonakarattya közötti terület 10 000-es Gauss–Krüger lapokon való térképezése, ami lehetővé tette a kiadás megindítását, a nyílt 10 000-es („A/1-es”) topográfia-ral való rádolgozást, esetleges kiegészítő vizsgálatok végzését (MOLDVAY 1971b).

1970-re a térképezés, több éves kísérleti munka után a rendszeres felvételi munkára történő átállás szakaszába jutott. 1971 végéig elkészült a Balatonfüred Ny–K, Csopak, Balatonalmádi–Alsóörs, Balatonfűzfő, Balatonkenese, Balatonakarattya jelű építésföldtani atlaszok és magyarázók kézírata. Építésföldtani felvétel folyt a Keszthely-É, Gyenesdiás–Vonyarcvashegy, Balatonaliga jelű lapokon. A földtani felvétel előkészítését elvégezték az Alsó-Bélatelep, Fonyód, Balatonszárszó–Balatonföldvár jelű térképlapok



3. ábra. Az 1968-ban térképezett lapok áttekintő vázlata (MOLDVAY 1971a)

1. 1969-ben nyomtatásban megjelenő lap. 1968-ban térképezett lapok: 2. GELEI Gábor, 3. SZÉKELY Ferenc, 4. FODOR Tamásné

Figure 3. Overview of map sheets around Lake Balaton (Central-Western Hungary), after research in 1968 (MOLDVAY 1971a)

Legend: 1. Published sheet, 1969, 2. map sheet under mapping in 1968 by Gábor GELEI, 3. map sheet under mapping in 1968 by Ferenc SZÉKELY, 4. map sheet under mapping in 1968 by Tamásné FODOR

területén. Befejezték a korábbi évekről áthúzódott Balatonfüred–Balatonakarattya közötti 10 000-es lapokat.

A térképezés résztvevői: BOROS Jenő, FODOR Tamásné (Központi Földtani Hivatal), GUÓTH Péter, MAJOROS György (Mecseki Ércbányák Vállalat., MÉV), MOLDVAY Loránd, RAINCSÁK György, SZABÓ Imre (MÉV) voltak.

A Víz- és Építésföldtani Osztályhoz tartozó balatonfüredi talajmechanikai laboratóriumban a korábbi évekhez képest növelték a konzisztencia-, térfogatsúly- és természetesvíztartalom-vizsgálatok számát.

1972-re a mérnöki előtervezési gyakorlat megerősödése, a környezetvédelmi problémák növekvő mértéke fokozta az igényt az építésföldtani előkutatási munka, a Balaton környékén és városaink területén végzett építésföldtani térképezés termékei iránt.

A Balaton-környék építésföldtani felvétele keretében elkészültek a Balatonaliga, a Keszthely-É és a Gyenesdiás-Vonyarcvashegy jelű 10 000-es térképsorozatok is.

1973-ban kéziratban további négy 1:10 000 méretarányú atlasz és magyarázó készült el: Balatonvilágos, Balatonszárszó, Fonyód, és Alsóbélatelep lapjai. Részben lezárták a Siófok-K, Balatonszárszó, Keszthely-D, Becehegy, Szigliget és Balatonudvari lapokat.

1974. évben további térképlapok készültek el kézíratos formában ÁGOTAI Györgyné, BOROS Jenő, CSERNY Tibor, GELEI Gáborné, GUÓTH Péter, MOLDVAY Loránd, RAINCSÁK György intézeti, valamint BOHN Péter és SZABÓ Imre külső munkatársak részvételével. A résztvevők munkamódszere a földtani megismerés és a gyakorlati felhasználás összeegyeztetésén alapult. A munkába bekapcsolódott az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) is, melynek JÓSA Ernő vezetésével dolgozó csoportja geoelektromos méréseket és statikus szondázást végzett a becehegyi, szigligeti és balatonudvari lapok területén. A kb. 12 m mélységig lehatoló mérések a földtani anyagmeghatározásokkal jól korrelálható eredményeket adtak.

A térképezés 1975-ben tovább folytatódott a Siófok-Ny, Balatonőszöd, Zánka és Zamárdi lapok megszerkesztésével és további lapokon végzett terepi felvételekkel. Ez évben is zajlottak geofizikai mérések. Újabb feladatként jelentkezett a résztvevők számára a környezetvédelemmel kapcsolatos munka is, melynek során az élővíz és a levegő szennyeződésének tervszerű megakadályozására koncentráltak.

1976-ra a térképezés terepi munkálatai a zárószakaszba jutottak és 1978-ra gyakorlatilag befejeződtek. A továbbiakban a fő feladat a térképek közreadás előtti egységesítése, a felvételi terület egészét magába foglaló áttekintő térképek szerkesztése és a termékek közreadása volt (RAINCSÁKNÉ KOSÁRI & CSERNY 1984). Emellett az építésföldtani térkép szerkesztési munkái lehetővé tették azonos méretarányú összefoglaló térképek — így például a felszíni szennyeződéserősségi térképek — szerkesztését is. Végül abban az évben befejeződtek a balatoni kiterjesztett üdülkörzet 1:50 000 méretarányú mérnökgeológiai térképezésének sok évet igénybe vevő felvételi munkái is (HÁMOR 1989).

Budapest mérnökgeológiai térképezése (1969–1987)

A folytatódó balatoni építésföldtani kutatás mellett 1969-ben, az intézet alapításának centenáriumi évében, a Síkvidéki Osztály feladataként, beindult Budapest 1:10 000-es méretarányú mérnökgeológiai térképezése is. Az indulás évében a Cinkota és Budaörs jelű lapok földtani változatának elkészítése volt a feladat. Az első évben a terepbejáráson túl, mesterséges feltárások létesültek, és fúrások mélyültek. A begyűjtött mintákat laboratóriumi vizsgálatnak vetették alá. A munkát a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalattal (FTV), az ELTE és a BME tanszékeivel közösen végezték.

A kezdetekben némi nehézséget okozott, hogy az új alaptérképeket a Kartográfiai Vállalat csak 1972 januárjára szállította, mert változtak a laphatárok, de a résztvevők megfelelő többletmunkával megoldották a problémát.

Az 1971-ben a János-hegy–7 (SZABÓNÉ DRUBINA Magdolna), Cinkota–10 (SZÜTS Sándor) és Csillebérc–12 (R. KOSÁRY Zsuzsa) jelű lapok térképezését tervezték. A munka során térképlaponként begyűjtötték a fellelhető archív adatokat, rétegsorokat, laboratóriumi vizsgálati eredményeket, szakvéleményeket. Fúrásokat mélyítettek, vízmintákat gyűjtöttek. A terepi eredmények és a laborvizsgálati adatok birtokában megszerkesztették a térképeket. Ezek a tematikus

lapok a fedett és fedetlen földtani térkép, a talajvíz kémiai jellegének térképe, a vízagresszivitás- és vízkeménységtérkép voltak. A Földrajztudományi Kutató Intézet elkészítette a geomorfológiai és lejtőkategória-térképeket, az FTV pedig a talajvízszint átlagos szintjének és a talajvíz becsült maximális szintjének térképeit szerkesztette meg. Mindezek birtokában elkezdődhetett az építésföldtani térképváltozatok végső formába öntése is.

Az építésföldtani térképezés mellett WEIN György Budapest és környéke szerkezetföldtani felvételével is foglalkozott, s e munka keretében elvégezték a metró 1971-ben még hozzáférhető szakaszának földtani térképezését (4. ábra). A munka keretében a metróalagutat egyetlen összefüggő mesterséges feltárásnak tekintették (WEIN 1973).

A budapesti építésföldtani térképezés vezetője az induláskor SZÚCS Sándor volt. Tőle 1976-ban RAINCSÁK Györgyné vette át az irányítást.

Az 1972-es próbaév eredményeként kialakult a munka ütemezése. Eszerint az adatgyűjtés évente három tízezres lapon végezhető el, a feltárás, az anyagfeldolgozás és a térképszerkesztés azonban további két évet igényel. Így készülhetnek el az adott lap térképei az előírt 14 változatban. Ugyanis a mérnökgeológiai térképezés sajátos jellege folyamatos munkát kíván, a szokványos feltáró, feldolgozó munkán túl ismétlődő megfigyeléseket, az antropogén hatások



4. ábra. A budapesti földalatti vasút 1970-ben létesített Batthyány tér - Déli pályaudvar közötti szakaszának földtani felépítése (WEIN 1973)

Figure 4. Geological features of underground No.2 in Budapest, between square 'Batthyány' and Southern railway terminal ['Déli pályaudvar'] (Wein 1973)

Legend: 1. Kiscelli Clay, Middle Oligocene. 2. Tard Clay, Lower Oligocene. 3. 'Buda Marl, Upper Eocene. 4. Stratal dip. 5. Fault. 6. Horizontal movement. 7. Leakage of water. 8. Leakage of methane. 9. Plant fossils. 'Duna' = Danube

elemzését is megköveteli. Ennek kidolgozása, majd a partnerekkel folytatott egyeztetése is a próbaév feladata volt.

A budapesti építésföldtani térképezés terepi felvételei, a tervnek megfelelően, 1976-ban befejeződtek. A tervezett atlaszorosozat térképeinek szerkesztése, kiadásra előkészítése a következő években is folytatódott.

1983-ban jelent meg Budapest 1:40 000 méretarányú földtani és építésföldtani térképe 4 változatban. Az adott évről szóló igazgatói jelentés megállapítása szerint ilyen részletes felvételezésre alapozott falitérképen szintetizált földtani–vízföldtani–építésföldtani térképpel a világnak akkor nem sok fővárosa rendelkezett.

A következő években folytatódott a térképek kiadása, majd 1987-ben befejeződött Budapest építésföldtani térképezése.

Mérnökgeológia a területi földtani szolgálatoknál (1970–1992)

„Intézetünk a KFH [Központi Földtani Hivatal] kezdeményezésére, a megyei szintű földtani hatósági teendők ellátása, az erősen decentralizált, helyi jellegű építésföldtani, agrogeológiai, vízföldtani feladatok megoldásának segítése érdekében megkezdte a Területi (megyei) Földtani Szolgálatok egész ország területét lefedő rendszerének létrehozását.” — írta az intézet igazgatója az 1970-ről szóló jelentésében (KONDA 1972).

Az induláskor a következő szolgálatok létrehozását tervezték:

- Pest megyei Földtani Szolgálat,
- Közép-dunántúli Földtani Szolgálat (Komárom, Veszprém, Fejér megye),
- Nyugat-magyarországi Földtani Szolgálat (Győr-Sopron, Vas, Zala megye),
- Dél-dunántúli Földtani Szolgálat (Baranya, Somogy, Tolna megye),
- Alföldi Földtani Szolgálat (Bács-Kiskun, Csongrád, Békés, Szolnok, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár megye),
- Észak-magyarországi Földtani Szolgálat (Nógrád, Heves, Borsod-Abaúj-Zemplén megye).

Egy későbbi, praktikus döntés eredményeként két, a Dél-alföldi (Bács-Kiskun, Csongrád, Békés megye) és az Észak-alföldi Területi Szolgálatot (Szolnok, Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár megye) hozták létre.

1970-ben a Dél-dunántúli és az Észak-magyarországi Területi Szolgálat alakult meg és kezdte el munkáját. 1971–72-ben folyamatosan jöttek létre és kezdték el munkájukat a többi szolgálatok is. A kezdetekkor fő feladatuk az építőanyagipari nyersanyagkutatás, a felszínmozgásos területek kataszterének készítése, a mérnökgeológiai, valamint a környezet- és természetvédelmi kutatás volt. E feladat keretében többek között információkat, adatokat gyűjtöttek és szolgáltattak az adott régió településeinek földtanáról, földtani problémáiról, szakértői véleményeket készítettek.

A későbbiekben feladatuk lett az adott régió meghatározott településeinek építésföldtani térképezése, illetve rész-

vétel e térképezési munkákban. Ennek előkészítéseként 1:25 000-es méretarányú mintatérképek elkészítésével a szerkesztés elvi alapjait is lerakták (CSERNY 1977).

Az 1972-ben megalakult Dél-alföldi Területi Földtani Szolgálat 1973-ban elkezdte Szeged építésföldtani térképezését Újszeged építésföldtani viszonyainak feltárásával. A munka célja a talajvíz helyzetének, mozgásának, kémiai-jának megismerése és Dél-Újszeged részletes építésföldtani feltárása volt. A célt a városi tanács kívánsága alapján fogalmazták meg, ugyanis a tervek szerint a terület egy közeljövőben fejlesztendő terület volt (KASZAB 1977).

1976-ban megkezdődött Pécs építésföldtani térképezése is, a városrendezés és természeti károsodás által legexponáltabb városközponti területek földtani észlelési térképeinek elkészítésével. E munka a következő években is folytatódott. A feladat elvégzésében a szolgálat a földtani térképek felvételével (adatgyűjtés, felvétel, feltáró tevékenység), szerkesztésével vett részt. Ezekkel alapozták meg az építésföldtani térképváltozatokat.

E két város építésföldtani térképeinek szerkesztése tervszerűen folytatódott még 1981-ben is, és e munkába a saját területükön más szolgálatok is bekapcsolódtak.

1983-ban megjelent Salgótarján 1:10 000-es méretarányú építésföldtani atlasza az intézet kutatói a KFH munkatársai és a városi tanács együttműködésének eredményeképpen. Az atlasz az alábányászott területek geotechnikai problémáinak bemutatása szempontjából nemzetközileg is kiemelt jelentőségű volt.

A különböző régiók városainak, így Miskolc, Veszprém, Eger, Salgótarján, Szeged, Pécs, építésföldtani térképezése gyakorlatilag 1992-ig folytatódott. E városok építésföldtani–mérnökgeológiai térképei és komplex területfejlesztési térképei az adott települések földtani, vízföldtani, tervezési és egyéb problémáinak megoldásához szolgáltak alapul.

1992-ben megszűntek a területi szolgálatok és ezzel gyakorlatilag megszűnt az intézetben a vidéki városok építésföldtani, településgeológiai problémáinak további megismerése is.

Mérnökgeológiai, építésföldtani kutatások (1988–2000)

A budapesti és balatoni építésföldtani térképezés 1987-re az intézeti terveknek megfelelően lezárult, de az intézet mérnökgeológiai, építésföldtani kutatásai folytatódtak. A témán dolgozók megkezdtek a mérnökgeológiai adatbázis létrehozását, s a meglévő adatokra alapozva, illetve újakat begyűjtve konkrét problémákat oldottak meg, újabb térképváltozatokat szerkesztettek.

Az 1988. évi munkák másik nagy eredménye a kutatási koncepciónak a kialakítása és a szükséges feladatmegosztás lehetőségeinek körvonalazása. Ehhez nagyméretben hozzájárultak a megnövekedett társadalmi igények is. Ennek megfelelően alakultak ki a mérnökgeológiai kutatás új feladatai is. Ezek kiterjedtek az adott régiók, egyedi nagyberu-

házások mérnökgeológiai–építésföldtani prognózisa mellett a földtani–fizikai paraméterek korrelációkutatására is.

A mérnökgeológiai kutatások keretében elkezdődött a negyedidőszaki földtani képződmények genetikai és faciológiai vetületű mérnökgeológiai vizsgálata a kijelölt típus-területen, a Csepel-szigeten.

Megfogalmazódott az intézet mérnökgeológiai alapvetési tevékenysége is, mely négy, az országos rendszerbe illeszkedő feladatcsoportot tartalmazott:

— Az Országos Mérnökgeológiai Adatbázis (OMAB) létrehozása.

— A földtani formációk mérnökgeológiai szempontú értékelése.

— A negyedidőszaki képződmények mérnökgeológiai vizsgálata.

— Magyarország szeizmikus veszélyeztetettségé.

1992–93. évek egyik feladata volt, hogy az ország területét felépítő földtani képződmények mérnökgeológiai sajátosságairól részletes, egységes szemléletű ismeretanyagot gyűjtsenek össze, s azt építsék megfelelő adatbázisba. Ehhez alapul szolgáltak a korábbi évek kutatásainak, térképezéseinek adatai, ismeretanyaga (RAINCSÁKNÉ 1996).

1998-ban új feladatként RAINCSÁK Györgyné vezetésével beindult a Budapesti Agglomeráció területfejlesztésének mérnök-hidrogeológiai megalapozása. A fővároson kívül további 78 települést magába foglaló régió területe 108 db 1:25 000-es méretarányú térképlapon ábrázolható. A munka kezdeti szakaszának feladata az adatgyűjtés volt.

Speciális célfeladatként jelent meg az építésföldtan számára a részvétel a DBR–4. sz. metróvonal előkészítő munkáiban. Ennek keretében jelentés készült a metróvonal által érintett terület, valamint a Duna-meder alatti átvezetés földtani és szerkezeti felépítéséről kiegészítve az 1997 és 1998. évi új fúrások és archív fúrások együttes értékelésével. A teljes nyomvonalra kiterjedő új eredmények:

— Az első egységes földtani–műszaki–földtani szemléletű, 1:2000-es méretarányú szelvények megszerkesztése.

— A tervezett állomások és térségük földtani–tektonikai tömbszelvényének gépi, 3D-ben történő megszerkesztése.

— A nyomvonal 1:5000 méretarányú, javított megkutatottsági térképe, amely egyúttal a fúrások gépi adatbázisának referenciatérképe is.

1998 végén elkezdődött a Budapest 4. sz. metróvonal I. szakasza Tétényi úti állomás és Móricz Zsigmond körteméri állomás közötti módosított nyomvonalszakasz és környezete földtani felépítésének vizsgálata is, mely a következő évben befejeződött, és elkészült a korábban szerkesztett földtani szelvény ún. Gellért-hegyi elhajlása módosított szelvény-szakaszának szerkesztése is.

Az adatbázis építése során ugyanakkor egyre világosabbá vált, hogy nem elegendő az új adatok folyamatos szolgáltatása, hanem az adatbázist a felhasználók számára jobban elérhetővé kell alakítani: a mérnökgeológiai kutatás nem vonzza eléggé a felhasználókat, így az intézetnek el kell indulnia a településgeológia (urban geology) irányába. Ezt a lépést a 2000-es évek elején tette meg az intézet.

Településgeológiai kutatások (2000–2011)

2001-ben megfogalmazódott a településekkel foglalkozó új geológiai feladat, melynek során a kiinduló elképzelések szerint vizsgálnák a városi építészeti, a beépítettség, az ipar és a hordozó (befogadó) földtani közeg kölcsönhatásait (például milyen anomáliákat okoz a szomszédos beépítetlen területekhez képest a beépítettség vagy a vízkivétel). Továbbá készülnének a városok és környezetük építésalkalmasságát, környezetállapotát, veszélyeztetettségét, potenciális veszélyforrásait, védendő földtani, vízföldtani értékeit leíró térképek is.

Első lépésként a résztvevők kidolgozták a téma módszertanát, majd próbatérképeket szerkesztettek. Ezzel a mérnökgeológiai kutatások lezárultát követően — önálló kutatási témaként — elindult az intézetben a településgeológiai kutatás.

2002-ben a főváros egyes kerületeinek önkormányzatával is egyeztetett módszertani alapkoncepció szerint folytatódott a részletes környezetföldtani–településgeológiai térképek szerkesztése. 2002-ben elkészültek a XVIII. kerület térképei, míg a VII. kerületben elkezdődött a talajvíz-adatok begyűjtése, feldolgozása. Ezenkívül folytatódott a debreceni mintaterület környezetföldtani–településgeológiai térképezése is.

2003-ban befejezték a XIV. kerület környezetföldtani térképsorozatát és a talajvízállapot felvételét. Folytatták a VII. kerületben rendszeresen észlelt 58 db talajvízfigyelő kút adatainak feldolgozását. Folytatódott Debrecen környezetföldtani térképsorozatának kiadásra való előkészítése.

2004-ben elkezdődött a III. kerület térképsorozatának szerkesztése. Ugyanakkor SZURKOS Gábor vezetésével egy új, egyedülálló térképezési módszert fejlesztettek ki az úgynevezett közmű-geotechnikai térkép elkészítése céljából (KECSKÉS & SZURKOS 2008). A kiválasztott teszterület Budapest XI. kerülete volt. A tesztelés a következők szerint folyt:

— adatgyűjtés (fúrási rétegsorok),

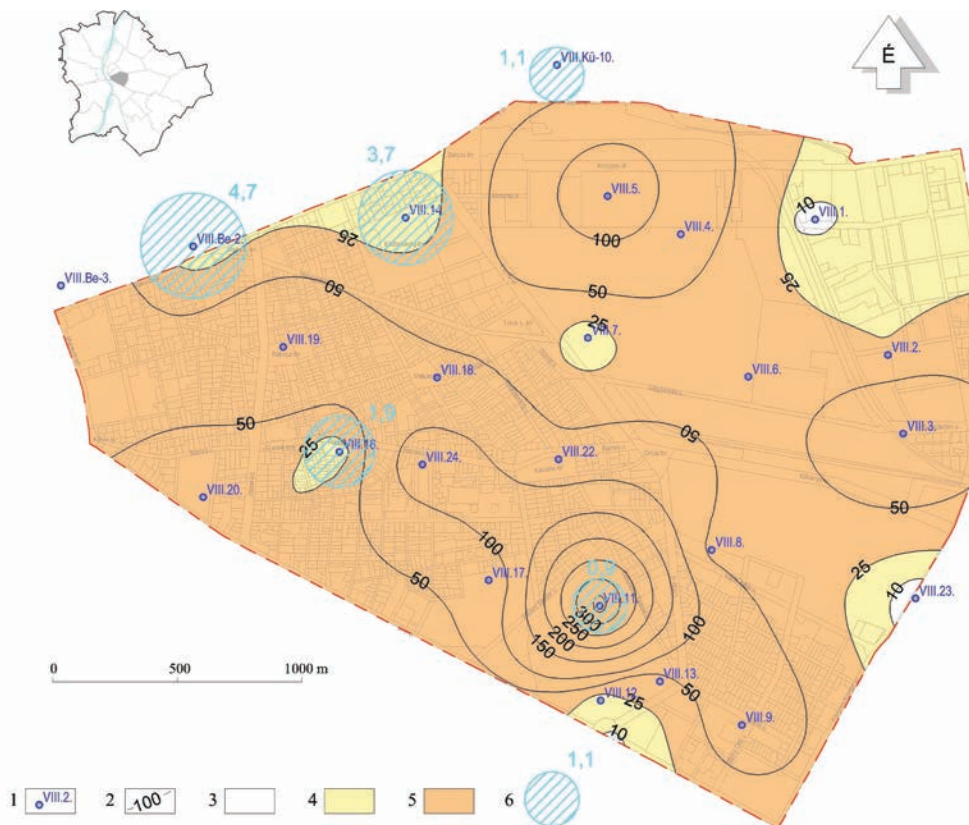
— adatpontok térképre vitele (megkutatottsági térkép),

— az összes fúrás felső 2,5 m-nek geotechnikai szempontú értékelése,

— a felső 2,5 m geotechnikai kódolása, a kódolt pontok térképre vitele,

— a fedett földtani térkép és a kódolt pontthalmaztérkép összehangolásával kialakult „a felszín felső 2,5 m-nek közmű-geotechnikai térképe”.

A kerületi településgeológiai térképsorozat megjelenését, tartalmi és formai kialakítását a főváros térszíneinek fokozott igénybevétele, valamint a környezeti és területhasználási problémák előtérbe kerülése tette szükségessé (ZSÁMBOK et al. 2010). A térképsorozatok földtani, vízföldtani, környezetföldtani, építésföldtani tematikus bontásban készültek, és esetenként az egyes önkormányzati együttműködések eredményeként, a felmerülő igényekre adott válaszokkal egészülhettek ki, akár fejlesztési területekre, akár térképtematikára (feltöltésvastagság, földtani veszélyforrások térképe stb.) specializálódva (5., 6., 7. ábra).

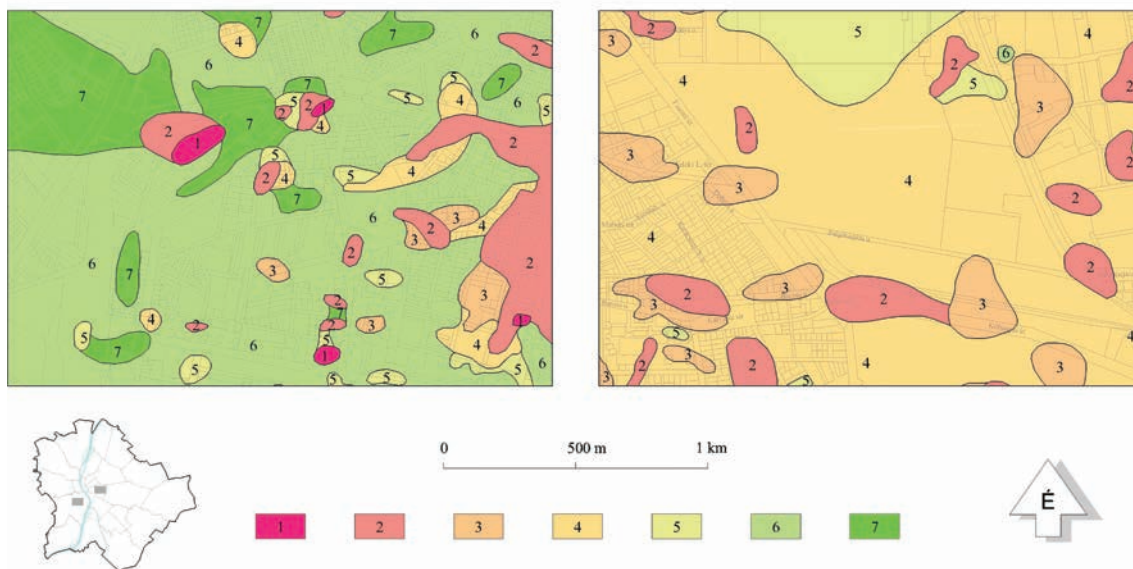


5. ábra. A talajvíz nitrát- és ammóniumkoncentrációjának ábrázolása (Budapest VIII. kerület) (ZSÁMBOK et al. 2010)

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” háttérérték (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 e a határtúllépés szorzószámának függvénye)

Figure 5. Nitrate and ammonia concentration of the groundwater, Budapest, 8th district (ZSÁMBOK et al. 2010)

Legend: 1. Groundwater sampling in 2006. 2. Isolines of nitrate concentration of the groundwater. 3. Concentration below threshold 'A - background' by Hungarian laws (10 mg/l) for 4. Concentrations between thresholds 'A - background' and 'B - pollution' (10–25 mg/l) by Hungarian laws for 5. Concentration over threshold 'B - pollution' (10–25 mg/l) by Hungarian laws for 6. Concentration over threshold 'B - pollution' (0,5 mg/l) by Hungarian laws for Ammonia (size of patches related to concentration overrun of the threshold)

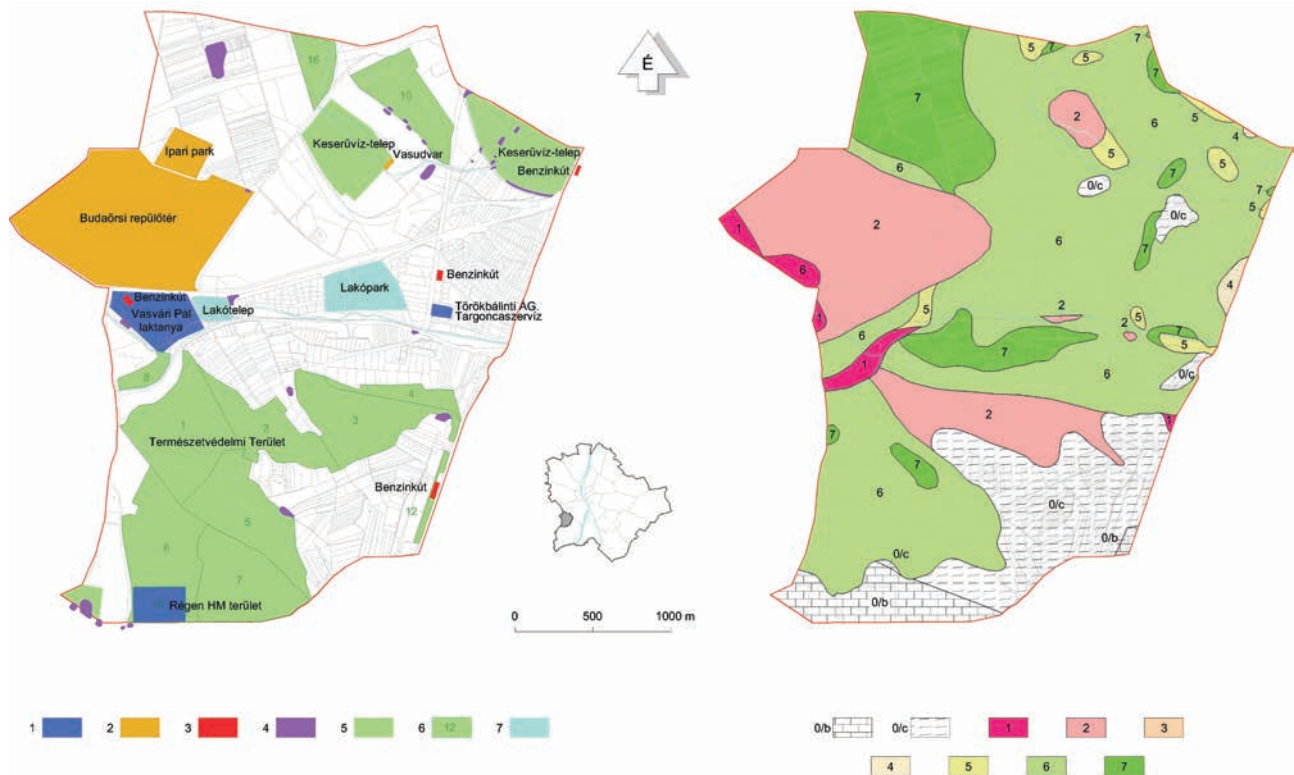


6. ábra. Szennyeződéserzékenységi térkép a) hegyvidéki (Budapest XI. kerület); b) síkvidéki (Budapest VIII. kerület) területeken (ZSÁMBOK et al. 2010)

Szennyeződéserzékenységi kategóriák: 1, 2. Fokozottan érzékeny, 3, 4. Érzékeny, 5, 6, 7. Kevésbé érzékeny

Figure 6. Pollution sensitivity maps at hilly (11th) and flat (8th) districts of Budapest (ZSÁMBOK et al., 2010)

Legend: 1, 2. Highly sensitive categories. 3, 4. Sensitive categories. 5, 6, 7. Less sensitive categories



7. ábra. A földtani környezet veszélyeztetettségének térképei (Budapest XI. kerület; ZSÁMBOK et. al. 2010)

a) Környezettörténelmi veszélyforrások térképe: 1. Régi, potenciális szennyezőforrás, ismert, régi ipari terület. 2. Jelenleg nyilvántartott potenciális szennyezőforrás. 3. Régi vagy megszűnt benzinkút. 4. Illegális személtelakás 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 7. Pollution risk maps of the geological environment (11th district, Budapest; ZSÁMBOK et al. 2010)

Map of environmental geological hazards: 1. Old, potential pollution source, old industrial area. 2. Presently registered pollution source. 3. Old or closed petrol station. 4. Illegal garbage disposal.

5. Natur protection area. 6. Forest with forestry. 7. Housing estate

Map of pollution sensitivity: 1, 2. Highly sensitive categories. 3, 4. Sensitive categories. 5, 6, 7. Less sensitive categories. 8. Characteristic rocks of the highly sensitive area. 9. Characteristic rocks of the less sensitive area

2010-re elkészült hét fővárosi kerület (III., IV., VIII., XI., XIII., XIV., XVIII.) településgeológiai térképsorozata. Ekkor a résztvevők újragondolták a feladataikat, és arra jutottak, hogy egyre égetőbbé vált a kisebb települések, illetve a speciális helyzetben lévő városok adottságainak megismerése is. Ezért célul tűzték ki a kistelepülések településgeológiai vizsgálati lehetőségeinek módszertani megalapozását. Mintaterületnek Putnokot és Aggteleket választották. Az ipari szennyezéssel terhelt települési típus vizsgálatának pedig Miskolc településgeológiai feldolgozása kezdődött el.

2011-ben speciális feladatként egy szupermarketlánc megbízásából elkészült az áruházak földtani veszélyeztetettség vizsgálata abból a célból, hogy megismerjék az áruházlánc telkekre lebontott földtani veszélyeztetettségét.

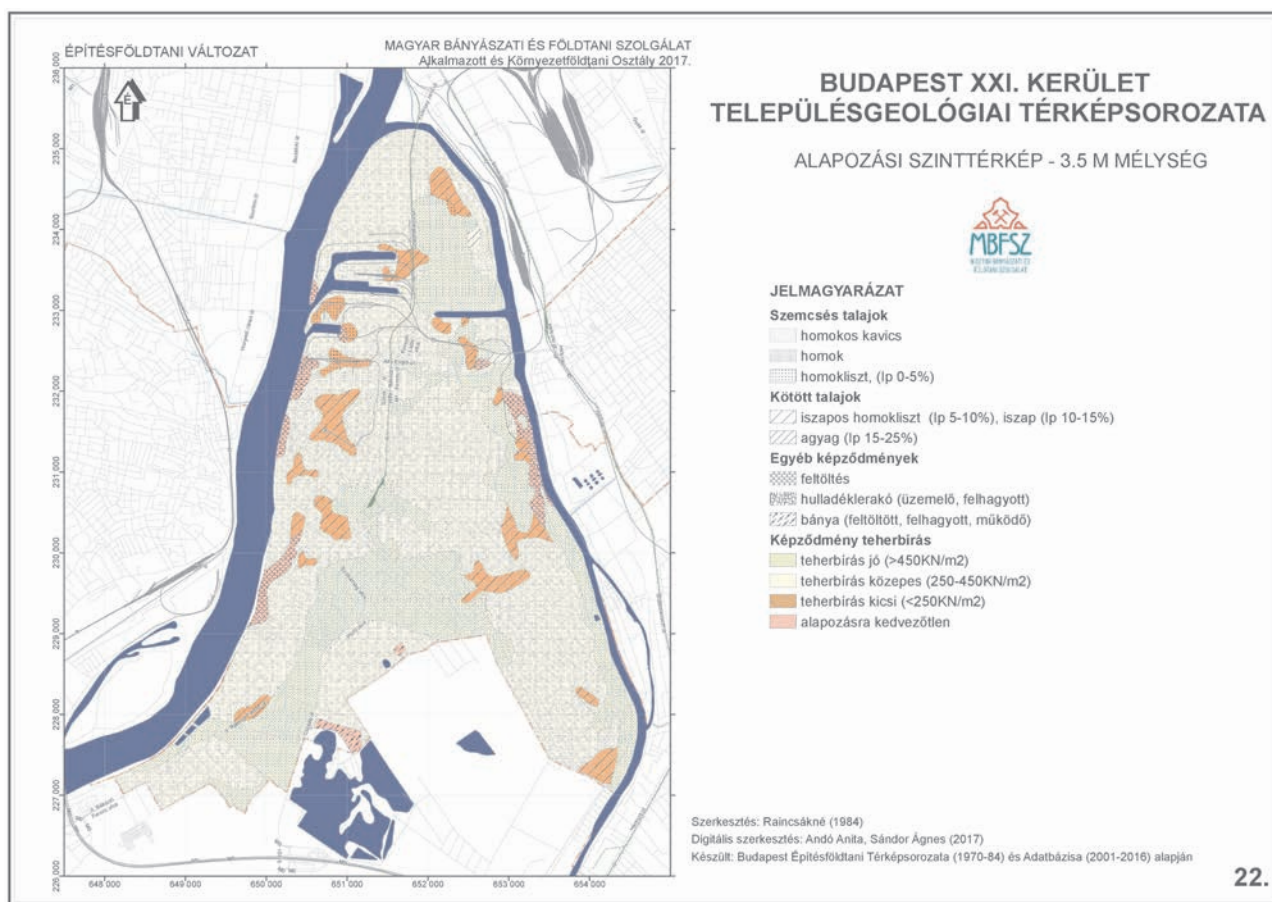
A jelen kutatásai, kitekintéssel a jövőre

A jelen legfőbb feladata általánosságban egy, a kor igényeinek megfelelő (egyértelműen kereshető, folyamatosan frissülő, felhasználóbarát, biztonságos) adatbázis kialakítása és karbantartása. Az összegyűjtött adatok megjelenítése a kezdetektől fogva kétdimenziós térképeken, területi

térképsorozatok formájában történt, a 2000-es évek térképezési eredménye CAD rendszerben készült. 2013-ban kezdődött a térképek digitalizálása és a háttéradatokat biztosító GIS adatbázis kiépítése. Ezzel a pontszerű információk kezelhetőbb formátumúvá váltak, lehetővé téve a 3D és 4D modellekkel való kombinálhatóságot. Az ún. „Budapest Építés-földtani Adatbázis” elsődlegesen a Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár meglévő földtani, építés-földtani adataira, kéziratossá térképeire támaszkodik, és igyekszik összekapcsolni a korábbi részeredményeket, lokális kutatásokat. A digitális adatbázis karbantartását a lehetőségekhez mérten együttműködések keretében végezzük, és igyekszünk új adatokkal, terepi észlelésekkel frissíteni.

A budapesti kerületek településgeológiai áttekintése kis szünet után folytatódott tovább. A munkák a pesti oldalra koncentráltak belső és külső kerületeket egyaránt érintve (8. ábra). Így a fentebb említett, feldolgozott kerületek mellett az V., VI., VII., valamint a XIV., XV., XVI., XVII. és XXI. kerület kapott részletes feldolgozást. Jelenleg a budai hegyvidék kutatása zajlik az I., II. és XII. kerületekre koncentrálván.

Az intézeti településgeológiai kutatás újabb fő feladata tehát, hogy hosszú idősorú, naprakész, könnyen kezelhető,



8. ábra. Budapest XXI. kerület településgeológiai térképsorozata, Alapozási szinttérkép –3,5 m mélységre (CSÖRGHE-ANDÓ et al. 2018)

Figure 8. Urban geological map series of 21st district, Budapest, Basement construction level map for 3.5 m bs (CSÖRGHE-ANDÓ et al. 2018)

Legend: 'Szemcsés talajok' = granular soils, 'homokos kavics' = sandy gravel, 'homok' = sand, 'homokliszt' = aleurit, 'Kötött talajok' = cohesive soil, 'iszapos homokliszt, iszap' = silty aleurit, silt, 'agyag' = clay, 'Egyéb képződmények' = others, 'feltöltés' = landfill, 'hulladéklerakó (üzemelő, felhagyott)' = garbage disposal, landfill (operating, closed), 'bánya (feltöltött, felhagyott, működő)' = mine (filled, closed, operating), 'Képződmény teherbírás' = bearing capacity, 'teherbírás jó' = good bearing capacity, 'teherbírás közepes' = middle bearing capacity, 'teherbírás kicsi' = low bearing capacity, 'alapozásra kedvezőtlen' = disadvantageous for basement construction, 'Ip' = index of plasticity

alakítható formátumú adatbázist hozzon létre a városi területekre. A felhasználóknak (geológusoknak, mérnököknek, beruházóknak, döntéshozóknak, lakosságnak) objektív, hiteles információt szolgáltatson, és a fent említett adatbázison alapuló, a felhasználási céloknak megfelelő méretarányú és tematikájú, közérthető jelkulccsal, magyarázóval ellátott alaptérképeket adjon közre.

Emellett azonban nem csökken a jelentősége a budapesti kerületek településgeológiai vizsgálatának, beleértve az immár több mint egy évtizeddel ezelőtt felvett első adatok aktualizálását. Az aktualizálás azonban nem pusztán azt jelenti, hogy „lefűjjük a port” az első észlelések tapasztalatairól, hanem egyrészt a régi és új adatok összehasonlíthatóságának, kompatibilitásának biztosítása a kérdés, másfelől azonban a város mint a természetes környezettel ellentétben szupergyors sebességgel változó közeg („urbano-szféra”) folyamatainak megértése is lehetetlen ismétlődő és folyamatos megfigyelések nélkül.

Ezenfelül az eseti problémák megoldása, egyedi kérdések megválaszolása továbbra is alapvető elvárás elsősorban a talajvíz agresszivitására, a felszínmozgásokra, illetve a talajvízkutakra vonatkozóan.

A városok fejlődésével, a természeti táj átalakulásával új igények kerültek előtérbe. Ilyenek a sűrűn lakott városi területek potenciális földtani veszélyforrásokra, környezeti katasztrófákra való érzékenységének/sérülékenységének vizsgálata, a környezetföldtani problémák kezelése, az ivóvízellátás, hulladékelhelyezés, talaj- és tájdegradáció kérdéseinek megoldása. Ezek egyre inkább összekapcsolódnak a helyi gazdasági érdekekkel, illetve a közlekedési funkciók és közművek biztonságával, alternatív erőforrásokkal, a városi élet fenntarthatóságával. A gyors területi terjeszkedés és a szerkezeti funkciók átalakulása miatt szükségessé válik a városi területek rendezése, melyhez a településgeológia biztosíthatja a naprakész földtudományi (geo) információt, adatelemzést és dokumentációt.

Azonban a városgeológiai kutatások nem állhatnak meg Budapest határájánál. A rendszerváltozást követően benépesülő agglomeráció jelentősen kitágította a városnak a földtani közeget érintő hatósugarát, ám ennek jellege, aránya korántsem ismert kellő mélységben. Ez a lépték sem lehet azonban végállomás! Az ország jelentősen fejlődő közlekedési infrastruktúrája, új iparterületei, több hangsúlyt kapó vidéki városai olyan helyeken is generálnak konflik-

tust az emberi tevékenység és a természetes (földtani) közegek között, ahol korábban ez elhanyagolható volt. Ám hogy ezt az, általános megállapítást valós tartalommal is fel lehessen tölteni, nyilvánvalóan kikerülhetetlen a településgeológiai kutatásokat kitágítani, velük — lehetőség szerint — az egész országot lefedni. E lépés megtétele kiváló és objektív alapot teremtene a települések sok szempontú összevetésére, és jelentős segítséget nyújtana a települési döntéshozók számára.

A regionális, országos kutatások fontosságát hangsúlyozni talán nem lehet eléggé. De emellett — épp egy város rendkívül színes, gyorsan változó jellege miatt — a részletes, kis mintaterületi vizsgálatok jelentős hozzáadott értéket képviselhetnek, fókuszba helyezve egy-egy részproblémát. Ennek jegyében indult el Budapesten a városi parkok vízgazdálkodásának, fenntarthatóságának kutatása. Mivel a városi parkok társadalmi szerepe várhatóan egyre nagyobb lesz, hisz kulcséletterek a hőhullámok elviselésében, lényeges kérdés, miként lehet a parkokat hosszú távon fenntartani egy rohamosan változó mikroklímájú környezetben. A válasz érdekében meg kell ismernünk a parkokban zajló folyamatokat, feltárva azok antropogén és természetes dimen-

zióját, továbbá mindezek kölcsönhatását. Az eddigi eredmények alapján látható, hogy minden park egyedileg vizsgálandó; az egyes parkokban zajló folyamatok nehezen, vagy nem tipizálhatók. Az egyedi megoldások keresése pedig ismét rávilágít a rendszeres adatgyűjtés és folyamatos elemzés szükségességére.

Összefoglalás

Áttekintve az intézet 150 éves történetének településekkel foglalkozó kutatásait egyértelművé vált, hogy az idő múlásával az e kutatási ág iránti igények és a szükségletek egyre jobban nőttek. Világos, ha élehető településeket akarunk kialakítani, akkor meg kell ismernünk azok földtani sajátosságait, hogy tevékenységünket, életünket azzal összhangban építsük fel, s szükség esetén változtassuk is meg. Ezért nyugodtan állíthatjuk, hogy a településgeológia a földtani szakma és a társadalom egyik legjelentősebb kapcsolódási pontja, a szakmai jövő egyik legfontosabb ága, s mint ilyen, e terület az intézetnek is hosszútávra ad, kell, hogy adjon feladatot. Tehát erre készülünk!

Irodalom — References

- ANDÓ A., BODNÁR N., DR. GYURICZA GY. & ZSÁMBOK I. 2015: Urban geology map series of Budapest (District X). — *Absztrakt kötet; V. EUGEO Konferencia, Budapest, 2015. augusztus 30. – szeptember 2.* <https://www.eugeo2015.com/presentations/presentation/219>.
- ANON. 1956: Igazgatósági jelentés az 1954. évről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1954-ről*, 3–7.
- ANON. 1996: Manual on environmental and urban geology of fast-growing cities. — *Atlas of Urban Geology Volume 9*. United Nations, New York
- BAKER, L. A. (ed.) 2010: *The Water Environment of Cities*. – Springer, 308 p. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84891-4_1
- BÖCKH J. 1883: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1882*, 3–15.
- BÖCKH J. 1886: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1885*, 3–26.
- BÖCKH J. 1887: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1886*, 3–38.
- BÖCKH J. 1889: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1888*, 5–29.
- BÖCKH J. 1892: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1891*, 5–31..
- BÖCKH J. 1901: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1900*, 5–39.
- BÖCKH J. 1903: *Igazgatósági jelentés*. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1901*, 5–37.
- CHARLESWORTH, S. M., & BOOTH, C. A. (ed.) 2019: *Urban Pollution: Science and Management*. — John Wiley & Sons Ltd, 464 p
- CULSHAW, M. G. & PRICE, S. J. 2012: The 2010 Hans Cloos Lecture: The contribution of urban geology to the development, regeneration and conservation of cities. — *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* **70/3**, 333–376. <https://doi.org/10.1007/s10064-011-0377-4>
- CSERNY T. 1977: Az 1: 25 000-es méretarányú építésföldtani mintatérképek szerkesztésének elvi alapjai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1975*, 315–318.
- CSÖRGHE-ANDÓ et al (2018): Budapest XXI. kerület településgeológiai térképsorozata magyarázóval. — *Kézirat*, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat
- DANK V. 1954: Újraterképezés Rákosszentmihály, Csömör, Cinkota környékén. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1952*, 25–27.
- EMSZT K. & ROZLOZSNIK P. 1937: Jelentés 1931–1932-ről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1923–32*, 40–63.
- FÖLDEVÁRY A., CSAJÁGHY G. & MAJZON L. 1953: A lágymányosi Postaskórház területének vízföldtani viszonyai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1941–1942/3*, 7–15.
- FÜLÖP J. 1967: A Magyar Állami Földtani Intézetre háruló feladatok és azok megoldása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1965*, 9–18
- FÜLÖP J. 1968: Igazgatói jelentés a Magyar Állami Földtani Intézet 1966. évi munkájáról. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1966*, 7–30
- FÜLÖP J. 1969: A Magyar Állami Földtani Intézet 1967. évi munkája. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1967*, 7–27.

- HÁMOR G. 1989: A Magyar Állami Földtani Intézet 1987. évi kutatási eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1987*, 7–21.
- HORUSITZKY H. 1923: Budapest székesfőváros területének geológiai viszonyairól. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1917–1919*, 27–33.
- KASZAB I. 1977: Újszeged építésföldtani viszonyai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1975*, 187–198.
- KECSKÉS G. & SZURKOS G. 2008: Budapest közműgeotechnikai térképsorozata. — *Mérnökgeológia–Kőzetmechanika* 107–116.
- KARROW, P. F. & WHITE, O. L. 1998. Preface. — In: KARROW, P. F. & WHITE, O. L. (eds): Urban geology of Canadian cities. *Special Paper 42*, Geological Association of Canada, St John's, Newfoundland. Vi–viii.
- KONDA J. 1972: A földtani előkutatás helyzete és irányai a Magyar Állami Földtani Intézetben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1970*, 5–12.
- LÁNG G. 1967: A Balaton környék részletes építésföldtani térképezésének programja. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1966*, 325–334.
- LÁNG G. 1969: Jelentés a Víz- és Építésföldtani Osztály 1967. évi munkájáról. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1967*, 363–368.
- LEGGET, R. F. 1973: *Cities and geology*. — McGraw-Hill Book Company, New York.
- LÓCZY L. 1912: Az intézet életének áttekintése. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1910*, 9–19.
- LÓCZY L. 1948: Igazgatói jelentés a M. Kir. Földtani Intézet 1939. évi működéséről, különös tekintettel a gyakorlati irányú kutatásokra. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1939–1940*, 3–43.
- LÓCZY L. 1948: Igazgatói jelentés a M. Kir. Földtani Intézet 1940. évi működéséről, különös tekintettel a gyakorlati irányú kutatásokra. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1939–40*, 95–131.
- LÓCZY L. 1953: Igazgatói jelentés az 1941. évről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1941–42*, 5–35.
- LÓCZY L. 1953: Igazgatói jelentés az 1942. évről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1941–42*, 59–89.
- MARZSÓ L. 1925: Titkári jelentés az 1920–1923. évekről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1920–23*, 17–25.
- MCCALL, G. J. H., DE MULDER, E. F. J. & MARKER, B. R. (eds) 1996: Urban geosience. — *Association of Geoscientists in Development (AGID) Special Publication Series 20*, 273 p.
- MOLDVAY L. 1971a: Jelentés az Építés- és Vízföldtani Osztály 1968. évi munkájáról. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1969*, 213–215.
- MOLDVAY L. 1971b: Jelentés a Víz- és Építésföldtani Osztály 1969. évi munkájáról. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1969*, 347–351.
- NOPCSA F. 1935: Igazgatói jelentés az 1925. évről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1925–28*, 3–6.
- PÁLFY M. 1925: Igazgatósági jelentés 1920–1923. évekről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1920–23*, 7–16.
- RAINCSÁKNÉ KOSÁRY ZS. & CSERNY T. 1984: A Balaton környékének építésföldtani térképezése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1982*, 49–54.
- RAINCSÁK Gy-né 1996: Földtani feladatok a mérnöki munkában. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1992–93/1*, 23–24.
- SCHMIDT ELIGIUS R. 1940: Földtani és talajmechanikai jegyzetek a budai Várhegy 1935/36. évi suvadásához. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1933–35/4*, 1885–1891.
- SCHMIDT ELIGIUS R. 1966: A dunaujvárosi 1964. évi partomlás. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1964*, 579–584.
- SCHRÉTER Z. 1940: A miskolci Avas pincebeomlásai. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1933–35/4*, 1741–1752
- SÜMEGHY J. 1936: Jelentés az Esztergom város Szenttamáshegy nevű részének geológiai vizsgálatáról. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1933–35/4*, 1755–1770.
- SÜMEGHY J. 1942: Földtani kutatások Győrött s közvetlen környékén. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1936–38/3*, 1273–1290.
- SZ. HAJÓS M. 1955: A földalatti vasút Vérmező és Kossuth Lajos-tér közötti szakaszának földtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1953/2*, 445–451.
- SZALAI T. 1947: Igazgatói jelentés az 1947. évről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1945–47/1*, 41–56.
- SZALAI T. 1952: Igazgatói jelentés az 1948. évről. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1948*, 3–6.
- SZONTAGH T. 1910: Igazgatósági jelentés. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1908*, 7–37.
- SZONTAGH T. 1923: Igazgatósági jelentés. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1917–19*, 7–12.
- TIMKÓ I. 1935: Igazgatósági jelentés az 1928. évről. — *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése 1925–28*, 31–41.
- WEIN Gy. 1973: A budapesti földalatti vasút 1970-ben létesített Batthyány tér – Déli pályaudvar közötti szakaszának földtani felépítése. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1971*, 199–205.
- ZSÁMBOK I., GYURICZA GY. & SZURKOS G. 2010: Budapest kerületeinek településgeológiai térképsorozata. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2008*, 115–122.

Kézirat beérkezett: 2019. 07. 24.

Magyarország első közepes méretarányú (M=1:144 000) földtani térképsorozatának georeferálása

GALAMBOS Csilla¹, BREZSNYÁNSZKY Károly², TIMÁR Gábor³

¹Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, galambos.csilla@mbfsz.gov.hu, orcid.org/0000-0002-6041-1800

²Magyar Állami Földtani Intézet, nyugdíjas, brezsnyanszky.karoly@gmail.com

³ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, timar@caesar.elte.hu, orcid.org/0000-0001-9675-6192

Georeference of the first medium scale (M=1:144,000) geological map series of Hungary

Abstract

The geological mapping in Hungary was relied on the Royal Geological Institute of Hungary and its successor bodies since its foundation, during the last 150 years. The first systematic survey map of the institute was the (uncompleted) 1:144,000 scale geological map of Hungary. Its topographic basis were the printed, so-called detailed sheets (Spezialkarte) of the second military survey of the Habsburg Empire. The geological pattern were drawn by manual colouring onto the topographic sheets. Many sheets of the map system can be found in two versions, some of them even in three versions of different colouring in the library of the institute. As the compilation of the sheets preceded the Bologna conference and the international agreement of the colour system of geological maps, the colours of all mentioned versions differ from the ones of the usual modern geological maps. Here we provide the metadata, suitable for the georeference of the 1:144,000 sheets. Also, an example is provided, based on georeferenced, of the different patches of basalt-covered area of Balaton Highland, in the old and the modern geological maps.

Keywords: geological map, old map, georeferenced, 19th century, Hungary

Összefoglalás

A Magyar Királyi Állami Földtani Intézet és jogutódjai 150 éves történetük alatt Magyarország geológiai térképezésének legfontosabb bázisintézményei voltak. Az intézet történetének első rendszeres, közepes méretarányú földtani térképműve Magyarország (nem teljes) 1:144 000 méretarányú geológiai térképsorozata volt. A térképmű a Habsburg Birodalom második katonai felmérésének nyomtatott ún. részletes térképeit használta topográfiai alapként, amelyre kézi színezéssel vitték fel a földtani tartalom felületi jeleit. A térképmű több szelvénye két, néhány pedig három különböző színezésben is megtalálható az intézet könyvtárában. Minthogy a térképmű készítése megelőzte, ill. részben egybeesett a nemzetközi földtani jelkulcsot egységesítő bolognai kongresszussal, egyik változat színei sem egyeznek meg a ma szokással. Megadjuk a térképmű georeferálásához szükséges metaadatokat, illetve egy mintaterületen (Balaton-felvidék) bemutatjuk az 1:144 000-es térképművön és a mai földtani alaptérképen ábrázolt bazaltterületek kiterjedésének eltérését.

Tárgyszavak: földtani térkép, archív térkép, georeferencia, 19. század, Magyarország

Bevezetés

A Habsburg Birodalom, és annak részeként a Magyar Királyság területén az első két részletes topográfiai felmérés a 18. század második felében (I. katonai felmérés), majd a 19. században (II. katonai felmérés) valósult meg. Az utóbbi felmérésből keletkező térképrendszer biztosította a topográfiai alapot a Magyar Királyság területéről készült földtani térképeknek (PENTELENYI & SÍKHEGYI 2012). Az ún. felmérési szelvények 1:28 800 méretarányban készültek és csak titkosítva, kéziratos formában ké-

szültek el, így nem voltak elérhetőek a nagyközönség számára (JANKÓ 2007). A felmérés szelvényeinek összevonásával és generalizálásával kisebb méretarányú szelvény-sorozatokkat is állítottak elő nyomdai úton. A közepes méretarányt az ún. részletes térképek (németül: *Spezialkarte*) képviselik, amelyek 1:144 000 méretarányban, szelvény-sorok és -oszlopok 3×3 lapjának összevonásával rajzoltak meg, az eredeti lapok ötödére kicsinyítésével. A részletes szelvények egyszínű fekete nyomtatással készültek, így kiválóan alkalmasak voltak tematikus térképek színes felülnyomására.

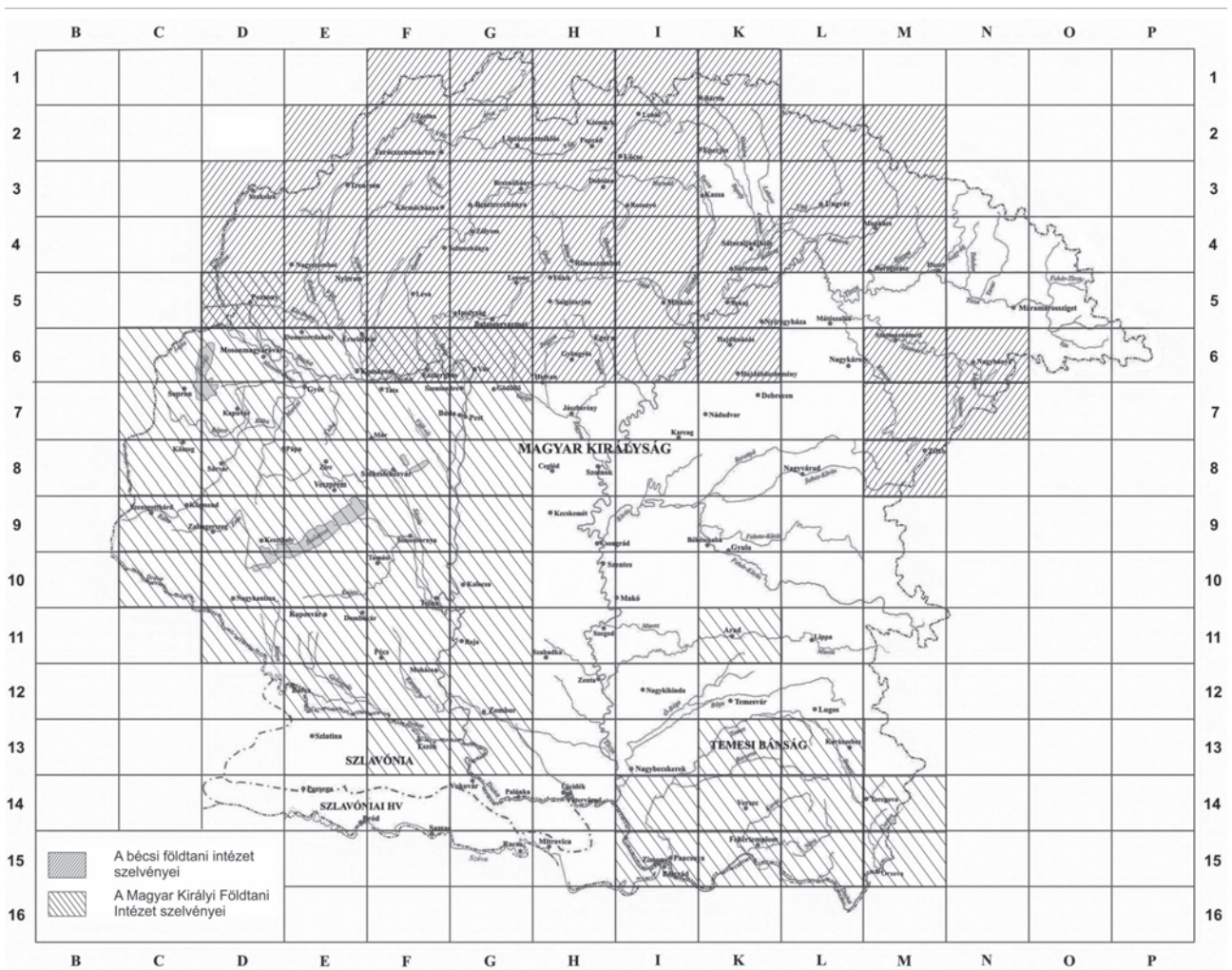
Az osztrák geológiai térképezés a 19. század közepén valamennyivel a magyar előtt járt; a rendszeres geológiai felmérések a Birodalom földtani intézete (*K. K. Geologischen Reichsanstalt*) szervezésében már a század közepén folytak (BREZSNYÁNSZKY 1996, BACHL-HOFMANN 1999, ALBERT 2019). A teljes birodalom első, 1:864 000 méretarányú geológiai térképe Wilhelm Haidinger nevéhez fűződik (Haidinger 1845, Hubmann & Cernajsek 2005, Galambos 2019), amelyet Franz Hauer térképe követett (Hauer 1867).

A fent említett 1:144 000 méretarányú topográfiai térképek alapján készült el 1863 és 1885 között a korabeli Magyarország területének mintegy kétharmadára az ország első közepes méretarányú geológiai térképe (1. és 2. ábra), amely munkát 1869-ig a Birodalom földtani intézete kivitelezte, akkor vette át a megalakuló Magyar Királyi Földtani Intézet. Ez a térkép komoly előrelépést jelentett a korábbi nem rendszeres felvételezésű országos geológiai térképekhez (Galambos 2009) és az említett birodalmi geológiai térképekhez képest is.

A Magyar Királyi Földtani Intézet megalakulása (1869) után azonnal a mindaddig elhanyagolt Dunántúl földtani

felvételéhez fogott. Célja a bécsi földtani intézet 1869-ben befejezett, s a Visegrád–Bükk vonaláig terjedő, zömében Felső-Magyarországot magába foglaló térképeihez való csatlakozás volt. Egyes részterületeken azonban már korábban is folyt munka, Szabó József Pest-Buda, Hantken Miksa pedig az Esztergom környéki barnakőszén területek térképét fejezték be.

1870-től kezdve sorra készültek el az 1:144 000 méretarányú, kézzel színezett térképek. A kis létszámú intézet munkatársai megfeszített erővel, nehéz körülmények között dolgoztak. A dunántúli-középhegységi rész, valamint Pécs–Szekszárd környékének felvétele főleg Böckh János feladata volt, aki térképezési ismereteit a bécsi földtani intézetben töltött gyakornoki évei alatt szerezte. Vele dolgoztak még Hantken Miksa, Hofmann Károly és Koch Antal. A Dunántúl sík- és dombvidéki tájainak térképezése főleg Inkey Béla, Telegdi Roth Lajos, Stürzenbaum József, Pávay Elek munkatársakra hárult. Az Alpokalja területének térképezésében Matyasovszky Jakab, Halaváts Gyula és Telegdi Roth Lajos vállalták a legnagyobb szerepet. A Dunántúl felvételével 8 év alatt csaknem teljesen elkészültek,



1. ábra. Az 1:144 000 méretarányú geológiai térképsorozat szelvényeinek áttekintő térképe (Jankó 2007 alapján)

Figure 1. Overview map of the 1:144,000 scale geological map series of Hungary (after Jankó 2007)



2. ábra. Az összes fellelt térképlapból készített georeferált mozaik, amely az (Erdély nélküli) országtérület mintegy kétharmadát ábrázolja. Figyeljük meg, hogy a hiányzó terület az Erdélyi-szigethegység és Tokaj környéke kivételével gyakorlatilag a térképezés korában kevésbé érdekesnek talált Alföldre esik.

Figure 2. The geo-referred mosaic, using all of the stored and scanned sheets. The mapped area covers cca. two-third of the territory of historical Hungary (without Transylvania). Note that the non-mapped area is mostly the Great Hungarian Plain, except the Tokaj area and the western flank of the Apuseni Mts

és azt a szükséges kiegészítésekkel 1883-ra be is fejezték. Így ezen országrész 1:144 000 méretarányú földtani térképét az 1885. évi országos kiállításon már be tudták mutatni (BREZSNYÁNSZKY 1996, BREZSNYÁNSZKY & SÍKHEGYI 2007).

Míg maga a második katonai felmérés lefedi a Magyar Királyság egész területét, a földtani tartalommal rendelkező szelvények csak az ország egy részén készültek el. A nyomtatott részletes szelvények alkalmasak voltak mind a terepi észlelések felvitelére, mind a kész térképmű publikálására. A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat könyvtárában több eltérő jelkulcsú és színezésű változat létezik a geológiai adatokkal kiegészített 1:144 000-es sorozatról; ezek mind a nyomtatott alaptérképre rajzolt és színezett, kéziratos formában készültek (ALBERT 2019). A térképmű az ország területét ábrázoló első, egységes

méretarányban, egységes terepi felmérési módszertannal/jelkulccsal és egységes térképészeti rendszerben készült földtani térképsorozat (1. ábra). Elkészítésénél feltehetően az egész ország térképezésére törekedtek, azonban végül az újabb topográfiai felvétel (III. katonai felmérés) nyilvánosságra kerülésével nem fejezték be azt.

Az 1:144 000 méretarányú geológiai térképmű szkennelése és georeferálása

Még a 2000-es évek elején megkezdődött az akkor még MÁFI könyvtárban (Országos Földtani Szakkönyvtár) levő papíralapú térképgyűjtemény szkennelése, amely nemcsak a földtani tematikájú, hanem valamennyi típusú tér-

képre kiterjedt. Először a balatoni tematikájú térképek szkennelése kezdődött meg, majd egyéb, kiállításokhoz és célzott publikációkhoz nem kapcsolódó térképek digitális archiválása következett az akkori Térinformatikai Osztály szakmai kivitelezésében (BARCZIKAYNÉ et al. 2009). A szkennelés során a magas publikációs igényeket is kielégítő 600 dpi felbontást alkalmaztunk, azonban bármely más, szokásos alkalmazás céljára — ide értve a georeferálást és a térképek webes publikálását is — a 300 dpi felbontás is elegendő, és ez jelentősen megkönnyíti a feldolgozást. A jelen munka tárgyát képező térképmű esetében a feldolgozás során alkalmazott képfelbontás 400 dpi.

Az ismert topográfiai alapon készült térképművek esetén a georeferencia, a térképi tartalom valamely szabványos — gyakorlatilag ma is használt — vetületi/térinformatikai koordináta-rendszerhez illesztését jelenti. Szerencsére a második katonai felmérés esetén ez jól ismert (TIMÁR et al. 2006). Nagyszámú szelvényt tartalmazó térképművek georeferálásakor a legcélszerűbb módszer a térképi ábrázolás metaadatainak (geodéziai alapfelület, vetület és vetületi paraméterek, kezdőmeridián) ismerete mellett azt érdemes tudnunk, hogy az ezek által kijelölt felületen az egyes térképszelvényeknek mi a pontos helyzete. Amennyiben ismerjük a fenti koordináta-rendszer origójának helyét a szelvényekből alkotott mozaikon és ismerjük a szelvények terepi kiterjedését, úgy elegendő minden egyes szelvény négy sarokpontját illesztőpontnak kiválasztani, és a fenti adatokból megadni azok vetületi koordinátáit. A szelvények így garantáltan egymás mellé kerülnek (2. és 3. ábra); a létrejött georeferált mozaik pontosságát pedig a térképi tartalom illeszkedésének pontosságával jellemezzük.

Ezen a viszonylag egyszerű módszeren kicsit bonyolít, ha a szelvények nem eredeti formában, hanem kasírozva

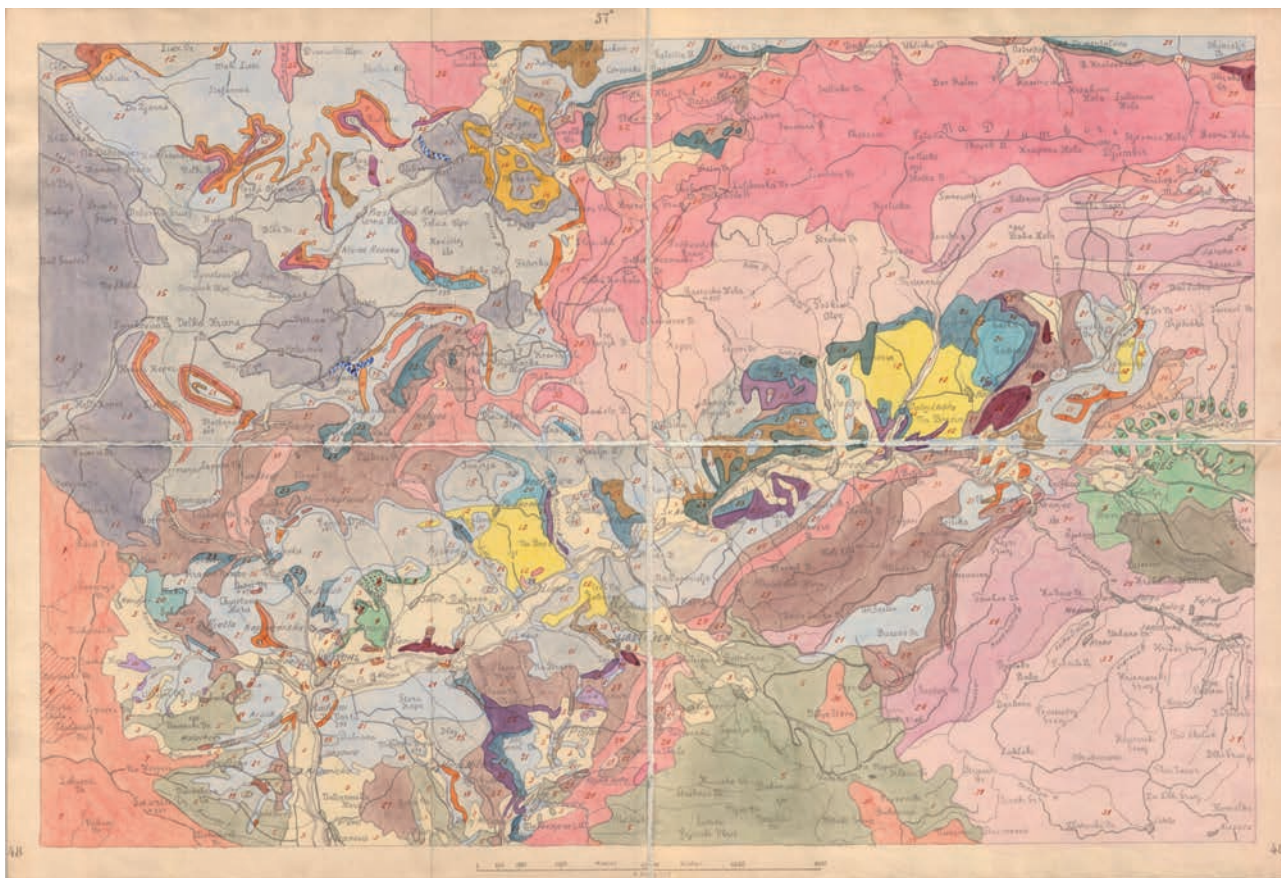
lelhetők fel a könyvtárban, emiatt szkenneléskor nemcsak az eredeti térképi tartalmat, hanem köztük a kasírozási csíkokat is rögzítjük az elektronikus képi változaton (GALAMBOS 2019). Ilyen esetben a „csíkok” szélességével azonos hiba keletkezik a georeferálásnál. Ekkor a szkennelt képekről valamilyen képszerkesztő programmal eltávolítjuk a kasírozási csíkokat és megkíséreljük az eredeti változat elektronikus rekonstrukcióját. Ezzel a kasírozási hiba érdemben csökkenthető, de teljesen nem szüntethető meg (GALAMBOS 2019). A vizsgált térképmű esetén az I 5, I 14–15, a K 11, 13–14–15, az L 13–14–15 és az M 14–15, 6–7–8 N 6–7 szelvények kasírozottak, mindkét irányban 1–1 hajtogatási–kasírozási csíkkal, így e szelvények esetében grafikusan illesztettük az egyes térképrészeket.

A térképmű a kor kontinentális európai térképészetében általánosan elfogadott és használt ferőri kezdőmeridiánnal készült. Ez a greenwich-i meridiánhoz képest 17 fokkal, 39 perccel és (kerekítve) 46 szögmásodperccel nyugatra húzódik; gyakorlatilag a párizsi csillagvizsgálóban kijelölt meridián hosszúságértékétől pontosan 20 fokkal nyugatra definiálva (TIMÁR 2007). A térképmű geodéziai alapfelülete a Zách-Oriani hibrid ellipszoidnak a bécsi Stephansdom pozíciójához rögzített elhelyezése (HOFSTÄTTER 1989, JANKÓ 2001, TIMÁR et al. 2006), a térképi vetület legjobb matematikai modellje a bécsi Stephansdom kezdőpontú Cassini- (vagy más néven Cassini–Soldner-) vetület (TIMÁR et al. 2006). A vetületi kezdőpont a Bécsset is ábrázoló, C–5 jelzésű részletes (1:144 000 méretarányú) szelvény középpontja. Az egyes szelvények terepi kiterjedése ebben a rendszerben $28\,800 \times 19\,200$ bécsi öl, vagyis $54\,619 \times 36\,413$ méter (JANKÓ 2001). A szelvényeken a földrajzi fokhálózat jelzése megtalálható a kereten, de vetületi koordináta-megírás nem szerepel. Utóbbira nincs is szükség a georeferáláshoz, a szelvény jelzéséből,



3. ábra. A térképmű közép-dunántúli mozaikja a Google Earth fedvényeként

Figure 3. The mosaic of the 1:144,000 scale sheets of the mid-Transdanubia region as an overlay of the Google Earth



4. ábra. (b) A besztercebányai (G-5. sz.) szelvény a későbbi színezéssel
 Figure 4. The sheet G-5, according to the newer coloring

PELLINI 1882, STAUB & SZONTAGH 1886, FÜLÖP et al. 1975, GALAMBOS 2004). A kongresszusra pályázatot írtak ki, melyben a pályázók javaslatot tehetek a földtani térképek, metszetek szín és felületi jeleire (INKEY & SCHMIDT 1880). A színhasználat alapelve az volt, hogy minél idősebb egy képződmény, annál sötétebb színnel kell jelölni. Ekkor fektették le a ma használt geológiai kortábla színbeosztásának alapjait. A Nemzetközi Geológiai Kongresszus harmadik ülészakát 1884 őszére tűzték ki, és végül 1885-ben tartották meg. A budapesti magyar bizottság 1884. május 26 és június 10 között ülésezett és összegezte az addigi megállapodásokat (STAUB & SZONTAGH 1886). A bizottság tagjai: dr. SZABÓ József, BÖCKH János, dr. HOFMANN Károly, INKEY Béla, TELEGDY ROTH Lajos és dr. PETHŐ Gyula voltak. A kongresszusokon a geológiai jelölések egységesítése mellett Európa geológiai térképének elkészítését is célul tűzték ki: „Egy ily térkép magyarázatának általánosan elfogadott műszókkal kell kifejeznie a tudományban elfogadott nagy osztályokat, de viszont az alosztályainak is úgy kell szerkesztve lennie, hogy harmóniában legyenek az egyes országok geológiai viszonyaival. A magyar bizottság elfogadván a bolognai ülészak általános határozatait a systémákra és az emeletekre nézve, kifejti, ezennel az ismeretes helybeli tényeket s ezeket alkalmazza Magyarország elkészítendő geológiai térképének alapjául” (STAUB & SZONTAGH 1886). Az 1886-os

1:1 296 000 méretarányú kéziratos és az 1896-os, egymillió méretarányú nyomtatott földtani térképeket uralkodóan az 1:144 000 méretarányú részletes földtani térképek felhasználásával szerkesztették (MKFI 1911, VITÁLIS 1992, BARCZIKAYNÉ et al. 2009, ALBERT 2019). A bizottság így készített egy kőzetleírást is a Magyarországon előforduló kőzetekről és ezek geológiai időrendi besorolásáról is (STAUB & SZONTAGH 1886).

Földtani ismereteink változásának története

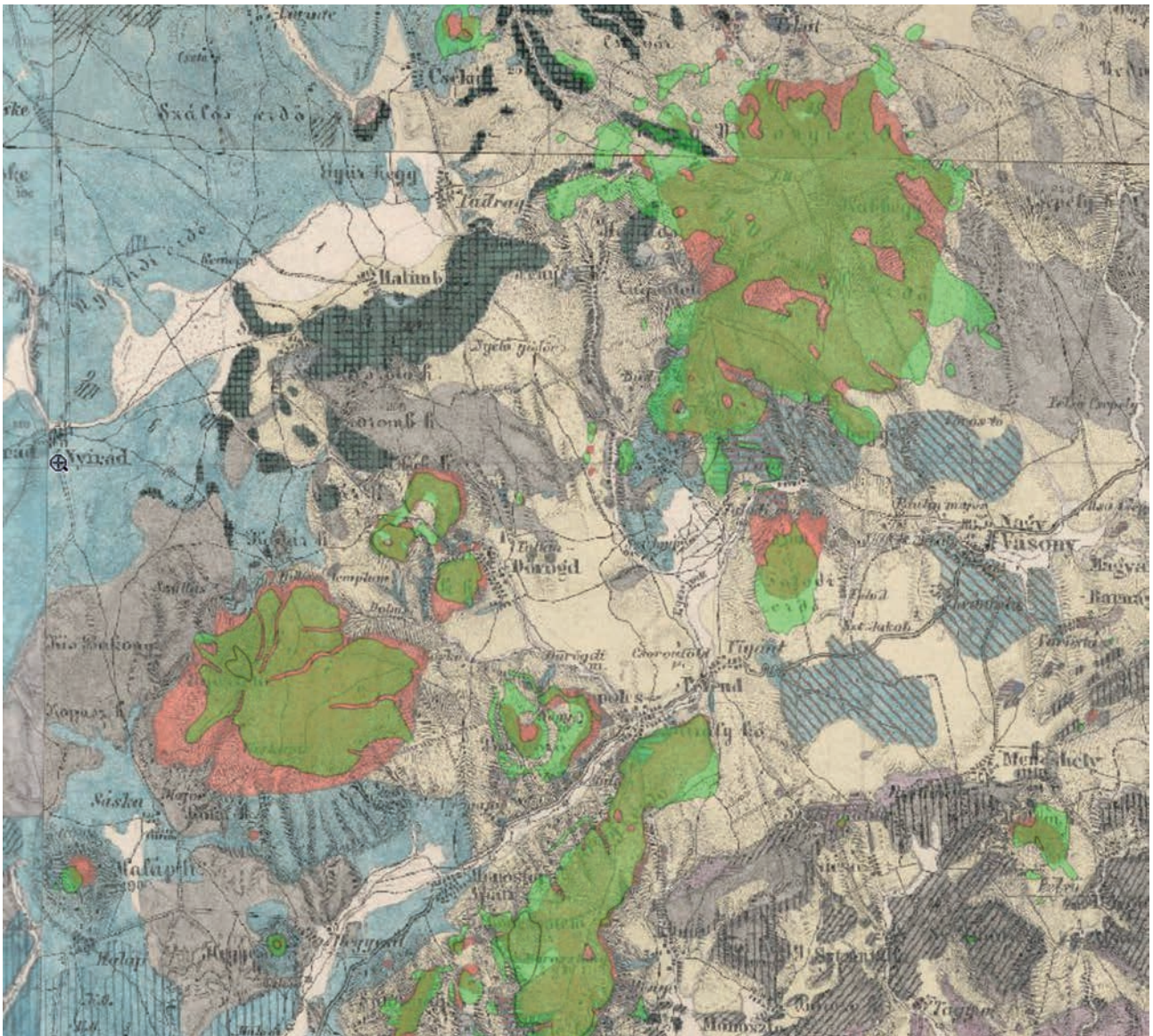
A mai koordináta-rendszerekbe illesztett régi geológiai térképek ritkán mutatják ugyanazt a geológiai képet, mint a mai, legmodernebb földtani térképeink. Ez részben amiatt van, hogy a korábbi térkép készítésének idején a ma térképezett objektumtípusok esetleg nem, vagy másképp voltak ismertek. Ezen túlmenően viszont egyes ismert formációk vagy szerkezeti elemek is más kiterjedésben vagy más helyzetben jelennek meg a régi és a mai földtani térképeken. Összességében tehát a térbeli földtani ismereteink és azok ábrázolási módjának változásait mind végigkísérhetjük egy adott terület korábbi és mai geológiai térképein. Az 1:144 000 méretarányú geológiai térképmű ehhez kifejezetten jó alapot nyújt. Egyrészt azért, mert elegendően nagy méretarányban, tehát a mai térképeinkkel össze-

mérhető részletességgel ábrázolja a terület földtani felépítését, másrészt viszonylag pontosan georeferálhatók.

Példaként összevethetjük a Balaton-felvidéki bazaltterület térképeit. az 1:144 000 méretarányú, az 1870-es években térképezett geológiai képre rávetíthetjük a Magyar Állami Földtani Intézet 1:100 000 méretarányú földtani térképének (GYALOG & SIKHEGYI 2005) vektoros geo-adatbázisát (TURCZI 2005, HAVAS 2005), abból konkrétan a bazaltterületekhez rendelt fedvényt (5. ábra). A két térkép összehasonlításával megállapítható, hogy a két térképen a bazaltok kiterjedése eltérő. A legnyilvánvalóbb feltételezés, hogy a régi felmérés során a bazalt kiterjedésébe számították a bazalttörmelék, törmelékletjeiket is, míg ma a száلبan álló bazaltot ábrázolják

ezzel a felületi jellel (GALAMBOS et al. 2019). A 4. ábrán látható további eltérések feltehetően a modern térkép elkészítéséhez elvégzett részletesebb terepi felvételezés eredményei.

Természetesen arra is fel kell hívni a figyelmet, hogy az 1:144 000 méretarányú térképmű csak az első ilyen léptékű felvételezési munka, amelyet a rákövetkező bő másfél évszázadban mindenütt legalább két, de a földtani-bányászati szempontból fontos területeken akár 5–6 részletes felmérés is követhetett. Ennek eredményeként mai geológiai ismereteink térbeli felbontása lényegesen nagyobb, mint akkoriban. Ezt a folyamatot láthatjuk leginkább az összehasonlított térképművek által mutatott földtani valóság különbségeként.



5. ábra. A Magyar Állami Földtani Intézet 1:100 000 méretarányú térképéről (GYALOG & SIKHEGYI 2005) készült bazalt-körvonalrajz (zöld) a régi 1:144 000 méretarányú földtani térkép fedvényeként. A régi térképen a bazaltot vörös szín jelzi. A bazaltterület kiterjedésében mutatkozó különbség a törmelék és szálkőzetjellegű előfordulás eltéréseiből (Agár-tető), illetve a pontosabb terepi felvételezésből (Kab-hegy) adódik

Figure 5. The 'basalt layer' (green) of the modern 1:100,000 scale geological survey (GYALOG & SIKHEGYI 2005) as an overlay on the old 1:144,000 scale geological map. In the old map, the basalt area is indicated by reddish colour. The extent difference of the basalt is because of the different mapping of basalt debris and the solid rock (left) and because of the more accurate modern field survey (up right)

Konklúziók

Az 1:144 000 méretarányú földtani térképmű az 1880-as évekre a Magyar Királyság nagyobbik részére egységes szerkezetben mutatta be a geológiai felmérés állapotát, és nagy vonalakban már a ma ismert geológiai szerkezeteket ábrázolja. A mai országhatárból mindössze a negyedidőszaki képződményekkel fedett tiszai alföld nagyobbik része nem szerepel a térképeken.

A felmérés topográfiai alapja, a második katonai felmérés térképészeti–geodéziai metaadatai alkalmazhatóak a térképmű georeferálására. A szkennelt és georeferált állományok a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat vezetésének döntése alapján bármikor publikálhatók a Szolgálat térképszerverein mind georeferált raszteres

térképszelvények, mind térinformatikai adatréteg formájában.

A térképeken egyes földtani formációk felszíni elterjedése kismértékben eltér a modern, 1:100 000 méretarányú geológiai térképmű szerinti ábrázolástól. A georeferálás pontossága kizárja, hogy ennek okát a geodéziában keressük.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők megköszönik az Országos Földtani Szakönyvtár dolgozóinak, dr. PIROS Olgának, SZLEPÁK Tímeának és CSONGRÁDI Mártának a térképekhez és a kiegészítő információkhoz való széleskörű hozzáférést, illetve a lektoroknak a részletes és konstruktív javaslatokat.

Irodalom — References

- ALBERT, G. 2019. The changing use-cases of medium and large-scale geological maps in Hungary. — *Proceedings of the International Cartographic Association* **2/4**, 1–8. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-2-4-2019>
- BACHL-HOFMANN, C. 1999: Die Geologische Reichsanstalt von 1849 bis zum Ende des ersten Weltkriegs. — In: BACHL-HOFMANN, C. et al. (szerk.): *Die Geologische Bundesanstalt in Wien: 150 Jahre Geologie im Dienste Österreichs (1849–1999)*. Wien, Böhlau, 55–77.
- BARCZIKAYNÉ SZEILER R., HEGYINÉ RUSZNYÁK É., VIKOR Zs., OROSZ L., PENTELÉNYI A. & SÍKHEGYI F., 2009: A földtani térképezés 140 éve — Térképvalogatás a XVIII. századtól napjainkig. — CD kiadvány, Magyar Állami Földtani Intézet.
- BREZSNYÁNSZKY, K. 1996: Austro–Hungarian geological mapping before 1869. — *Advances in Austrian–Hungarian Joint Geological Research*, Budapest, 25–32.
- BREZSNYÁNSZKY, K. & SÍKHEGYI, F. 2007: Das Ungarische Geologische Institut, eine herausragende Werkstatt der thematischen Kartographie. — *Nova Acta Leopoldina* **94**, Nr. 349, 49–69.
- CAPELLINI, J. (szerk.) 1882: *Congrès Géologique International, Compte Rendu, 2me Session, Bologne, 1881*. — Impr. Fava et Garagnani, Bologne, 425 p.
- FÜLÖP J., CSÁSZÁR G., HAAS J. & J. EDELÉNYI E. 1975: *A rétegtani osztályozás, nevezéktan és gyakorlati alkalmazásuk irányelvei*. — Magyar Rétegtani Bizottság, Budapest, 32 p.
- GALAMBOS Cs. 2004: Földtani térképek felületi jelei. — *Geodézia és Kartográfia* **56/7**, 16–21.
- GALAMBOS Cs. 2006: Digitális földtani térképek jelkulcsának kidolgozása integrált térinformatikai alkalmazások számára. — *Kézirat, Doktori (PhD) értekezés*, ELTE Földtudományi Doktori Iskola, Budapest, 139 p.
- GALAMBOS, Cs. 2009: Development of color signs and projections of the Hungarian archive geological maps. — *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica* **44/1**, 131–140. <https://doi.org/10.1556/ageod.44.2009.1.13>
- GALAMBOS, Cs. 2019: Estimation of projection and datum metadata of the early country maps of Hungary. — *AUTH CartoGeoLab* **14**, 268–274.
- GALAMBOS Cs., NÉMETH, K., TIMÁR, G. & BERECKZI, L. 2019: Change of map representation of volcanic rocks of Balaton Highland (Hungary, Europe) from 19th century to nowadays. — *Geoscience Society of New Zealand miscellaneous publication* **152**, p. 202.
- GYALOG L. & SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.) 2005: *Magyarország földtani térképe, M=1:100 000*. — Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.
- HADINGER, W. 1845: *Geognostische Übersichtskarte der österreichischen Monarchie, M=1:864.000*. — Térkép, 9 db. könyvatos szelvény.
- HAUER F. 1867: Geologische Uebersichtskarte der österreichische Monarchie. — *Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt* **17/1**, 1–2.
- HAVAS G. 2005: Földtani térképek publikálása internetes környezetben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004*, 167–174.
- HOFSTÄTTER, E. 1989: *Beiträge zur Geschichte der österreichischen Landesaufnahmen, I. Teil* — Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 196 p.
- HUBMANN, V. B. & CERNAJSEK, T. 2005: 175 Jahre geologische Karte der Steiermark. — *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark* **134**, 5–22.
- INKEY B. & SCHMIDT S. 1880: Titkári közlemények. — *Földtani Értesítő* **1/1–8**, p. 149.
- JANKÓ A. 2001: A második katonai felmérés. — *Hadtörténeti Közlemények* **114**, 103–129.
- JANKÓ A. 2007: *Magyarország katonai felmérései*. — Argumentum, Budapest, 196 p.
- MKFI [Magyar Királyi Földtani Intézet] 1911: *A Magyar Kir. Földtani Intézet Könyvtárának betűrendes címjegyzéke valamint a térképeknek és rajzbeli ábrázolásoknak földrajzilag csoportosított jegyzéke*. — Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest, 450–469.

- PENTELENYI A. & SIKHEGYI F. 2012: Hazai földtani térképeink topográfiai alapjai. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2010*, 81–95.
- STAUB M. & SZONTAGH T. (szerk.) 1886: A magyar bizottság jelentése a geológiai nomenclatura és térképjelzések egyveretősége ügyében a nemzetközi geológiai kongresszus harmadik ülészakára (Berlin, 1885). — *Földtani Közlöny* **16**, 30–39.
- TIMÁR G., 2007: A ferrói kezdőmeridián. — *Geodézia és Kartográfia* **59/12**, 3–7.
- TIMÁR, G., MOLNÁR, G., SZÉKELY, B., BISZAK, S., VARGA, J. & JANKÓ, A. 2006: *Digitized maps of the Habsburg Empire – The map sheets of the second military survey and their georeferenced version*. — Arcanum, Budapest, 59 p.
- TURCZI G. 2005: Földtani térmodell építése — adatbázisok az intra- és interneten. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004*, 125–130.
- VITÁLIS GY. 1992: A Magyar Állami Földtani Intézet kiadásában és kiadványaiban megjelent archív földtani térképek 1869–1919. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1990. évről*, 637–651.
- Kézirat beérkezett: 2019. 07. 08.

A hazai földtani szakigazgatás története

HÁMOR TAMÁS

Európai Bizottság, Közös Kutatási Központ

The history of the geological administration in Hungary

Abstract

The institutional geological public administration has been existing for 170 years in Hungary, supporting the central government for the very beginning, and since the mid twentieth century, it has been part of the public administration as an independent competent professional authority. The ratio and thematics of the authority and co-authority scope and sphere changed continuously, as well as the name, structure and legal status of the entities in question. This latter also reflects the evolution of the broader political context. The dilemma of central vs. de-centralised public administration presents all along its history in Hungary. Nevertheless, in case of the geological authority which requires and involves a significant information and knowledge base, the weakening work relations and communication between the first-instance and the second-instance geological authorities, and the decreasing capacities in information service, may endanger the effective and client-friendly good governance. Due to the transposition of the relevant Community legislation of the European Union and the successful professional legislation making in Hungary over the last few decades, the embedding of geology into national legislation is good, it has been increasing until 2008–2012. The safeguarding of this good practice and maintaining the institutional implementation framework can be a rational political objective.

Keywords: geological authority, geological public administration

Összefoglalás

Az intézményesített földtan 170 éve van jelen Magyarországon, a kezdetektől fogva támogatva az államigazgatást, majd a 20. század közepétől külön hatóságként a hazai közigazgatást. A hatósági és szakhatósági jogkörök aránya és tematikája folyamatosan változott, csakúgy, mint a kérdéses intézmények neve, szervezete és jogállása. Ez utóbbi jól tükrözi a tágabb politikai kontextus időbeli változásait is. A centralizáció–decentralizáció dilemmája végig jelen van a hazai közigazgatás történetében, azonban a földtan esetében, amely jelentős adat- és információigényű, az első és másodfokú földtani hatóság kommunikációjának és munkakapcsolatának gyengülése, az információszolgáltatási képességek csökkenése nehezítheti a hatékony és ügyfélbarát „jó kormányzást”. A földtan jogszabályi „beágyazottsága” az elmúlt évtizedek szakmai jogalkotói munkájának és az Európai Unió vonatkozó közösségi joga átültetésének köszönhetően jó, 2008–2012-ig folyamatosan nőtt. Ezt és a végrehajtás intézményi eszközrendszerét megővni ésszerű szakpolitikai cél lehet.

Tárgyszavak: földtani hatóság, szakigazgatás, közigazgatás

Bevezetés

Az elmúlt két év a hazai földtanban két évfordulót is hozott, 2018-ban lett 170 éves a Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) és 2019-ben lett volna 150 éves a Földtani Intézet. Az elmúlt két-három évben teljeseedett ki a magyar közigazgatás sokadik reformja is, amely jelentős hatással bír a földtani intézményrendszerre és szűkebb értelemben a földtani hatóság hatáskörére és szervezeti rendjére.

A fenti aktualitásoktól is indítva, jelen tanulmány bemutatja a földtan és a földtani intézményrendszer múlt- és jelenbeli szerepét a magyar közigazgatásban, és a fontosabb közelmúltbeli időkvívágatokban röviden elemzi a mindenkori földtani hatóság hatásköreit. A dolgozat kísérletet tesz a szakma jogszabályi meghatározottsága változásainak kvantitatív jellemzésére és a hatásköri tematikák történelmi trendjeinek vázolására. Az intézményi átszervezések időbeli dinamikájából a tágabb közigazgatási és politikai

kontextusra is megpróbál következtetéseket levonni a szerző. A földtani hatóság szervezetében és hatáskörében többször is összefonódott a bányászati szakigazgatással, de ez utóbbinak a bemutatása nem a tanulmány tárgya. Ezt számos kitűnő szerző megtette már (Izsó 2010, 2019; NÉMETH 1993; TÁRKÁNY SZÚCS et al. 1970; VÖRÖS et al. 1985, ZSÁMBOKI 1982; ZSARNAI 1986), ezért a cikk kivonatossan utal erre a kapcsolatra. A szűkebb földtanon belül nagy hagyománya van a szakmatörténeti munkáknak (pl. BREZSNYÁNSZKY 2019, HÁLA 1994, HÁMORNÉ VIDÓ 2002), és az egyes földtani hatóságokról is születtek monografikus művek (pl. MORVAI 1992), de teljes tanulmány eddig nem foglalkozott a földtani szakigazgatás 170 évével.

A jogszabályok hazánkban gyakran módosulnak, ezért a részletes hatásköri listák bemutatására a cikk terjedelmi okokból nem vállalkozhat. A 20. század végéig terjedő időszakot részletesen bemutatják BÖCK & SZONTAGH (1900), VENDL (1958), FÜLÖP & TASNÁDI KUBACSKA (1969), ZELENKA (1993), DUDICH (1994), HÁLA (1994), HÁMOR (1996), és HÁMOR & REZESSY (1997) munkái.

A földtan társadalmi és politikai elfogadottságában és nemzetgazdasági hasznosulásában különös jelentősége van jogszabályi és közigazgatási beágyazottságának. A szerző az elmúlt 35 évben e meggyőződésében munkálkodott, és ajánlja e munkát mindazon kollégáknak, akik osztották e nézeteit és támogatták ez irányú erőfeszítéseit.

Módszertan

A történelmi áttekintés elsősorban szakirodalmi kutatáson alapul, valamint a Wolters Kluwer kiadó Corpus Juris Hungarici történelmi jogtárának szókeresési szolgáltatásával kinyert adatokon. Az egyes időkivágatok egykori földtani hatásköri listáinak kigyűjtését a Wolters Kluwer kiadó jogtára „időgép” funkciójának használata tette lehetővé. Ugyancsak ez a szolgáltatás, valamint a Nemzeti Jogtár (njt.hu) volt alkalmas a „földtan”, „geológia”, „ásvány” tárgyszavak évek szerinti lekeresésére.

Az európai kitekintésben a szerző saját munkáira (HÁMOR 1999, 2004, 2014b, 2016) és az EU Nyersanyag-információs Rendszerének szolgáltatásaira (<https://rmis.jrc.ec.europa.eu/>) támaszkodott.

Eredmények

Történeti áttekintés

Az előzmények (1848-ig)

A földtan története a 18. századig egybeforrt a bányászat történetével (FÜLÖP 1984). A magyar bányajog történetét TÁRKÁNY SZÚCS et al. (1970) és ZSÁMBOKI (1982) munkái részletesen tárgyalják. A bányászatot számos különböző szintű írásbeli rendelkezés szabályozta szinte a honfoglalástól, a Miksa-féle bányarendtartás (1573) volt az első egységes „bányatörvény” 1854-ig. 1790 és 1844 között több

kísérletet tettek az országos bányatörvény létrehozására. Az 1843/44. évi országgyűlés törvényjavaslatként tárgyalta a bányatörvényt, amelyet mindkét ház elfogadott, de a király nem szentesítette.

1854-től 1945-ig az ipari fejlődést hatékonyan szolgálta a 173. számú császári nyílt parancssal kibocsátott osztrák általános bányatörvény, amelyet módosításokkal 1945-ig, formailag egészen 1960-ig alkalmazni kellett. A legfontosabb „fenntartott ásványok” kutatását és kitermelését csak engedély alapján lehetett végezni. Ez az első olyan jogszabály, ahol a földtani kutatás, ha nem is ilyen néven, de elkülönítetten megjelenik. Ez időben bányajogunk további jogforrását adta az 1911. évi VI. tc. az ásványolajfélékről és a földgázról és az 1911. évi VII. tc. a káliumsókról, mely ásványi nyersanyagokra az állam kizárólagos bányászati jogot biztosított magának, de lehetővé tette, hogy a kormány a parlament jóváhagyásával a kutatás, kitermelés és értékesítés jogát meghatározott időre, meghatározott feltételek mellett másokra is átruházhassa.

A földtani közigazgatás kezdetei (1848–1945)

A földtan mint önálló tudomány kialakulása a 18. századra tehető. Az 1735-ben alapított selmezbányai „Berg Schola”-ban a kezdetektől oktattak ásvány-kőzettani és bányaföldtani ismereteket, a geológiának a rendszerbe foglalását A. G. WERNER freibergeri tanárnak tulajdonítják, aki 1780-tól tartott előadásokat „geognosia” néven. Európában sorra alakultak a földtani tudományos társaságok (Anglia: 1807, Franciaország: 1830, Skócia: 1834, Németország: 1848), majd megalapították az első állami földtani kutató intézeteket (Anglia: 1835, Kanada: 1841, India: 1846, Ausztria: 1849).

Magyarország kis késéssel követte az európai példát (VENDL 1958). A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1847. évi nyolcadik soproni vándorgyűlésén elfogadták ZIPSER KERESZTÉLY András javaslatát, aki önálló „földismeit” és bányászati egyesület alapítását szorgalmazta. A Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) alakuló programját 1848. január 3-án Videfalván írták alá, de az első Közgyűlésre az 1848–49. évi szabadságharc miatt nem került sor. A program fő pontja volt az ország hasznosítható ásványi nyersanyagainak felkutatása, a haza földtani térképének elkészítése, ásvány-kőzettani és őslénytani gyűjtemény létrehozása a Nemzeti Múzeumban, a magyar föld történetének megismerése. 1849. december 1-én kezdte meg működését a bécsi Cs. K. Birodalmi Földtani Intézet, amely a birodalom területének földtani megismerését tűzte ki céljául. E feladat megkívánta a meglévő (pl. Tirol, Voralberg) földtani magánegyletek közreműködését és újak alakítását is. Az 1856-ban elfogadott új alapszabály révén az MFT tudományos kapcsolata a bécsi intézettel ezután lett szorosabb. Az MFT megalakulása után eltelt húsz év alatt bebizonyosodott, hogy az esetleges és területileg szétszórt kutatások nem teljesítik az alapításkori célokat. SZABÓ József (az MFT titkára), ZSIGMONDY Vilmos bányamérnök és FEST Imre államtitkár GOROVE István m. kir. földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi miniszternek referáltak, aki 1868. január 16-dikán felkérte a Társulatot javaslat kidolgozására. A M. Kir. Földművelés-, Ipar- és Kereskedelemügyi Minisztérium keretében 1868 júliusától

1869. június 18-ig elkülönült Magyar Királyi Földtani Osztály működött.

Ez utóbbi napon Ferenc József aláírta a Magyar Királyi Földtani Intézet alapításáról szóló oklevelet, amelynek alapszabálya a következő célokat tűzte ki:

„a) a magyar korona országainak részletes földtani felvétele és e felvétel eredményének a tudomány, a földművelés és az ipar igényeinek megfelelő módon való megismertetése,

b) a magyar államterület általános és részletes földtani térképeinek készítése és kiadása,

c) a magyar államterület földtani alkotásában résztvevő képződményeket és az azoknak jellegét előtüntető kőzet és őslénytani gyűtemények felállítása,

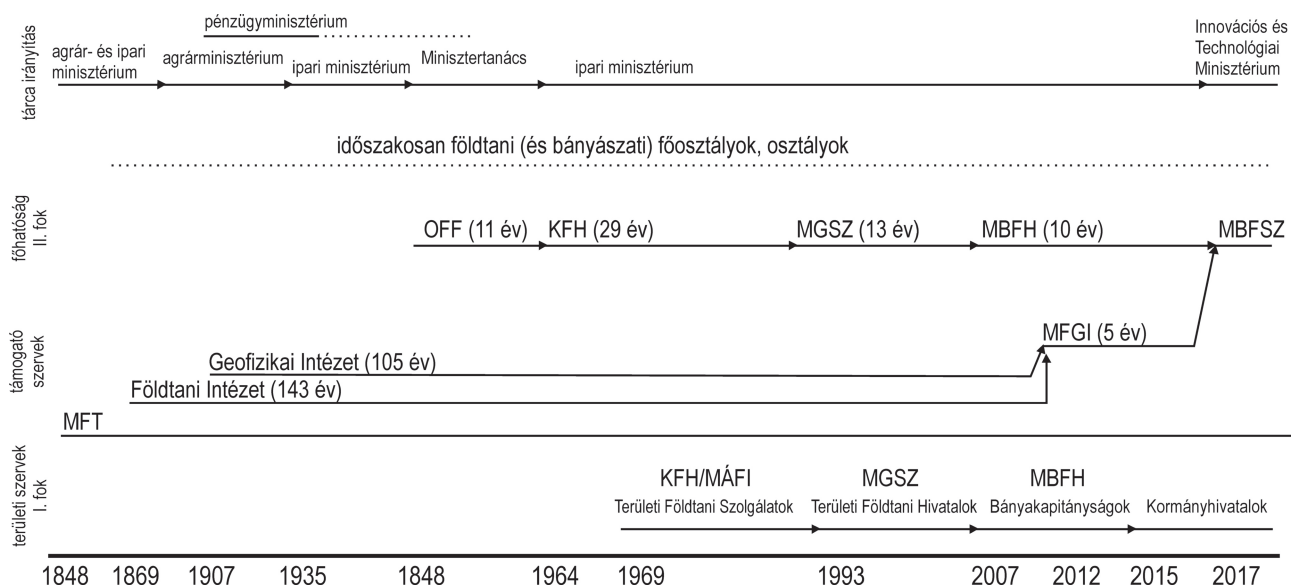
d) talaj, ásvány és kőzet vegyelemzése mezőgazdasági, bányászati és ipari tekintetben”.

A működési szabályzat előrevetíti a földtan államigazgatási szerepét: „Ezen rendes felvételeken kívül valamely minisztérium, vagy kincstári bányászati hatóság megkeresésére egyes bányászati, vagy más ipari tekintetben közgazdasági fontossággal bíró vidékek földtani átkutatása, a miniszter engedelmére alapján, az intézet által megtörténhetik, ha a felvételek rendes sorának megtartása mellett ezen vidékek földtani felvétele csak későbbi időben várható volna.” A Földtani Intézet és a bányakapitányságok „összes bel- és személyzeti ügyeit” a Földművelés-, Ipar- és Kereskedelemügyi M. Kir. Minisztérium Bányai Osztálya látta el. A földtani kutatások költségeinek állami fedezetéről az 1885. évi XIV. törvénycikk intézkedett: „Minden szabadkutatás (zárt kutatómunka) után felügyeleti illetmény fizetendő.” Ennek célja volt a bányagazdálkodás költségeinek fedezése és „a nem komoly célú bányászat mérséklése”.

Az MFT tevékenysége megerősödött a Földtani Intézet megalakulásával, és a rivalizálás helyett együttműködés alakult ki. Az MFT soha nem épült be az államigazgatási hierarchiába, de többször látott el országos jelentőségű feladatokat kormányzati megbízásból. Így az MFT hozta létre az első földrengés-megfigyelő hálózatot a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) támogatásával 1881-ben, többször nyilvánított szakvéleményt kormányzati megkeresésre közérdekű ügyekben, és egy időszakban az MFT adott ki földtani szakértői engedélyeket.

A Földtani Intézet történetét BÖCKH & SZONTAGH (1900), FÜLÖP & TASNÁDI KUBACSKA (1969), DUDICH (1994), HÁLA (1994) és BREZSNYÁNSZKY (2019) munkái részletesen tárgyalják, ezért e dolgozat csak a tárgy szempontjából fontos mozzanatokat emeli ki. A földtani szakigazgatás szereplőinek történeti áttekintését az 1. ábra adja. HANTKEN Miksa igazgatósága alatt sor került a nagyberuházások földtani megalapozására, pl. az ebben az időben épült 4000 km vasútvonal nyomvonalának földtani megalapozására. A századvégi gazdasági fellendülés az intézettől kért szakvélemények ugrászerűen megnövekedett számában is tükröződött. Így készült például a budai keserűvíz források csoport védőterületéről és Pécs város vízellátásáról szakvélemény.

1882–1908 között, BÖCKH János igazgatósága alatt a tevékenység jelentősen fejlődött és egyben differenciálódott. Az 1885. évi XXIII. vízjogi törvény hatósági szakértői jogkörrel ruházta fel az intézetet. A gyógy- és ásványvizek védelme, a vízellátási problémák megoldása, az artézi kutak létesítésének engedélyezése és szakszerű telepítése ügyekben megszorodtak a megkeresések (káposztásmegyéri, dunakeszi és fóti vízművekről készített szakvélemények).



1. ábra. A hazai földtani intézmények államigazgatási szerepkörrel, történelmi áttekintés (az időlépték torzított)

KFH: Központi Földtani Hivatal, MÁFI: Magyar Állami Földtani Intézet, MBFH: Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, MBFSZ: Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, MFT: Magyarhoni Földtani Társulat, MGSZ: Magyar Geológiai Szolgálat, OFF: Országos Földtani Főigazgatóság

Figure 1. A historical review of geological entities with role in public administration in Hungary (the time scale is distorted)

KFH: Central Office for Geology, MÁFI: Geological Institute of Hungary, MBFH: Mining and Geological Office for Hungary, MBFSZ: Mining and Geological Survey of Hungary, MFT: Magyarhoni Földtani Társulat, MGSZ: Geological Society of Hungary, OFF: National Directorate General Geology

Az intézet fontos szerepet vitt a kőolajkutatásokban, mert állami támogatást a kőolajkutató társaságok az intézet pozitív szakvéleménye birtokában kaphattak. Intézeti feladat volt a kutató létesítmények ellenőrzése is. Budapest környékén ekkor vizsgálták meg a környező községek földtani építésalkalmasságát, amely a mai agglomeráció alapjait képezi. Ugyancsak szakvéleményezték a főváros lejtőcsuszamlással veszélyeztetett építési körzeteit.

A filoxérajárvány után az intézet feladata lett a szőlőtelepítésre alkalmas immunis talajú területek kijelölése. 1890-ben a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával felállították az agrogeológiai osztályt (Agronóm Geológiai Osztály). 1885-ben jelent meg a „*Mű- és építőipari tekintetben fontosabb magyarországi kőzetek részletes katalógusa*” és „*Az agyag, üveg, cement és ásványfesték iparnak szolgáló magyarországi nyersanyagok részletes katalógusa*”, amelyek a mai ásványvagyony-nyilvántartás első kezdeményei. Kiadásra került „*A magyar korona országainak területén létező kőbányák ismertetése*”, amely az első hazai bányakataszter. Kapcsolat épült ki a Folyammérnöki és Kultúr-mérnöki Hivatalokkal és Iparkamarákkal. 1890-től vált el az ipari és kereskedelmi tárca a földművelésügytől, és a bányászati szakigazgatás az előbbihez került.

A századfordulótól megnőtt a Pénzügyminisztérium megkereséseinek a száma, főként a kőolajkutatás tekintetében. 1908-ban id. LÓCZY Lajos igazgatósága alatt az alkalmazott földtani tevékenység növekedése megkövetelte a gyakorlati geológiai osztály felállítását.

1907-ben megalakul EÖTVÖS Loránd geofizikai kutatócsoportja, amely a Vallás és Közoktatásügyi Minisztérium 28762/1907. sz. határozata szerint évi 60 000 koronát kapott az állami költségvetésből a „*báró Eötvös Loránd-féle csavarási ingakísérletek támogatására*”. Ezzel párhuzamosan az Országos Meteorológiai és Földmágnességi Központi Intézet átadta földfizikai feladatait a csoportnak, és EÖTVÖS Loránd halála után, 1919. november 18-tól a kutatócsoport a műszerekkel egyetemben átkerült a Pénzügyminisztérium Bányakutató Osztályához. 1910-ben a Pénzügyminisztérium Bányaföldtani Osztályt állított fel, amely elsősorban az állami monopóliumot képező kőolaj, földgáz, kősó és kálisó kutatásával foglalkozott. Az intézet felmérte Magyarország kőszén- és érckészletét, amely 1916-ban jelent meg. Fontos volt az intézet szakhatósági szerepében az 1913. évi „*A vízjogról szóló törvény kiegészítéséről és módosításáról*” kiadott XVIII. sz. törvénycikk és az annak végrehajtása ügyében kiadott 1200. sz. FM-rendelet, amelyek meghatározták az intézet hatósági szakértői szerepkörét, és az artézis-kút fúrásokat és a vízművek védőterületeinek kijelölését földtani szakértői javaslattól tették függővé. Ez a hidrogeológiai szakértői tevékenység az 1960-as évekig jelentős mértékű feladatot jelentett.

A Tanácsköztársaság idején az intézet a Földművelésügyi Népbiztosság felügyelete alá tartozott. A vízföldtani szakvéleményezés (pl. lillafüredi, debreceni, szombathelyi vízkutatás) és a mérnökgeológiai kutatások (budapesti földalatti fejlesztési terve) az első világháború után is változatlan intenzitással folytak.

1929-ben BÖCKH Hugó a Földtani Intézet igazgatóságát államtitkári (!) rangban átvéve első lépésként a Pénzügyminisztérium Bányaföldtani Osztályát az intézetbe olvasztotta. Kijelölte a feladatokat: az intézet egyik része a Pénzügyminisztérium által meghatározott feladatokon, a másik a Földművelésügyi Minisztérium által előírt agrogeológiai feladatokon dolgozott, a harmadik csoport pedig a tudományos jellegű munkákat végezte. Megszervezte a Földtani Tanácsadó Bizottságot, amelynek feladata az éves kutatási tervek véleményezése volt. Az ő és utóda, ifj. LÓCZY Lajos igazgatósága alatt teljesedett ki az ásványi nyersanyagkutatási tevékenység, és folytatódtak a gyakorlati geológiai kutatások. Az intézetben megszervezték a vízügyi nyilvántartást.

Jellemzi az intézet állami elismertségét, hogy igazgatója a Székesfővárosi Törvényhatósági Bizottság tagja (1920. évi IX. törvénycikk) és az 1927. évi XIII. tc. értelmében alakult Országos Ösztöndíjtanács tagja volt. Az 1929. évi XI. tc. a múzeum-, könyvtár- és levéltárügy némely kérdéseinek rendezéséről tárgyi hatályában nevesíti a földtani és őslénytani ásatásokat. Az 1935. évi IV. tc. 217 §-a rendelte el a Természetvédelmi Tanács felállítását, amelynek a 4235/1949. (IX. 15.) MT-rendelet szerint tagja volt az intézet igazgatója is.

A földművelésügyi miniszter a pénzügyminiszterrel egyetértésben a 74477/1930. II. 4. sz. rendeletében kimondta, hogy a bányászati kutatások programját évenként a Pénzügyminisztérium Bányászati Főosztálya az intézet javaslatának figyelembevételére alapján terjeszti a pénzügyminiszter elé. 1935 júliusában megalakult az Iparügyi Minisztérium X. osztálya, amely az első földtani főhatóságnak is tekinthető. A Pénzügyminisztériumtól ide kerültek a bányászati kutatások, a Geofizikai Intézet és az ekkor a Kereskedelemügyi Minisztérium irányítása alatt álló kutatások is (kaolin, tűzálló agyagok stb.).

Ennél a történelmi időszaknál meg kell említeni az 1825-ben megalakult Magyar Tudományos Akadémiát. Az MTA-n a földtan bevezetése SZABÓ Józsefhez fűződik, aki az első geológus akadémikus volt a Matematikai, Természettudományi és Orvostudományi Osztályon. SZÁDE CZKY-KARDOSS Elemér közbenjárására 1965-ben a Műszaki Tudományos Osztályból vált ki az MTA X. Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya (1990-től az MTA X. Földtudományok Osztálya), amelyet gyakran bevontak a jogszabály-előkészítés tárcaegyeztetési eljárásaiba, és számos állásfoglalást adott kormányprogramokhoz, koncepciókhoz.

Az átszervezések és államosítás időszaka (1945–1964)

A II. világháborút követően az 12.200/1945. MB-rendelet és az 1946. évi XIII. törvény alapján a szénbányászat, az 1948. évi XIII. törvény alapján a bauxitbányászat, a bányászat többi ágazata pedig az 1948. évi XXV. és az 1949. évi 20 tvr. alapján került államosításra. Az 1949. évi XX. törvény az Alkotmány kimondta, hogy „*a föld méhének kincsei és a bányák az egész nép vagyonaként az állam tulajdonát képezik*”. Az új, egységes magyar bányatörvény

előkészületei 1957-ben indultak meg, az Országgyűlés 1960. évi III. törvényként fogadta el. A bányászat műszaki felügyeletét, a bányászat által veszélyeztetett állampolgári érdekek, a bányavagyon és részben az ásványi nyersanyagok védelmét az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség látta el. Emellett alakultak meg az első fokú eljáró kerületi bányaműszaki felügyelőségek, amelyek területi illetékesége különbözött a megyei tagolástól, de bizonyos ügyekben egyes felügyelőségek országos hatáskörrel is rendelkeztek.

Ezeket az éveket a közigazgatásban a kapkodás, a végrehajthatatlan jogszabályozás, a kérészéletű karrierök és intézmények jellemezték. Az időszakkal foglalkozó kutatók munkáját egymásnak ellentmondó annalesek, titkos kormányhatározatok és fantom intézmények nevei nehezítik. A 9677/1947. GF. sz. határozat (GF HT 1947. XI. 26. 2. sz.) javasolta a Központi Talajkutatási Intézet felállítását az Iparügyi Minisztérium főhatóságával. Ezt az IpM Bányászati és bányászati kutatási osztálya, a Pénzügyminisztérium Jövedéki mélykutatási ügyosztálya, a Földtani Intézet (az agrogeológia kivételével) és a Geofizikai Intézet összevonásával kellett volna létrehozni, amely terv nem valósult meg. Egy éven át „létezett” a Tőzegkutató Intézet a Földtani Intézet keretén belül, amelyet az 1060/1948. GF. sz. határozat (GF HE 1948. V. 20. 20. sz.) 1948. július 1-i hatállyal hozott létre, és a 795/1949. GF sz. határozat (GF HT 1949. IV. 7. 14. sz.) szüntetett meg beleolvadással az akkor alakult Bányászati Kutató Intézetbe (KBFI). 1948. augusztus 1. után a Földtani Intézet főfelügyeletét széles hatáskörrel (földtani kutatás, vízügy, felszíni és mélyépítészeti létesítmények stb. tekintetében) az Iparügyi Minisztérium IV/2. Bányászati osztálya látta el. A 9050/1948. (IX. 5.) kormányrendelet ekkor a bányászatot, a bányászati kutatást és tőzegkitermelést az iparügyi miniszter egységes irányítása alá helyezte. Rendelkezett továbbá a Talajtani Intézet létrehozásáról, amely a Földtani Intézetből vált ki és maradt a földművelésügyi miniszter felügyelete alatt (végül Agrokémiai Intézet néven alakul meg 1949-ben). Intézkedett a rendelet a Bányászati Kutatási Tanács felállításáról, amelyben véleményezési és javaslattevési joggal a Földtani és a Geofizikai Intézet delegáltja is részt vett. Az 1946. évi XIII. törvénycikk szerint a Földtani Intézet igazgatója az Országos Szénbányászati Szaktanács tagja volt.

A 3600/1949. (IV. 23.) sz. kormányrendelet még ipari kutató intézetekként említi a Földtani és a Geofizikai Intézetet. Az ezt módosító 4147/1949. (VII. 13.) sz. kormányrendelet azonban mindkét intézetet a Földtani és Bányászati Kutatási Központba vonta össze. A Nehézipari Minisztérium felügyelete és az MTA tudományos irányítása alatt működő szervezet ügykörébe tartozott a földtan és a bányászat terén a kutatások összehangolása. 1950-től a földtani főfelügyeletet a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium (BEM) Földtani Főosztálya látta el. A bánya- és energiaügyi miniszter 30/1951. (I. 7.) BEM-rendelete az altalajkutató, mélyfúró, bányakutató és feltáró műveletekkel kapcsolatos adatszolgáltatásról értelmében minden vállalat köteles volt a tevékenysége során nyert földtani és műszaki adatokat a Földtani Intézet részére megküldeni.

1953-ban a kormány megszüntette a BEM Földtani Főosztályát, és felállította az Országos Földtani Főigazgatóságot (OFF), amely nagyobb önállóságot kapva a Minisztertanács alatt országos hatáskörű szervként látta el kibővített feladatkörét: az országos nyersanyagbázis vonatkozásában a koordinációs tevékenységet, a földtani és geofizikai kutatások irányítását és az ország ásványvagona feletti ellenőrzést (1024/1955. (II. 20.) MT-rendelet, 1051/1956. (VI. 3.) Mt-határozat). Az átszervezés azonban még ugyanabban az évben folytatódott. A BEM-t beolvastották a Nehézipari Minisztériumba, és az Országos Földtani Főigazgatóság önállóságát megszüntetve a Nehézipari Minisztérium Földtani Igazgatósága néven szervezték át. 1954-ben azonban az igazgatóság már a Szénbányászati Minisztérium alá tartozott.

Ez idő alatt a körülményekhez képest zavartalanul folyt a Földtani Intézetben a szakvéleményezési munka. Elkészült a mélyvezetési Budapesti Földalatti Vasút mérnökgeológiai tervezése, a dunai vízierőmű hidrogeológiai vizsgálata és 1953 végén 33 kötetben az országos nyersanyagkataszter, a jelenkori éves ásványvagon nyilvántartás alapja.

Az 1024/1955. (II. 20.) MT-határozat az OFF 1955. február 1-jei hatályú (ismételt) felállításáról rendelkezik. Ez, mint országos hatáskörű szerv a Minisztertanács közvetlen felügyelete alá tartozott, a főigazgatót és helyetteseit is a Minisztertanács nevezte ki. Ugyanezen a napon alakult meg az Országos Bányaműszaki Felügyelőség. Az 1051/1956. (VI. 3.) MT-határozat rendelkezik az OFF széles hatósági jogköréről és feladatairól, ez lényegében engedélyezési és végrehajtás ellenőrzési jogkörrel ruházta fel minden földtani és ásványi nyersanyag kutatás tekintetében. Egyben rendelkezett a határozat, hogy az összes 10 méternél mélyebb feltárás létesítését tervezésükkor az OFF-nek be kell jelenteni. A 2204/1955. (IX. 10.) MT-határozat létrehozta az Országos Ásványvagon Bizottságot, amelynek elnöke az OFF elnöke volt. Az 1024/1955. (II. 20.) Mt-határozat létrehozta a Műszaki Tanácsot, amelyet a 2203/1955. (IX. 10.) Mt-határozat Földtani Tanácsra változtatott. Az OFF közvetlenül irányította a Földtani és a Geofizikai Intézetet, valamint a Földtani Kutató és Fúró Vállalatot.

A vízügyi szakhatósági jogkör leválásának első jeleként 1956-ban a Földtani Intézet Vízügyi Osztályától az Országos Vízügyi Főigazgatóság vette át az artézi kút szakvéleményezés feladatkörét. Ugyanakkor a 11/1961. (VE. 8.) EüM–OVF együttes utasítás a közcélú vízvezeték ivóvízellátásra szolgáló víznyerőhelyek védőterületéről és védősávjáról az eljáró hatóságok közt említi első fokon a Földtani Intézetet, másodfokon az OFF-t.

A konszolidáció évei, Központi Földtani Hivatal (1964–1993)

A Központi Földtani Hivatal (KFH) 1964. július 1-én alakult meg az 1013/1964. (V. 4.) kormányhatározattal, amely rögzíti a KFH hatáskörét, szervezetét és működését. A jogszabályban meghatározott feladatok és hatáskör hasonlatos az OFF-éhez, azonban nagyobb hangsúlyt kap az ásványvagon-gazdálkodás. A KFH a Földtani Intézet bevonásával elkészítette az ország ásványi nyersanyagkészlet

mérlegeit, és földtani szempontból ellenőrizte az ásványvagyon gazdálkodási szabályok betartását. A jogszabály felhatalmazza a KFH elnökét a hatáskörébe tartozó ügyekben országos érvényű utasítás kiadására. A KFH országos hatáskörű szervként közvetlenül a kormány alá tartozott, de ezt a felügyeleti jogkört később az 1003/1967. (IV. 22.) kormányhatározat és a 2016/1967. (IV. 22.) kormányhatározat értelmében a nehézipari miniszter gyakorolta. A KFH önálló költségvetési fejezetben gazdálkodott, elnökét a Kormány nevezte ki (1007/1968. (III. 24.) kormányhatározat).

Az Országos Ásványvagyon Bizottság (OÁB) a KFH keretén belül működött, tevékenységét a 2015/1965. (VI. 4.) kormányhatározat módosította, majd 1970-ben átszervezték. Feladata volt jóváhagyni a kutatási programokat, az éves készletmérlegeket, kidolgoztatta a gazdasági értékelés alapjait, állást foglalt bányatelek-módosítási, -bezárási kérdésekben és meghatározta az ásványvagyon-védelem elveit.

A KFH felügyelete alá tartozott a Földtani és a Geofizikai Intézet. A KFH területi szervekkel nem rendelkezett. Kapcsolatot tartott a bányavállalatok földtani szolgálataival. Ezeknek azonban államigazgatási hatásköre nem volt. A 9/1970. (NIM. E. 10.) NIM (Nehézipari Minisztérium) utasítás sorolta fel azokat az állami vállalatokat, amelyeknek kötelező volt földtani szolgálat fenntartása. Itt nemcsak NIM vállalatok, hanem Építés- és Városfejlesztési Minisztérium (ÉVM) és Mezőgazdasági és Élelmezési Minisztérium (MÉM) szervek, sőt a települési tanácsok bányászattal foglalkozó vállalatai is szerepeltek.

A KFH elnöke felügyeleti és ellenőrzési jogkörét a 15/1965. (NIM. É. 30.) KFH-utasítás állapította meg, amelyet az 1007/1964. (III. 21.) kormányhatározat alapján adott ki. Hatósági jogkörét az 1/1968. (VI. 8.) ÁH-rendelet 1. sz. melléklete a földtani kutatással kapcsolatos egyes szolgáltatások tekintetében határozta meg. Az 1/1968. (I. 16.) kormányrendelet a KFH elnökét felhatalmazta gazdasági bírság kiszabásának indítványozási jogával. A KFH elnöke a 24/1971. (VI. 8.) kormányrendelet felhatalmazása alapján földtani szakértői tevékenységekre jogosító engedélyeket adott ki.

A KFH elnöke vezette a Külföldi Földtani Kutatások Tárcaközi Bizottságát, a Ritkafém Tárcaközi Bizottságot és az Országos Geofizikai Műszerbizottságot. A KFH az 1960. évi bányatörvényben és módosításaiban mint központi földtani hatóság nevesítve volt. A bányatörvény hatálya alá tartozó eljárásokban részt vett szakhatóságként, így például kivett helyen folyó kutatás engedélyezésében, szövetkezeti bányászat engedélyezésében, bányatelek megállapítási eljárásban, bányauzem szüneteltetési és megszüntetési ügyekben. Határozatszerűen adta ki a bányatelepítéshez szükséges megkutatottsági nyilatkozatot, de tényleges hatósági jogköre csak a kutatások engedélyezésében volt.

A KFH az 1960. évi III. törvény a bányászatról és a végrehajtására kiadott 9/1961. (III. 30.) kormányrendelet hatálya alatti tevékenységeken túl szakhatóságként más eljárásokban is részt vett. Az 1964. évi törvény a vízügyről végrehajtási rendelete a 32/1964. (XII. 13.) kormányren-

delet és a 11/1965. (VII. 11.) kormányrendelet a vízgazdálkodásnál és az ásvány, illetve gyógyvízkutatásnál, a 7/1986. (VII. 10.) EüM-rendelet a gyógybarlangok létesítésénél nevesíti a KFH-t szakhatóságként. Ugyanakkor a KFH megalakulása egybeesik a földtani intézmények térvesztésével a vízügyi intézményekkel szemben. 1963-ban az Országos Vízügyi Hivatal átvette a vízkutatás teljes feladat- és hatáskörét, sőt az Országos Vízföldtani Adattárat is.

Az 1980. évi I. törvény az atomenergiáról, valamint a 7/1988. (VII. 20.) SZEM-rendelet az atomerőművi és a radioaktív hulladék elhelyezéssel kapcsolatban nevesíti a KFH-t. Az 1982. évi 4. törvényerejű rendelet a természet védelméről és a végrehajtására kiadott 8/1982. (III. 15.) MT-rendelet a védetté nyilvánítási eljárásban a KFH részvételét írta elő. Az 1976. évi II. törvény az emberi környezet védelméről végrehajtására kiadott 1003/1979. (II. 6.) MT-határozat szerint a KFH elnöke ellátja az alapközet és az ásványvagyon védelmével kapcsolatos tevékenységek ágazati irányítását.

Építésügyet érintett a bányatörvény 49. §-a, hogy a települések területrendezési terveinek megállapításánál a földtani szempontból értékes területeket figyelembe kell venni, sőt szükség esetén területfelhasználási (1/1968. (I. 11.) ÉVM-rendelet), illetve építési (2/1962. [IV. 30.] EM-PM-rendelet) korlátozásokat lehet életbe léptetni. A 7/1986. (VII. 27.) ÉVM-rendelet, majd az ezt módosító 18/1984. (XII. 13.) ÉVM-rendelet a külterületi nyomvonalas létesítmények műszaki nyilvántartásba vonásához szerint az ásványvagyonsvédelmi érdekek megfelelő érvényre juttatása érdekében meg kellett keresni a KFH-t. A gázenergiáról szóló 1969. évi törvény végrehajtására kiadott 1/1977. (IV. 6.) NIM-rendelet 18. (4) szerint gázvezeték-építési tilalom alól az országos ásványvagyonsnyilvántartásban lévő nyersanyagkészletet tartalmazó területre a KFH-val egyetértésben a bányahatóság felmentést adhatott. A 12/1969. (III. 11.) kormányrendelet a földmérési és térképészeti tevékenységről végrehajtására kiadott 6/1969. (III. 11.) MÉM-rendelet 35. §-a a bejelentés köteles földtani és geomorfológiai térképek meghatározásának, és a gravitációs térképek minősítésének jogát telepítette a KFH-ra.

A KFH a működése során kiadott közel száz olyan utasítást, amelyek a földtani kutatás szinte minden aspektusát szabályozták. Ezek a normák beivódtak a hazai földtani és bányászati kutatások gyakorlatába, a mai napig alkalmazzák ezeket, gyakran nem is tudatosan. Ez javarészt FÜLÖP József érdeme, aki 1969 és 1984 között volt a KFH élén.

FÜLÖP József az NDK-ban működő területi földtani szervek mintájára 1969. június 13-i KFH-utasításban rendelkezett „A területi/megyei földtani csoportok feladata és ügyrendje” köréről, majd a 6/1972. (X. 5.) KFH-utasítás a szolgálatok ásványvagyonsgazdálkodási és ásványvagyonsvédelmi feladatait rögzítette. 1969 és 1975 között kialakult a Területi Földtani Szolgálatok rendszere, Salgótarján, Pécs, Veszprém, Sopron, Szeged, Debrecen és Budapest székhellyel, három, illetve két megyére kiterjedő illetékességgel a jelenlegi EU NUTS2 régióknak megfelelő felosztásban. A

szolgálatok a Földtani Intézet keretében működtek, ugyanakkor a KFH területi földtani szerveiként funkcionáltak elsőfokú hatósági, szakhatósági és szakvéleményező jogkörrel. Feladatuk volt a kapcsolattartás a megyei szintű szervekkel, nyilvántartották a területükön felkutatott ásványi nyersanyagokat, évente összeállították az építőipari ásványvagyon-katasztert, ellátták a földtani kutatások felügyeletét, megyei komplex területprognózis térképeket készítettek a megyei településfejlesztés és területrendezés segítőjé. A bányatörvény végrehajtásával kapcsolatos eljárásokban a KFH átruházott hatáskörében a szövetkezeti bányászat területén megkutatottsági nyilatkozatot adtak ki, szakhatósági állásfoglalást adtak bányanyitási és bezárási ügyekben, a szabad területek kutatásai alapján a kitermelések engedélyezéséhez, elbírálták a kutatási zárójelentéseket, és azok ásványvagyonszámítását az OÁB elé terjesztették. Engedélyezték az építőipari ásványi nyersanyagok kutatási kérelmeit, ellenőrizték ezek végrehajtását, részt vettek illetékességi területükön a védetté nyilvánítási eljárásokban, rendezési tervek elfogadásában, hulladéklerakó létesítési engedélyezésekben.

A rendszerváltás utáni évek, Magyar Geológiai Szolgálat (1993–2006)

Az 1990-es politikai és gazdasági fordulatot követően sor került a bányászati és földtani szakigazgatás reformjára is. Az 1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról az ún. nyílt területeken engedély, a zárt területeken koncessziós szerződés alapján teszi lehetővé az ásványi nyersanyagok kutatását és kitermelését. Az első fokú bányahatósági feladat- és hatáskört a bányakapitányságok (Szolnok, Miskolc, Veszprém, Pécs) látták el, az általános másodfokú hatóság a Magyar Bányászati Hivatal (MBH) volt.

A földtani intézményrendszer átszervezésének fókuszában a KFH volt, amely a piacgazdaság bevezetésével „szükségtelenné vált”. Az első javaslatot a Magyar Geológiai Szolgálat (MGSZ) létrehozásáról, feladat- és hatásköréről 1991 márciusában a KFH akkori megbízott elnöke nyújtotta be. Az új szervezet tevékenységi körének lehatárolását TELEKI P. kormánytanácsadó beadványára 1991. november 27-én készítette el az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium (IKM). Eszerint a Földtani Intézet bázisán egy egységes, KFH-t és ELGI-t magába olvasztó Magyar Földtudományi Intézet jött volna létre. A tervezetet szakmai körökben kedvezőtlenül fogadták, ezért az ipari miniszter új koncepció kidolgozását szorgalmazta. Ezt a KBFI igazgatója vetette papírra 1992. január 20-i miniszterhez intézett levelében, a fentiek és a KBFI közalapítványba integrálását szorgalmazva.

A bányatörvény vitái során az Országgyűlés Környezetvédelmi Bizottságában végül sikerült elfogadtatni a Magyar Geológiai Szolgálat felállítására vonatkozó koncepciót. Az MGSZ-t az 1993. június 12-én hatályba lépett 1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról hozta létre, amelynek „A bányászat állami felügyelete” című IV. részében a „Magyar Geológiai Szolgálat” című 48. §-a szerint „Az állam földtani, földtani kutatási feladatait, valamint az ásványvagyon gazdálkodással összefüggő feladatokat, önálló költség-

vetési intézményként, a Magyar Geológiai Szolgálat látja el.” A bányatörvény és a végrehajtására kiadott 115/1993. (VIII. 12.) kormányrendelet további tíz helyen nevesíti az MGSZ-t. 1993. október 14-én lépett hatályba a 132/1993. (IX. 29.) kormány MGSZ statútum rendelet. Az MGSZ Szervezeti és Működési Szabályzatát az ipari és kereskedelmi, valamint a környezetvédelmi és területfejlesztési miniszter közösen hagyta jóvá.

Az MGSZ önálló feladat- és hatáskörrel rendelkező központi hivatal volt, amelynek keretében működött a Földtani Intézet és a Geofizikai Intézet részben önálló gazdálkodású költségvetési kutatóintézetként, a gazdasági ügyeket a közös Gazdasági Hivatal végezte. A főigazgató mellett a tárcák képviselőjében Földtani Tanács működött. A Földtani és a Geofizikai Intézet Adattáraiból az MGSZ Információs Központját alapították meg. A Földtani Intézet Területi Földtani Szolgálati pedig az MGSZ Területi Hivatalai lettek változatlan területi illetékességgel.

A statútum szerint: „A földtani szakhatósági jogköröket első fokon a Magyar Geológiai Szolgálat területi hivatalai, másodfokon a Magyar Geológiai Szolgálat Központi Hivatala látja el.” A Központi Hivatalt végül nem hozták létre, helyette Szakhatósági Főosztály alakult. Az MGSZ sajátos alakulat volt a hazai közigazgatás palettáján, egy hatóság, amely jellegében inkább szakhatóság volt, az engedélyezési eljárások döntő hányadában szakhatósággént vagy szakvéleményezőként vett részt. Tényleges hatósági hatásköre volt az Országos Ásványvagyon Nyilvántartása, amelynek azonban nem volt meg a „közhitelűség” minden attribútuma; a földtani és geofizikai adatok gyűjtése és szolgáltatása; a földtani szakértői engedélyek kiadása; valamint 1997-től a nukleáris létesítmények alkalmasságának vizsgálatára irányuló földtani kutatások engedélyezése.

Az MGSZ megalakulásával egyidejűleg megalakuló MBH-hoz került a KFH nyersanyagkutatást és kitermelést felügyelő jogköre, nem kis részben ESZTÓ Péter elnök érdekérvényesítő képességének köszönhetően: „Ahol a jogszabály a Központi Földtani Hivatal vagy a területi földtani szolgálat hatósági vagy szakhatósági jogkörét jelöli meg, ott az ásványi nyersanyagok kutatása, feltárása és kitermelése, valamint az ásványi nyersanyag-gazdálkodás és -védelem vonatkozásában a Magyar Bányászati Hivatalt, illetve elsőfokú szerveit (kerületi bányakapitányságok) kell érteni.” A szakhatóság hatásköri spektrumot jól jellemzi az I. táblázat.

Az MGSZ 13 éves története során az eljárások számát tekintve sikeres volt (lásd 2. ábra), a megkeresések száma folyamatosan nőtt, igaz, hogy ez részben a 2008-as válságig tartó gazdasági növekedéssel is magyarázható. Az együttműködés az MBH-val jó volt, bár a „kötelezően bevonandó szakvéleményező” státusz hordozott magában potenciális konfliktust. Az MGSZ-nek jó volt a kapcsolata a két intézettel, a finanszírozási nehézségeket nagyban enyhítette a kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok földtani elhelyezésére irányuló kutatási projektben való részvételük. Ennek kapcsán azonban felvetődött kritikaként a hatóság és a kutatás szervezeti összefonódása mint a piaci versenyt veszélyeztető, összeférhetlenséget jelentő tényező. A nukleáris ágazat terü-

1. táblázat Az MGSZ szakhatósági és szakvéleményezői feladatai

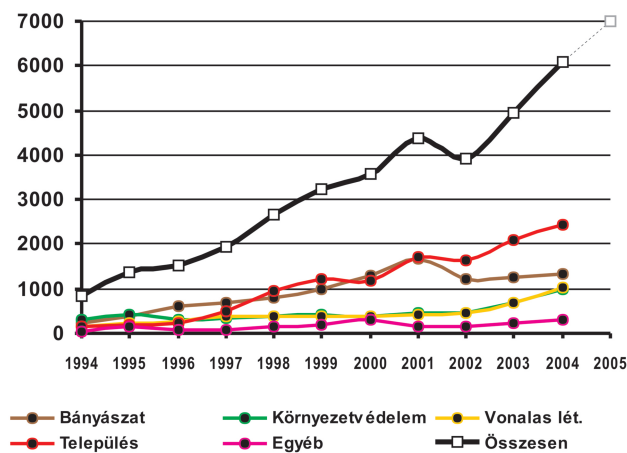
Table 1. The list of co-authority mandates and professional opinion roles of MGSZ

| |
|--|
| Szakhatósági tevékenységről rendelkező jogszabály |
| A külterületi nyomvonalas jellegű létesítmények engedélyezéséhez szakvélemény készítése a 7/1986. (VII. 27.) ÉVM-rendelettel módosított 18/1984. (XII. 13.) ÉVM-rendelet és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet |
| A természeti terület védetté nyilvánítás szakhatósági tevékenysége a természet védelméről szóló 1982. évi 4. tv. és a végrehajtására kiadott 8/1982. (III. 15.) MT-rendelet és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| Atomerőművi és radioaktív hulladékkelhelyezéssel kapcsolatos (elhelyezés, műtárgy létesítése, üzembehelyezése, üzemeltetése, átalakítása, javítása, megszüntetése) szakhatósági eljárás (tervezés, döntéshozatal, engedélyezés) az atomenergiáról szóló 1980. évi I. tv. végrehajtásáról rendelkező 7/1988. (VII. 20.) SZEM-rendelet és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| Az általános rendezési tervek elfogadásának szakhatósági eljárása a 7/1983. (Ép. Ért. 23.) ÉVM utasítás és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| A területgazdálkodási és területfejlesztési tervek kialakításának szakhatósági tevékenysége a területrendezési tervek elkészítésének, egyeztetésének, jóváhagyásának, karbantartásának és módosításának rendjéről szóló 7/1983. (Ép. Ért. 23.) ÉVM-utasítás, valamint a 2/1986. (II. 27.) ÉVM-rendelet Országos Építési Szabályzatról és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| Gyógybarlangok létesítéséhez, fenntartásához, tervezéséhez, átalakításához és megszüntetéséhez szakvéleményező tevékenység a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet és a 7/1986. (VII. 10.) EüM-rendelet |
| Az elismert ásvány-, illetőleg gyógyvíz, továbbá a gyógyászati célú hévíz engedélyezési eljárásához szakvéleményező tevékenység az egészségügyről szóló 1972. évi II. törvény és a végrehajtására kiadott 7/1986. (VII. 10.) EüM-rendelet és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| A területfelhasználási engedéllyel kapcsolatos szakhatósági eljárás a 21/1994. (VI. 29.) KTM-rendelettel módosított 1/1968. (I. 11.) ÉVM-rendelet alapján |
| Telekalakítási eljárásokkal kapcsolatos szakhatósági tevékenység a 21/1994. (VI. 29.) KTM-rendelettel módosított 29/1971. (IX. 29.) ÉVM-rendelet alapján |
| Építési és használatbavételi engedélyezési eljárásokkal kapcsolatos szakhatósági tevékenység a 21/1994. (VI. 29.) KTM-rendelettel módosított 12/1986. (XII. 30.) ÉVM-rendelet alapján |
| Az ásványvagyon-kutatási tervek, munkaprogramok elfogadásához szakvélemény készítése a XLVIII/1993. törvény és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| A bányatelek megállapításával, a bánya tartós szüneteltetésével vagy bezárásával kapcsolatos szakvélemény készítése a XLVIII/1993. törvény és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| Az MBH hatósági jogkörébe utalt földtani feladatokhoz szakvélemény készítése a XLVIII/1993. törvény és a 132/1993. (IX. 29.) kormányrendelet alapján |
| A 100 kV-nál nagyobb feszültségű villamosvezetékek vezetékjogi engedélyezési eljárásában a 17/1968. (IV. 28.) NIM-rendelet alapján szakhatósági állásfoglalás |
| Vasúti építmények engedélyezési eljárásában a 15/1987. (XII. 27.) KM-ÉVM együttes rendelet alapján szakhatósági állásfoglalás |
| A közcélú vízvezeteki ivóvízellátásra szolgáló víznyerő helyek védőterület kijelölési eljárásában a 11/1961. (VE. 8.) EüM-OVF együttes utasítás alapján szakvélemény |
| A környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenységek környezetvédelmi engedélyezési eljárásában szakterületét érintő kérdés felmerülése esetén a 152/1995. (XII. 12.) kormányrendelet alapján szakhatósági állásfoglalás |
| Hulla(dék) temetők, hullaemésztő -vermek és hullaégetők létesítési eljárásában a 28/1981. (XII. 30.) MÉM-rendelet az Állategészségügyi Szabályzat kiadásáról alapján |
| A tájrendezési terv elkészítésére és megalapozását szolgáló kutatásokra vonatkozó finanszírozási igények engedélyezésében a 26/1994. (VII. 14.) KTM-rendelet alapján |

letén ekkoriban született a 170 év talán leghatározottabban földtani követelményeket taglaló jogszabálya (62/1197. [XI. 26.] IKIM-rendelet), ez alapján kapott engedélyt az ország első felszín alatti radioaktív hulladék elhelyezési létesítménye, valamint más nukleáris létesítmények is.

Az 1033/1995. (IV. 28.) és a 1105/1995. (XI. 1.) kormányhatározatok rögzítették a területi közigazgatás re-

formjának fő irányait (VEREBÉLYI 1996). Ezeket továbbiak követték (1027/1996. [IV. 3.] és az 2171/1996. [VII. 10.] kormányhatározat), amelyek nem érintették az MGSZ-t, egészen 2006-ig, amikor a 267/2006. (XII. 20.) kormányrendelet az MGSZ (és a Szénbányászati Szerkezet-átalakítás Központ) MBH-ba történő beolvasztásáról rendelkezett.



2. ábra. Az MGSZ szakhatósági eljárásai számának változása 1994–2005 között
 Figure 2. The time series of the co-authority procedures of MGSZ between 1994 and 2005

Az egyesült bányászati és földtani hatóság, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (2007–2017)

Az MBFH létrejöttének volt közigazgatási, finanszírozási és szakmai racionalitása, de a fúzió veszteségekkel is járt. A földtan és a bányászat történelmileg és szakmailag összetartozó, de az utolsó 100–150 évben a földtan alkalmazási köre számos új területtel bővült, a bányászat érdekeivel szemben állókkal is. Az MBH 2005-től az általa beszédett bányajáradékból finanszírozta magát sikerrel, „felügyeleti díj” jogcímen, míg az MGSZ és intézetei az állami finanszírozás és a piaci bevételek között lavírozva is csak nehezen tudták megőrizni működőképességüket. A földtan az integráció után teljesebb hatósági eszközrendszerrel és talán valamelyest erősebb érdekérvényesítéssel tudott fellépni egyes ügyekben, pl. nyersanyagkutatás, ásványvagyon-gazdálkodás, geotermikus energia kutatás stb. (HÁMOR 2014a).

Az MBFH kezdeti időszakában a jogalkotás expanzív volt, sikerült bevezetni az országos területrendezési törvénybe az „ásványvagyon-gazdálkodási” és a „földtani veszélyforrás övezetek” fogalmát, a bányajogban részletesebb tárgyalást nyert a geotermika, a bányászati hulladék kezelés, az ipari szén-dioxid elhelyezés, a földtani szakértői engedélyek eljárási rendje. Az előbbi tematikák mellett ekkor bontakozott ki az Európai Unióban a közösségi nyersanyag-politika, és a nem hagyományos szénhidrogének problematikája is (HÁMOR 2016). Az MBFH nemzetközi tevékenysége is kibontakozott, számos szakmai bizottságban képviselve hazánkat Brüsszelben, valamint az ENSZ Fenntartható Bizottság Bányászati Munkacsoportjában az Európai Uniót 2011-ben.

Szintén ebben az időszakban vetődött fel a koncessziós pályázatviszavezetése a gyakorlatba, mert az 1998¹-2009 közötti időszak tapasztalatai jelezték, hogy a liberalizált engedélyezés számos hátránnyal jár. Az eltelt kilenc

¹ 1998-ban az MBH elnöke máig vitatott okokból és körülmények között minősítette nyíltá az ország teljes területét minden ásványi nyersanyagra.

év sikeres kőolaj- és földgázkutatásai e döntés helyességét igazolják.

Egy szervezet legnagyobb ereje a humán erőforrása, és e tekintetben az integráció jelentős kárt is okozott. Az MGSZ területi hivatalok területi illetékessége és javarészt székhelye sem egyezett a bányakapitányságokéval, ami számos tapasztalt szakember és vezető önkéntes távozását vonta maga után. A területi hivatalok egyben az MGSZ Információs Központ kihelyezett adatairól voltak, amelyek szintén átkerültek a bányakapitányságokhoz, azonban ezek további gondozása és bővítése már nem mindenütt volt prioritás. Központi szinten ezt az attitűdöt jelezte az Építésföldtani és Geotechnikai Adattár átadása a belügyi tárcának.

Két-három „békeév” után 2010-től ismét változókényebb lett az állami környezet. A tárca portfólió egyszerűsítésével az MBFH a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM) irányítása alá került, amely tartalmában továbbra is az ipari fejlesztést jelentette. Az irányítási koncentráció szervezeti centralizációval és deregulációval is járt. Ezt megelőzendő a Földtani Intézet tett kérészerű kapcsolódási kísérletet a környezetvédelmi tárcához, majd visszakerült az NFM-hez. A 320/2011. (XII. 27.) kormányrendelet pontot tett a folyamat végére a Geofizikai Intézetbe olvasztásával 2012. április 1-jei hatállyal, így jött létre a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI). Az MFGI öt és fél évet ért meg, 2017 június 30-án a 161/2017. (VI. 28.) kormányrendelet alapján beolvadt az MBFH-ba, amelynek neve Magyar Bányászati és Földtani Szolgálatá vált (MBFSZ).

Az intézetek (majd MFGI) együttműködése az MBFH-val jó volt, sőt saját, kvázi szakhatósági feladatokkal is bővült funkciójuk, például a VITUKI megszűnésével 60 év után „visszakerültek” a vízföldtani adatok nyilvántartási feladatai. A koncessziócsomagok tucatjait készítették elő, és javarészt ők gondozták a Ásványi Nyersanyag Készletgazdálkodási és Cselekvési Terv előkészítését is.

A közigazgatási reform 2015-ben újabb lendületet vett, ezúttal a decentralizáció irányába, az EU szubszidiaritás elvének megfelelően, az egyablakos ügyintézés elősegítésére („one-stop-shop”) április 1-jén a bányakapitányságokat integrálták a kormányhivatalokba (Baranya Megyei, Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei, Jász-Nagykun-Szolnok Megyei, Pest Megyei, Veszprém Megyei Kormányhivatalok), és a felügyeleti díj meghatározott része is odakerült. A szervezeti átalakítás tovább nehezítette az első és másodfokú hatóság közötti kommunikációt, volt időszak, amikor ez csak a minisztériumon keresztül volt elvileg folytatható. Ez értelemszerűen nem kedvezett az információigényes földtani hatósági munka hatékony végzésének.

A jelen, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (2017–)

Az MBFH kormányhivatal, bányafelügyeleti és állami földtani feladatköreinek gyakorlásával összefüggésben a törvényességi és szakszerűségi ellenőrzési hatásköröket szakmai irányító miniszterként a — bányászati ügyekért felelős — az innovációért és technológiáért felelős miniszter gyakorolja.

A kormányhivatal bányafelügyeleti hatáskörébe tartozó közigazgatási hatósági ügyekkel összefüggésben meghatározott hatásköröket, a fellebbezés elbírálására jogosult hatóság feladatait az MBFSZ gyakorolja.

A bányafelügyelet hatáskörébe tartozó hatósági ügyekben néhány kivétellel első fokon a kormányhivatal jár el. Az MBFSZ országos illetékességgel jár el, döntése közigazgatási perben támadható meg. Az MBFSZ fontosabb, földtani vagy földtani közreműködést igénylő elsőfokú hatósági jogkörei a teljesség igénye nélkül, (részletesen l. 161/2017. [VI. 28.] kormányrendeletben):

- szénhidrogének felszín alatti tárolására bányatelek megállapítása,
- szén-dioxid geológiai tárolásával összefüggő hatósági eljárások,
- geotermikus védőidom kijelölése és ehhez kapcsolódó nyilvántartás,
- földtani szakértői nyilvántartás,
- kutatási területek, bányatelkek, mélyfúrások, bányászati hulladékkezelő létesítmények nyilvántartása,
- ásványi nyersanyag és geotermikus energiavagyon nyilvántartás vezetése, és az ebből történő igazolás kiadása,
- földtani adatszolgáltatások kezelése.

Némi elhanyagolással, ez a lista jobban emlékeztet az egykori MGSZ hatásköreire, mint a közvetlen jogelőd MBFH-éra.

Az MBFSZ Szervezeti és Működési Szabályzatát a 37/2019. (X. 4.) ITM utasítás rögzíti.

Diszkusszió

A tárgyilagosságra való tudatos törekvés ellenére a fenti rövid történelmi áttekintés 170 évről óhatatlanul a szerző saját véleményét is tükrözi az eltérő hangsúlyokkal. Ezt csak egy szerzői kollektíva terjedelmes monografikus műve tudná kiküszöbölni. Az *1. ábrán* vázolt történelmi ív azonban az alábbi megfontolások rögzítésére adhat alapot.

A földtan intézményesülésének kezdeteitől, a 19. század közepétől szereplője az állami döntéselőkészítésnek és végrehajtásnak, tágabb értelemben az államigazgatásnak. A klasszikus közigazgatási szerep akkortól datálható, amikor már rendelkezett külön főhatósággal, szűk értelemben vett engedélyezési hatáskörrel, majd első fokon eljáró területi szervekkel.

A nagyobb államigazgatási szektorokhoz való tartozás vonatkozásában megállapítható, hogy az állami földtani intézmények az agrár és ipari tárca, majd agrár, majd 1935-től az ipari tárca irányítása és felügyelete alatt tevékenykedtek, bármi is volt a minisztérium tényleges neve (ipari és kereskedelmi/közlekedésügyi/energiaügyi/bányászati/idegenforgalmi). Ez alól rövid idejű kivételt jelentett a Pénzügyminisztérium a Geofizikai Intézet vonatkozásában, és a Minisztertanács az OFF működése idején. A felügyelet kérdése időről időre felvetődött a későbbiekben is (pl. az Országgyűlés alá rendelés), de ennek nem volt realitása a hazai hagyományok és a nemzetközi evidenciák alapján sem.

Van jelentősége annak is, hogy az irányító szervnél van-e elkülönült főosztály, osztály, esetleg helyettes államtitkárság a szakterületre specializálódva. 1910-től ilyen szinte folyamatosan létezett bányaföldtan, földtan, energetika megnevezéssel.

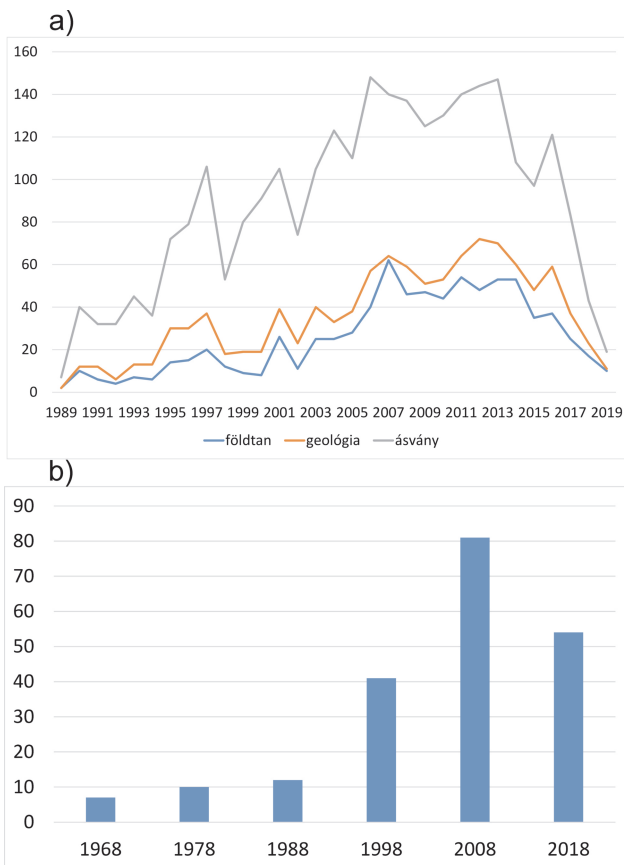
A szűk közigazgatási értelemben vett tényleges földtani hatóság az OFF megalakulásához datálható, és jogfolytonosan létezik máig. Az egyes földtani hatóságok regnálásának időtartama, átszervezéseik időbeli dinamikája első sorban a nagyobb történelmi-politikai változásokkal korrelál. Ebből a szempontból nem meglepő, hogy a KFH 24 éves fennállása a Kádár-korszakban kétszer-háromszor olyan hosszú, mint a többi jogelőd és jogutód 8-13 éves működése. Ilyen szempontból is sajnálatos esemény volt az államigazgatást 143 éven át támogató Földtani Intézet integrációja, valamint az első fokú szervek, a 37 évet megért területi földtani szolgálatok beolvasztása a kormányhivatalokba. Meg kell jegyezni azonban, hogy ez utóbbi vonatkozásában az „egyablakos” hatósági modell megfelel a nemzetközi és az európai trendnek. Az elmúlt negyedszázad történései vonatkozásában nehéz nem megállapítani, hogy a földtan jelentős mértékben osztozik sorsában a bányászattal, igaz, hogy hazánkban a környezetvédelmi és vízügyi intézményrendszer sem mutathat fel nagyobb és időtállóbb eredményeket. Ennek kifejtése azonban már egy másik tanulmány tárgya lehetne.

A földtani hatáskörök, a földtani szakhatósági közreműködés, az állami földtani feladatok teljes körű évenkénti változásainak ismertetése és elemzése meghaladja a tanulmány terjedelmi korlátait. A *3. ábra* kísérletet tesz ennek leegyszerűsített, de számszerű bemutatására, amely a jogalkotás révén egyben tükrözi a földtan államigazgatási és talán társadalmi elismertségét is. A *3. ábra a)* azt mutatja, hogy 1989 és 2019² között az adott évben hány olyan jogszabály jelent meg, amely tartalmazza a „földtan”, „geológia” vagy „ásvány” szavakat bármilyen ragozott formában és bármilyen kontextusban, bármilyen jogforrási szinten. Némi elhanyagolással ez megfeleltethető a szakma jogszabályi meghatározottságával, amely folyamatosan nőtt 2012-ig, egy hasonló csúccsal 2006-ban. Érdekes módon az első csúcs egybeesik az MBFH megalakulásával, a második pedig a teljes intézményrendszer integrációjának kezdetével. A tényleges hatásköri lista bővülése ezzel nem egyenlő, de vélelmezhetően ezzel jól korrelál.

Meg kell említeni, hogy a hazai jogalkotás egyik motorja 2004-től az Európai Unió közösségi jogának való megfelelés. E szempontból a Közösség a környezetvédelem, a nyersanyag-gazdálkodás, az energetika és a vízgazdálkodás területén számos olyan irányelvet és határozatot fogadott el, amelyeket átültette a hazai jogba. Ezeket a szerző számos munkája ismerteti, valamint az EU Nyersanyag Információs Rendszere is szolgáltatja (<https://rmis.jrc.ec.europa.eu/>).

Lényegében ezzel egyező képet mutat a *3. ábra b)*, amely a fenti fogalmak előfordulását vizsgálja az adott évben hatályos törvényekben, hat fontos évben, amelyek egy-

² A lekérés pontos időpontja 2019. szeptember 9.



3. ábra. a) A „földtan”, „geológia”, „ásvány” szavak megjelenése a hazai jogszabályokban 1989 és 2019 között (2019 csak az első 3/4 év adataival). b) A „földtan”, „geológia” vagy „ásvány” szavak megjelenése az adott évben hatályos magyar törvényekben hat időkvívágatban

Figure 3. a) The occurrence of terms „geology” and „mineral” annually in the Hungarian legislation between 1989 and 2019 (in 2019 the first three quarters were examined). b) The occurrence of terms „geology” and „mineral” in the Hungarian acts in force in six representative years

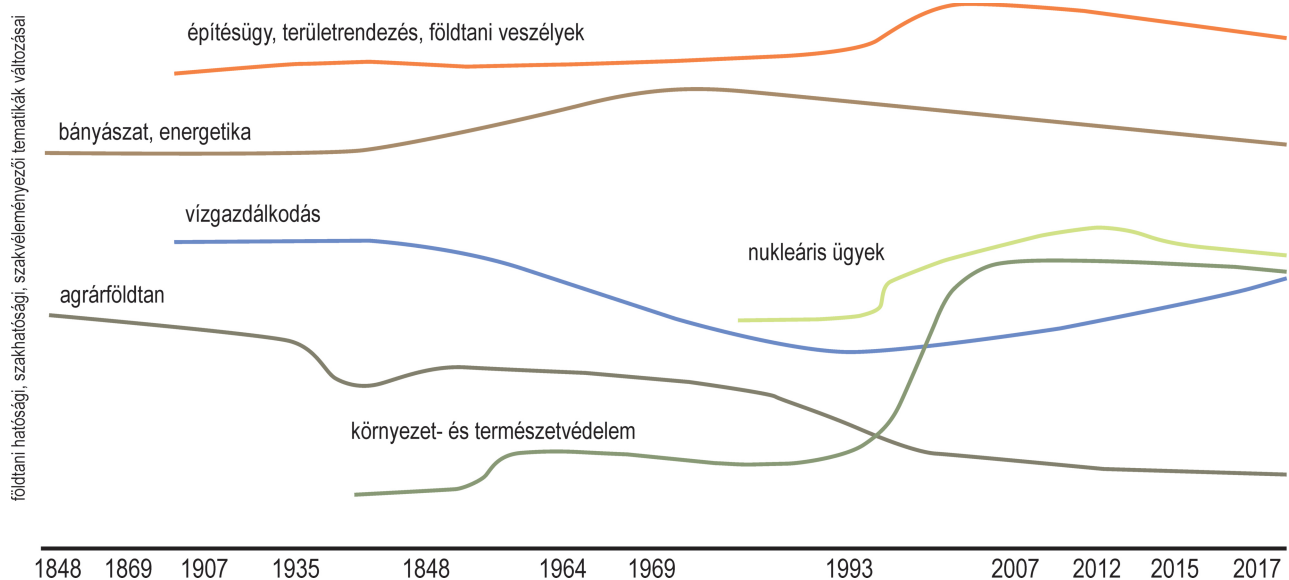
beesnek az akkori földtani hatóságok működésének kiteljesedésével. A csúcst is 2008-ra, azaz az MBFH tevékenységének időszakára esik.

Az egyes szakmai hatásköri tematikák időbeli változása (4. ábra) egyéni értékelést tükröz, ennek részletes bizonyítása hosszabb kutatást és adatbázist igényelne. A nagy trendek azonban talán kevésbé vitathatók. A kezdetekben meghatározó volt az agrogeológiai és ásványi nyersanyag-kutatási tevékenység, de ez igen hamar, az 1880-as évektől kibővült a vízügyi és építésügyi tevékenységekkel. A talajtan 1948-tól vált ki a Földtani Intézet feladatköréből, a vízügyek egy része pedig 1956-tól.

A geofizika vonatkozásban az 1881-től a földrengés-megfigyelés és a földmágnesség mérése tekinthető az első állami feladatnak, majd a 20. század elejétől az Eötvös-féle gravitációs mérések.

A KFH megalakulásával, a hatvanas évek végétől a hatásköri lista tovább nőtt a területrendezési tervek véleményezésével a földmérési és térképészeti területen, majd 1980-tól a nukleáris ügyekben. 1971-től indult a földtani szakértői engedélyek kiadása, amely figyelemreméltoan progresszív a nem piacgazdasági keretek között. A hazai természetvédelem nagy és korai hagyományokkal bír (BÁNDI 1995), a földtan részvétele 1949-től datálható. A környezetvédelmi és természetvédelmi szakigazgatási eljárások és ebben a földtani szakhatósági részvétel az 1990-es évektől jelentettek új kihívásokat. Az MGSZ működése idején azonban mind a bányászati, mind a környezetvédelmi ügyeket meghaladta az építésügyi, területfejlesztési és településrendezési eljárások száma (2. ábra).

Az EU-csatlakozás számos új szakterületet hozott a földtani szempontok szakhatósági-hatósági érvényesítésével (HÁMOR 2002, HÁMOR & FARKAS 2012). Ez a települési és veszélyes hulladékok lerakása, szén-dioxid elhelyezés, bányászati hulladék kezelése és a felhagyott létesítmények



4. ábra. A földtani hatósági, szakhatósági, szakvéleményezői tematikák becslött változásai (a vízszintes tengelyen az időlépték nem egyenlő)

Figure 4. Historical trends of the thematics in scope of the geological authority(ies) in Hungary (please note that the time scale on the horizontal axis is not equant)

felmérése, radioaktív hulladékok elhelyezése, geotermikus energia kutatása, hagyományos szénhidrogének kutatása és kitermelése, nem hagyományos szénhidrogének kutatása és kitermelése rétegrepesztéssel, nyersanyag-politika kialakítása, dekarbonizáció és ezzel összefüggésben az állami támogatású szénbányák bezárása, földtani veszélyforrások felmérése.

A fentiek olvasatában megállapítható, hogy a földtani feladatoknak az európai földtani szolgálatok által 1998-ban publikált csoportosítása ma is helytálló (HÁMOR 2002):

„Georesources” — a földtani természeti erőforrások (ásványi nyersanyagok, geotermikus energia, felszín alatti vizek, földi erőterek);

„Geospace” — a földtani közeg hasznosítási lehetőségei (hulladékéltelhelyezés, vonalas és más létesítmények, tárolás, föld alatti laboratóriumok stb.);

„Geoenvironment” — a földtani környezet- és természetvédelmi tevékenységek;

„Geohazards” — a földtani környezetnek az emberre és épített környezetére veszélyes adottságai és folyamatai (földcsuszamlások, földrengések, vulkánkitörések stb.).

A cikkben foglalt nagyobb történelmi ív felvázolása alkalmat adhatna a jövőbeli kitekintésre is, ezt azonban a szerző az olvasókra bízta.

Következtetések

Történelmi léptékben az intézményesített földtan 170 éve van jelen Magyarországon, a kezdetektől fogva támogatva az államigazgatást, majd a 20. század közepétől külön hatóságként a hazai közigazgatást. A hatósági és szakhatósági jogkörök aránya és tematikája folyamatosan változott, csakúgy mint a kérdéses intézmények neve, szervezete

és jogállása. Ez utóbbi jól tükrözi a tágabb politikai kontextus időbeli változásait is. A centralizáció-decentralizáció dilemmája végig jelen van a hazai közigazgatás történetében, azonban a földtan esetében, amely jelentős adat- és információigényű, az első és másodfokú földtani hatóság kommunikációjának és munkakapcsolatának gyengülése, az információszolgáltatási képességek csökkenése nehezítheti a hatékony és ügyfélbarát „jó kormányzást”. Ugyanakkor az első fokon eljáró földtani hatóság kormányhivatali integrációja összhangban van az Európai Unió szubszidiaritási elvével és a „jó kormányzás” egyablakos eljárási modelljével. A földtan jogszabályi „beágyazottsága” az elmúlt évtizedek szakmai jogalkotói munkájának és az Európai Unió közösségi joga átültetésének köszönhetően jó, 2008–2012-ig folyamatosan nőtt. Ezt, és a végrehajtás intézményi eszközrendszerét megóvni ésszerű szakpolitikai cél lehet.

Köszönetnyilvánítás

A szerző e rövid tanulmánnyal szeretne adózni mindazon kollégáknak, akik hittek a földtan államigazgatási szerepében, és elkötelezetten végezték munkájukat a társadalmi és gazdasági hasznosulás reményében. Köszönet illeti azokat a nem hatósági geológus és geofizikus kollégákat is, akik felismerték, hogy mindennapi kenyerük részét vagy egészét tevékenységük jogszabályi meghatározottságának és e rendelkezések hatósági „kikényszerítésének” köszönhetik.

A szerző külön köszönetét fejezi ki Dr. CZINE Ágnes alkotmánybíróknak, aki a jogtörténeti kutatásban pótolhatatlan segítségére volt, valamint Dr. BREZSNYÁNSZKY Károly és Dr. HALMAI János bírálóknak, akik értékes észrevételeikkel javították a kézirat minőségét és tárgyilagosságát.

Irodalom — References

- BÁNDI Gy. 1995: *A környezet védelmének joga*. — *Kézirat*, egyetemi jegyzet, ELTE Jogi Továbbképző Intézet, Budapest, 43 p.
- BÖCKH J. & SZONTAGH T. 1900: *A Magyar Királyi Földtani Intézet*. — Franklin Társulat Nyomdája, Budapest, 66 p.
- BREZSNYÁNSZKY K. 2019: Emlékezzünk a 150 éve alapított Földtani Intézetre! — In: BUDAI T., PALOTÁS K. & PIROS O. (szerk.): *Vándorgyűlés a Magyar Királyi Földtani Intézet jubileuma és az Eötvös Loránd Emlékév tiszteletére*. — MFT, MGE, Budapest, 7–10.
- DUDICH E. 1994: A Magyar Állami Földtani Intézet 125 éve. — *Természettudományi Közlöny* **125/9**, 387–391.
- FÜLÖP J. 1984: *Az ásványi nyersanyagok története Magyarországon*. — Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 179 p.
- FÜLÖP J. & TASNÁDI KUBACSKA A. (szerk.) 1969: *100 éves a Magyar Állami Földtani Intézet*. — MÁFI, Budapest, 274 p.
- HÁLA J. (szerk.) 1994: *125 éves a Magyar Állami Földtani Intézet, Tanulmányok*. — MÁFI, Budapest, 180 p.
- HÁMOR T. 1996: A földtani intézményrendszer szerepe a magyar közigazgatásban. — *Kézirat*, Szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Jogi Továbbképző Intézet, 56 p.
- HÁMOR T. 1999: Jogharmozás, csatlakozás, földtani kutatás. — *Földtani Kutatás* **36/3**, 44–45.
- HÁMOR T. 2002: A Magyar Geológiai Szolgálat az uniós csatlakozás küszöbén: Elemző összehasonlítás az EU tagállamok földtani szolgálataival. — *Földtani Kutatás* **39/3**, 41–49.
- HÁMOR, T. 2004: Sustainable mining in the European Union: The legislative aspect. — *Environmental Management* **33**, 252–261.; JRC Publication N°: JRC23122; <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-003-0081-7>
- HÁMOR T. 2014a: Jogszabályi keretek, engedélyeztetés. — In: PÁL-MOLNÁR E. & BÍRÓ L. (szerk.): *Szilárd ásványi nyersanyagok Magyarországon*. — Szeged, Geoliter, 205–228.
- HÁMOR, T. 2014b: Legal duties of eurogeologists in the past, and future vision according to the ERA-MIN Roadmap. — *EFG Workshop “Geologists of Europe in the 3rd Millennium”*, Palermo, Programme and Abstracts, p. 8.

- HÁMOR, T. 2016: Geology, the regulated discipline in Europe — a historical review and a vision. — *35th International Geological Congress, Cape Town, Abstracts*; <https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/igc/508.pdf>; <https://www.americangeosciences.org/information/igc?page=25>
- HÁMOR T. & FARKAS I. 2012: A földtani kutatás és a földtani közeg hasznosítás szabályozása és állami felügyelete. — *Földtudományi és Környezetvédelmi Vándorgyűlés és Kiállítás, Miskolc, Absztrakt kötet*, 47–48.
- HÁMOR T. & REZESSY G. 1997: A földtani szakigazgatás szerepe a földtani kutatásban. — *Földtani Kutatás* **34/1**, 17–19.
- HÁMORNÉ VIDÓ M. 2002: A hazai szerves kőzettan első száz éve. — *Földtani Közlöny* **132**, 265–287.
- IZSÓ I. 2010: A magyar bányajog fejlődésének átmeneti korszaka. — Miskolc, <https://mek.oszk.hu/09000/09009/pdf/banyajog1.pdf>
- IZSÓ I. 2019: *A bányahatóság története Magyarországon*. — Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 132 p.
- MORVAI G. 1992: A Központi Földtani Hivatal földtani, államigazgatási és hatósági tevékenysége, A KFH tevékenysége az 1964–1991. években. — *Kézirat*, Országos Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest, T. 17014. I., 58 p.
- NÉMETH J. 1993: *Új magyar bányajog*. — Novorg, Budapest, 157 p.
- TÁRKÁNY SZÚCS E., RADNAY J. & KISS L. 1970: *Magyar bányajog*. — Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 735 p.
- VENDL A. 1958: *A százéves Magyarhoni Földtani Társulat története*. — Tankönyvkiadó, Budapest, 276 p.
- VEREBÉLYI I. 1996: A kormányzás és a közigazgatás reformjának tervezete. — *Magyar Közigazgatás* **46/4**, 193–229.
- VÖRÖS K., BORECZKY B., MÁTÉ G., MÜLLER V. G. & VASS, I. (szerk.) 1985: *A magyar állam szervei 1944–1950*. — Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, I–II., 863 p.
- ZELENKA T. 1993: A magyarországi állami földtani–geofizikai kutatások története (1868–1949). — *Földtani Közlöny* **123/1**, 99–105.
- ZSÁMBOKI L. 1982: Az országos bányajog és bányai igazgatás fejlődési iránya Magyarországon a honfoglalástól az I. világháború végéig. — *A Nehézipari Műszaki Egyetem Központi Könyvtárának Kiadványai* **20**, 167–196.
- ZSARNAI S. (szerk.) 1986: *A bányahatósági igazgatás*. — ELTE Jogi Továbbképző Intézet, Budapest, (Jegyzet), I–II kötet, 398 p.
- Kézirat beérkezett: 2019. 09. 09.

Események, rendezvények

Beszámoló a Szerbia–Montenegró–Bosznia–Hercegovina karszterületén tett kirándulásról

A Magyarhoni Földtani Társulat és a Szerb Földtani Társulat (SGS) között még 2015-ben megkötött együttműködési megállapodás szellemében megvalósult az első közös terepi rendezvény. A kirándulást a 2019. március 29-én elhunyt BAKSA Csaba jó barátunkra emlékezve szerveztük meg.

A társulat 2018. évi közgyűlésén tiszteleti taggá választotta Zoran STEVANOVIĆ hidrogeológust, a Szerb Földtani Társulat akkori elnökét. Az ebből az alkalomból tartott budapesti előadását követően Zoran felajánlotta Szerbia–Montenegró–Bosznia–Hercegovina területének karszt- és hidrogeológiai nevezetességeit bemutató kirándulás közös megszervezésének lehetőségét. BAKSA Csaba exelnök halálát követően a kirándulás hazai szervezését és a szükséges szakmai kapcsolattartást CSERNY Tibor vállalta el. 2019. szeptember 8–16. között 22 szakember részvételével valósult meg a kirándulás. A résztvevők között egyetemi oktatók és hallgatók (ELTE, ME, SZTE), intézmények (MFGI, MTA CSFK) és magáncégek kutatói, továbbá a téma és a helyszínek iránt érdeklődő tagtársak vettek részt. A kirándulás szakmai vezetői prof. Zoran STEVANOVIĆ hidrogeológus és prof. Dragan MILOVANOVIĆ geológus volt.

A kilencnapos út fontosabb állomásai és látnivalói a következők voltak:

Szeptember 8. Megérkezés után esti séta Belgrád belvárosában, a Kalemegánban és a bohémnegyedben.

Szeptember 9. A Belgrádi Egyetem Bányászati és Földtani Kara (itt prof. Meri GANIĆ dékán, az SGS elnöke fogadott) – Vruci völgyzáró gát és víztározó a Jablanica folyón – Perućac (Ny-Szerbia legnagyobb karsztforrása) – Tara-hegyi kilátó (a Drina völgye és az itt létesült vízi erőmű) – Zlatibor (üdülőközpont, szállás).

Szeptember 10. Prijepolje (13. sz.-ban épült Mileševa-kolostor) – Pljevlja (miocén barnaköszén-külfejtés és hőerőmű) – a Tara folyó kanyonja (rafting a Tara folyón, a Durmitor hegység legnagyobb karsztforrása a Ljutica) – Crno jezero a Durmitor hegység legmagasabb csúcsának lábánál (Bobotov Kuk, 2450 m) – Zlatibor (szállás).

Szeptember 11. Körút a Durmitor hegységben (túravezetőnk dr. Slobodan RADUSINOVIĆ, a Montenegrói Földtani Szolgálat igazgatóhelyettese, a Montenegrói Földtani Társulat elnöke): mezozoos karbonátfelis és zátonymészkövek, tektonikusan meggyötört szerkezetek – Piva-víztározó a Sušica folyó völgyében – Pržno (Etno Selo) biofarm – Nikšić (Montenegró legnagyobb „karsztpolje”-nek központja; közelében két jelentős bauxit-külfejtés) – Perućica (három víztározóból álló rendszer a Zeta folyón) – Podgorica (esti városnéző séta, szállás).

Szeptember 12. Shkodrai (Skadari)-tavi program: Regionális Vízmű Központ (Bolje Sestre karsztforrás) – hajótúra a Shkodraitavon – Kotor (séta az óvárosban) – Kostanjica (szállás).

Szeptember 13. Busszal a Kotori-öböl partján (kilátópontok) – Stone Sea (Kötenger) – Grahovsko polje (természetes ciszterna vízszintes dolomitrétegen) – Trebinje (esti séta a városban, szállás).

Szeptember 14. Trebinje város és a Trebišnjica folyó víztani nevezetességei – Popovo polje: a korábbi tó kiszáradt medre és a jelenlegi Trebišnjica folyó kibetonozott folyómedre – Zavala, Špljica Vjetrenica-barlang és barlangi múzeum – Radimlja (középkori metropolisz, kőtár, szabadteri múzeum) – Vrelo Bune – Buna, Európa legnagyobb karsztforrása – Mostar (esti séta a belvárosban, szállás).

Szeptember 15. Mostar–Szarajevó (séta az Óvárosban) – Belgrád.

Szeptember 16. Belgrád–Budapest.

A kiránduláson Dragan MILOVANOVIĆ videófilmet állított össze, amelynek linkje:

<https://www.youtube.com/watch?v=JO7GFCUPEw&feature=youtu.be>

A kiránduláshoz kapcsolódó szakmai anyagok:

MILANOVIĆ, P., STEVANOVIĆ, Z., RADULOVIĆ, M. (eds) 2005: Water resources and environmental problems in karst. Excursion guide of the international conference, Belgrade. – Kotor, 84 p.

VLAHOVIĆ, M., MRVALJEVIĆ, V. 2018: Surface reservoirs in the karst of the Nikšićko pole. – Nikšić, 6 p.

CSERNY Tibor

Beszámoló a Földtani és Geofizikai Vándorgyűlésről

2019 különleges év volt a hazai földtudományok életében. 150 évvel korábban, 1869-ben alapították Magyarország első tudományos kutatóintézetét, a Magyar Királyi Földtani Intézetet, hazánk földtani kutatásainak fellegetvárát, és éppen 100 évvel korábban vesztette el a világ tudományos elitje báró Eötvös Lorándot, a gyakorlati geofizika atyját. E kiemelkedő évfordulók emlékére társsegységünkkel, a Magyar Geofizikusok Egyesületével rendeztük, közös Vándorgyűlést szerveztünk.

A Vándorgyűlést 2019. október 3–5. között Balatonfüreden, a Hotel Margarétában rendeztük meg. A konferencia — a hagyományoknak megfelelően — egy plenáris előadói nappól, egy szekció előadói nappól és egy terepbejárásból állt. A rendezvényen 119 fő vett részt hazai kutatóintézetek, felsőoktatási intézmények és cégek képviselőiben. A Vándorgyűlés díszvendége volt Sierd CLOETHING, az utrechti egyetem professzora, valamint az Erdélyi Magyar Tudományos Társaság két képviselője.

A megnyitón a Vándorgyűlés résztvevőit BÓKA István, Balatonfüred polgármestere; FANCSIK Tamás, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat elnöke; ZELEI Gábor, a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke és BUDAI Tamás, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke köszöntötte.

A rendezvény első napján kilenc plenáris előadás hangzott el. Az első előadó Sierd CLOETHING volt, aki a földtanban rejlő lehetőségeket mutatta be. FANCSIK Tamás a magyarországi földtani kutatás és bányászat jövőjéről beszélt. Ezután BREZSNYÁNSZKY Károly a 150 éve alapított Földtani Intézetéről, MAGYAR Balázs pedig EÖTVÖS Lorándról emlékezett meg. TIMÁR Gábor előadásában a földtudományok felsőoktatásának jelenlegi állását és jövőbeli alakulását elemezte. Végül a Balaton környékével kapcsolatos szakmai előadások hangzottak el. Az első nap programja után zenés, borkóstolás gálavacsorán vehettek részt a jelenlévők.

Másnap a szekció előadások zajlottak: a földtani szekcióban

kilenc, a geofizikai szekcióban tíz, a bányászati szekcióban kilenc előadás hangzott el. Ezenkívül hat posztert mutattak be szerzőik.

A rendezvény utolsó napjára buszos szakmai terepbejárást szerveztünk a Balaton-felvidéken, aminek két nemzetközi jelentőségű földtani alapszelvénye közül a középső-triász rétegsort Felső-örsön, majd a balatonarácsi vasúti bevágásban a perm/triász határszelvényt tekintettük meg BUDAI Tamás és HAAS János vezetésével.

Ezt követően a balatonfüredi Tagore sétányon báró EÖTVÖS Loránd tiszteletére emléktáblát avatott és emlékfát ültetett közösen Balatonfüred Város Önkormányzata, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete. Beszédet mondott BÓKA István polgármester és ZELEI Gábor MGE elnök. Rövid ünnepi műsort adott a balatonfüredi Eötvös Loránd Általános Iskola gyermekkórusa és a helyi fúvószenekar. Az emlékfát ültetése után közösen leplezték le az emléktáblát, majd koszorút helyeztek el a polgármester és a két egyesület elnöke.

A terepi program további pontjait SÁRDY Júlia a Balaton-felvidéki Nemzeti Park geotúrávezetője mutatta be a résztvevőknek: Tihanyban a Levendula Háznál megismerkedhettünk a Tihanyi-félsziget vulkánosságával, és egy kisfilmet néztünk meg a világ-hírű tihanyi levendulásról. Majd meglátogattuk a geopark egyik legérdekesebb bemutatóhelyét, a Monoszló melletti Hegyestűt. Végül utolsó állomásunk Pula volt.

A Vándorgyűlés fővédnöke ÁDER János köztársasági elnök volt, védnökei pedig BÓKA István, Balatonfüred polgármestere, BORHY László, az ELTE rektora, GELENCSÉR András, a Pannon Egyetem rektora, PUSKÁS Zoltán, a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóságának igazgatója, valamint SZÜCS Péter, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának dékánja.

A Vándorgyűlést támogatta az Eötvös 100 projekten keresztül a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal, valamint az EAGE, a Geo-Log Környezetvédelmi és Geofizikai Kft., a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, a Magyar Bányászati Szövetség, az O&G Development Kft. és az SPE Hungary. Ezúton is köszönjük támogatásukat!

KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes, BABINSZKI Edit

Töretlen a a geotóp napok és geotúrák népszerűsége

2019. októberének első két szombatján ismét megrendezésre kerültek a Geotóp-napok. Mint köztudomású, a mozgalmat Magyarországon — európai mintára — a Debreceni Hexasakk Egyesület (!) kezdte el, majd a Társulat ProGeo Földtudományi Természetvédelmi Szakosztálya és az Agrárminisztérium Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztálya is bekapcsolódott a szervezésbe és a koordinálásba. Ennek eredményeként az idén már 23 helyszínre várták a rendezők az érdeklődőket. Az idén új helyszínek számított a szekszárdi Löss „szurdik” tanösvény bemutatása, amire a Duna–Dráva Nemzeti Park Igazgatóság szakembereinek vezetésével több mint 150-en voltak kíváncsiak. Ugyancsak először rendezett geotóp-napi programot a „GÁNT-ÉRT” Közhasznú Nonprofit Kft. a Gánt–Bányatelep melletti szabadtéri bemutatóhelyen, amire a rossz időjárás és a „vendégmarasztaló” vörös sár-tenger ellenére is több mint 40-en jöttek el. Összességében a geoprogramok mintegy 800 érdeklődőt vonzottak (átlagosan 34-et helyszínenként); a hagyományosan ezekkel egy időben szervezett cserépfalui teljesítménytúra ugyancsak ennyit. Emlékeztetőül az egyes helyszínek felsorolása és programja:

2019. 10. 05.

Ördög-árok, Dudar geotúra,
Haraszt-hegyi tanösvény geotúra,
Lillafüred Szent István-barlang geotúra,
Löss „szurdik” tanösvény geotúra, Szekszárd,
Gánti külszíni bemutatóhely geotúra,
Sopron–Piuszpuszta geotúra 2019,
Baradla-tanösvény 2019 geotúra,
Abaújvári szurdokvölgy geotúra,
Geotóp-nap Tatán a Kuny Domokos Múzeumban,
Bél-kői természetvédelmi terület és tanösvény geotúra,
Ipolytarnóci Ósmaradványok természetvédelmi terület,
Csólyospálosi földtani feltárás természetvédelmi terület geotúra.

2019.10.11.

Szomolyai kaptárkövek természetvédelmi terület geotúra.

2019.10.12.

Ördögtorony Tanösvény geotúra,
Komlosaurusok nyomában geotúra, Mecsek,
Lillafüred Szent István-barlang geotúra,
Tarjánka-szurdok geotúra,
Túra a Gerecse szentélyébe — Pisznice,
Barabás, Kaszonyi-hegy geotúra,
Vértesszőlős – Tata geotúra,
Eperjes-hegyi tanösvény geotúra,
Budai Sas-hegy Természetvédelmi Terület,
Bárna, Nagy-kő, Kis-kő geotúra,
A szervezők szinte mindenütt az eddigi legsikeresebb rendezvényről számoltak be. A két nap tanulságai:

— Az embereket érdekli és lenyűgözi az élettelen természeti környezet, csak a kevesebb alapismeret, a nehezen eljutó információk miatt eleinte nehezebben tudnak a kőzetekkel, a felszínformákkal, a földtani, geomorfológiai képződményekkel azonosulni, mint az élővilággal. Aki azonban eljött, a szakszerű vezetések után élményekben, ismeretekben gazdagodva térhetett haza.

— Sokan szó szerint követelték a szórólapokat, kisebb kiadványokat, ismeretterjesztő anyagokat. A Társulat a Zöld Forrás pályázaton nyert pénzből több állandó helyszínrre készítettet egységes arculatú leporellókat, és remélhetőleg néhány év alatt teljesen le lehet majd fedni velük a lehetséges helyszíneket.

— Megnőtt az érdeklődés a Geotóp-napok napra kész honlapja, Facebook-oldala iránt. Úgy tűnik, szükséges a honlapfejlesztés, friss adatokkal, tartalommal és képgalériákkal való folyamatos bővítése

A 2020. évi Geotóp-napok szervezési munkálatai e sorok megjelenésekor már meg is kezdődtek, így már a jövő évi hasonlóan szép sikerekhez kívánok „Jó szerencsét”!

VINCZE Péter

11. Földtudományos forgatag

Társulatunk 2019. november 9–10-én rendezte meg a 11. Földtudományos forgatagot a Magyar Természetudományi Múzeumban. A forgatag nemcsak a látogatók körében egyre népszerűbb, hanem évről-évre több és több kiállítót is vonz. Az idén rekordot döntött a standok száma, és nemcsak mennyiségben, hanem változatosságát tekintve is igen gazdag kínálatot nyújthattunk a látogatóknak.

Az érdeklődők betekintheztek az ásványok, kőzetek, ősmaradványok mikroszkopikus világába, találkozhattak korszerű geofizikai és meteorológiai mérőeszközökkel, nemzeti parkjaink csodá-

latos földtudományi értékeivel, játékosan ismerkedhettek meg a mérnökgeológiával. A múzeumok lelkes pedagógusai különleges játékokkal, kísérletekkel, foglalkozásokkal nyűgözték le a gyerekeket és a felnőtteket egyaránt. Sőt, az idén virtuális utazást is tehattünk a földtörténeti középkorba. Az Utazó Planetárium pedig izgalmas útirándulásokra invitálta a látogatókat a Naprendszerbeli égitestekre.

Kiállítóink voltak: ANZO-Perlit Kft., APOKROMÁT Kft., Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, Bakony–Balaton Geopark, BIOCENTRUM Kft., Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Csillagászati Intézet, Földrajztudományi Intézet, Geodéziai és Geofizikai Intézet, Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Agrárminisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály, Duna Múzeum, ELTE Meteorológiai Tanszék, ELTE Természettudományi Múzeum, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ELUS-CSEG (Eötvös Lorand University Student Chapter of the Society of Economic Geologists), Eszterházy Károly Egyetem, Földrajzi és Környezettudományi Intézet, Geo-Log Kft., Kemenes Vulkánpark, Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kuny Domokos Múzeum, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Magyar Földmérési Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Földrajzi Múzeum, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, Magyar Meteorológiai Társaság, Magyar Természettudományi Múzeum, Ásvány- és Kőzettár, Óslénytani és Földtani Tár, Magyar Természettudományi Múzeum, Bakonyi Múzeuma (Zirc), Mátra Múzeuma (Gyöngyös), Magyar Talajtani Társaság, Magyarhoni Földtani Társulat, MFT Mérnökgeológiai és Környezettudományi Szakosztály, BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, MOL Nyrt, Országos Meteorológia Szolgálat, Pásztói Múzeum, Utazó Planetárium Kft.

A szombat délelőtti megnyitón a forgatag látogatóit, résztvevőit és a sajtó képviselőit a kupolacsarnokban MEDZIHRADSZKY Zsófia főigazgató-helyettes asszony köszöntötte. Utána LEÉL-ŐSSY Szabolcs, Társulatunk társelnöke beszélt a földtudományi ismeretek közoktatásban játszott igen halvány szerepéről és ennek következményéről, hogy az emberek eltávolodtak a természettől. A természeti környezet és a földtudományok élményszerű megismerését kívánja a forgatag közelebb hozni az emberekhez. FELKERNÉ KÓTHAY Klára röviden beszélt a „Kezedben a múlt” című programsorozat keretében a 2020. évre megválasztott Év ásványáról, a turmalinról, valamint az Év ősmaradványáról, a *Megalodon*ról.

A megnyitó után a kiállítócsarnokokban megkezdődött az igazi sürgés-forgás: minden stand hozott valami érdekességet, különlegességet, volt interaktív játék, kvíz, mikroszkóp vagy egyéb műszer, térkép, poszter, színező, megtapogatni való ásvány, kőzet, ősmaradvány és sok-sok ajándék.

Szombaton délután tartottuk a II. geosütisítő verseny eredményhirdetését. A pályázók 4 kategóriában nevezhettek: 1. Kedvenc vulkáni jelenségem; 2. Az év ásványa, a galenit; 3. Az év ősmaradványa, a *Komlosaurus*; 4. Travertino. Látványos és igen ízletes pályaművek születtek, amelyek a zsűrizés és eredményhirdetés után meglehetősen rövid életűek voltak. „Az év geocukrája 2020” kitüntető címet és a hozzá tartozó hatalmas vándorkupát ismét a tavalyi nyertes vitte el, *Galenit* című pályaművével, amely egy egész bányarészletet mutatott be.

A geosütin kívül is akadt tartalmas program: szombaton és vasárnap a látogatók 11 ismeretterjesztő előadást hallgathattak meg a Múzeum Semsey-termében. Az Utazó Planetárium az idén is elhozta hatalmas kupoláját és új bemutatókkal örvendeztette

meg a látogatókat, valamint 9 ismeretterjesztő filmet vetítettünk mindkét napon.

A kétnapos rendezvény látogatottsága rekordot döntött, több mint 3200 jegyet adott el a múzeum, körülbelül 150 meghívott vendég jött el, a kiállítói standokon pedig legalább 250 fő dolgozott. A rendezvény több országos és helyi médiában kapott nyilvánosságot.

KRIVÁNNÉ HORVÁTH Ágnes, BABINSZKI Edit

Beszámoló az VI. Ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek találkozájáról

Az MFT Ásványtani- Geokémiai, Agyagásványtani, illetve Oktatási és Közművelődési Szakosztályai, valamint az MTA Geokémiai, Ásvány- és Kőzettani Tudományos Bizottságának Felsőoktatási Munkabizottsága által közös szervezésben került sor 2019. november 20–21. között az Ásványtani, kőzettani és geokémiai felsőoktatási műhelyek VI. találkozájára az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, Budapesten. A találkozón 9 hazai műhely képviselői vettek részt.

Az első nap délutánján a házigazda műhelyek mutatkoztak be. Az ELTE TTK Ásványtani Tanszékén és Kőzetan-Geokémiai Tanszékén folyó oktatási és kutatási tevékenységek általános (WEISZBURG Tamás és HARANGI Szabolcs) áttekintése után a vendéglátó intézet, valamint a kutatócsoportok (Archeometria, Mikromineralógia, Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium — LRG, Vulkanológia) szakemberei ismertették friss kutatási eredményeiket (ARADI László, B. KISS Gabriella, HARANGI Szabolcs, NÉMETH Tibor, SÁGI Tamás, SZAKMÁNY György, WEISZBURG Tamás). Ezután a laborlátogatások következtek, ahol a résztvevők betekintést nyerhettek az Ásványtani és Kőzetan-Geokémiai Tanszék kutatási, valamint oktatási munkáit segítő laboratóriumaiba. Bemutakoztak a nehézasvány, az előkészítő és polírozó laboratóriumok (LUKÁCS Réka, FORRAY Viktória), a Raman-spektroszkópiás laboratórium (ARADI László), az LRG mintaelőkészítő, fluid zárvány és környezetgeokémiai laboratóriumi (SPRÁNITZ Tamás), a pásztázó elektronmikroszkópiás (SEM) laboratórium (TOPA Boglárka Anna), a FIB-SEM laboratórium (SZABÓ Ábel) és a termoanalitikai és agyagásványtani laboratóriumok (NÉMETH Tibor). A nap zárásaként közös, önköltséges vacsora keretében beszélgettek a résztvevők.

A második napon, közös diskusszió során a felsőoktatást leginkább érintő aktuális témák megvitatására került sor. Elsőként WEISZBURG Tamás (ELTE) osztotta meg a hallgatósággal az országos felsőoktatási rendszerről hallottakat és tapasztaltakat, majd ismertette a budapesti (központi) régió helyzetét, miután közösen kerestük a választ többek között arra a kérdésre, hogy hogyan is lehetne megállítani a szakterületet is erősen érintő, rohamos létszámcsökkenést a hazai felsőoktatásban. A kérdés nyitott mind a központi, mind pedig a konvergencia régiókban aktív oktatási és kutatási szakemberek oldaláról egyaránt. Ehhez kapcsolódóan KOVÁCS János (PTE), RÓZSA Péter (DE), MÁDAI Ferenc (ME) M. TÓTH Tivadar (SZTE) és TÖRÖK Ákos (BME) is jelezték, hogy az általuk képviselt egyetemeken a korábban népszerű szakok több esetben már el sem indulnak jelentkezők hiányában. A tantervfeljesztéseknél MÁDAI Ferenc ismertette a mobilitási ablak beépítésével kapcsolatos Miskolci Egyetemen szerzett tapasztalatokat, ezzel együtt a hazai és nemzetközi egyetemek közötti szabad átjárhatóságot és átláthatóságot.

A rendezvényen idén részt vettek a BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakgimnázium szakemberei, akik jelezték labori, kutatási és

infrastrukturális együttműködési szándékukat valamennyi felsőoktatási intézménnyel, kapcsolódva ezzel a nap másik fontos témájához, mely az intézmények közötti együttműködési lehetőségeket tárgyalja.

A következő programpontra FELKERNÉ KÓTHAY Klára (ELTE Természettudományi Múzeum, Év „ősványa” koordinátor) számolt be a 2019-ban is aktív „Év ősványa – év ősmaradványa” MFT programról, és ehhez kapcsolódóan ismertette a részt vevő tanszékek, valamint szakmai műhelyek regionális feladatait (ismeretterjesztés, foglalkozások tartása, iskolalátogatások, nyílt napok szervezése, szakkörök tartása, múzeumi vezetések szervezése és tartása, terepgyakorlatok/gyűjtések).

Mindemellett MÁDAI Ferenc előadásában megismerhettünk egy újonnan, idén indult országos, ismeretterjesztő programlehetőséget, nevezetesen az RM@Schools programot és projektet, melynek célja a nyersanyagok szerepének oktatása középiskolákban aktív tanulással. Majd csatlakozási lehetőségre hívta fel a figyelmet.

A sikeres rendezvényen a regisztráltak száma most is meghaladta a 30 főt. A kétnapos országjáró rendezvénysorozat jövő novemberben is folytatódik, házigazdája a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kara lesz.

KIS Annamária; WEISZBURG Tamás

BAKSA Csaba nyomdokain — tudományos szakülés beszámolója

Az MFT Ásványtan-Geokémiai, Agyagásványtani, Nyersanyagföldtani és Mérnökgeológiai szakosztályai, illetve az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság és TEKH Szakkollégium, valamint a Koch Sándor Alapítvány által közös szervezésben került sor 2019. november 21-én a „BAKSA Csaba nyomdokain” című tudományos szakülésre az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, Budapesten.

Az ülés a Magyarhoni Földtani Társulat szomorú gyorsasággal eltávozott elnökének szellemében szerveződött. Fialat kutatók és tapasztalt szakértők tisztelegtek új tudományos munkáikkal olyan szakterületekről, amelyeken BAKSA Csaba maga is alkotott, illetve amelyeket elnökként az MFT és a magyar geológia jövője szempontjából kiemelt fontosságúnak tartott.

WEISZBURG Tamás (MFT ÁGSz, ELTE) köszöntőjét követően, a tudományos szakülés indításaként MÁRTON István (Stockwork Geoconsulting Ltd., BBTE) tartott előadást „PÁLFY Mór 100 éves ércföldtani modelljének aktualitása: a freatomagmás breccsák szerepe az elmúlt évek délkelet-európai ércutatási felfedezései kapcsán” címmel.

A rendezvény egy kerekasztal-beszélgetéssel folytatódott B. KISS Gabriella (ELTE), CSONGRÁDI Jenő (geológus szakértő), MOLNÁR Ferenc (Finn Geológiai Szolgálat) és SZEBÉNYI Géza (geológus, nyugdíjas) részvételével, a vitaindító FÖLDESSY János (ME) moderációjával, mely a „Geológus szemmel a recski mélysztint jövőjéről — vannak itt még teendőink, lehetőségeink?” témát járta körbe.

A rendezvény zárásaként érett és feltörekvő kutatók rövid előadásokban adtak áttekintést az ércutatás területen ma (is) folyó kutatási munkáikról, eredményeikről. KISS János (MBFSZ) előadása a Recsk környéki geofizikai adatok komplex elemzését tűzte ki célul, míg TAKÁCS Ágnes (ELTE) a doktori témájához is kötődő aktuális eredményeit mutatta be „A lahocai és lejtaknai ércesedések időbeli és térbeli fejlődése az újabb vizsgálati eredmények tükrében” című előadás keretein belül. BIRÓ Máté (ELTE) szintén

doktori témájaként kutatott, a recski területet érintő új adatait és eredményeit részletezte az „Új adatok a recski mélysztint karbonátos mellékkőzetének ércesedéséhez” címmel. Végül KULCSÁR Eszter (ELTE) mutatta be diplomamunkáját „Ércindikációk nyomozása a Karancson” témakörben.

A sikeres rendezvényen a regisztráltak száma 65 fő volt. Az ülésen nemcsak a hazai szűkebb szakma képviselői vettek részt, hanem BAKSA Csaba fiai, BAKSA Zoltán és BAKSA Zsolt (Mineralholding Logisztikai és Kereskedelmi Kft.) is megtisztelték jelenlétükkel a rendezvényt.

A teljes tudományos ülésről videófelvétel és hanganyag is készült, melynek szerkesztett leírata hamarosan megjelenik a Földtani Közlönyben, ahogy az előadásokból is cikkek készülnek ugyanide.

WEISZBURG Tamás, FÖLDESSY János, KIS Annamária

15. Téli Ásványtudományi Iskola, Veszprém, 2020. január 17–18.

A hagyományos időpontban ismét Veszprémbe, a Magyar Tudományos Akadémia területi bizottságának székházában találkoztak az „ásványtudományokkal” (azaz ásványtannal, kristálytannal, közettannal, anyagtudománnyal) foglalkozó szakemberek. A másfél napos program 70 résztvevővel zajlott, 17 előadás hangzott el. Az idei iskola mottója — „Határterületek, határjelenségek, határterületek” — többek között a sok interdiszciplináris jellegű témára utalt, ami általában felszínre kerül ezen a fórumon.

Az idei iskola meghívott előadója a Mineralogical Society of America „MSA Distinguished Lecturer” programja jóvoltából érkezett: Joshua FEINBERG professzor az ásvány- és kőzetmágnesség szakértője, a University of Minnesota világhírű intézetét (Institute of Rock Magnetism) vezeti. Az első nap nyitásként a mágneses vizsgálatok alkalmazásainak sokszínűségét mutatta be: a hagyományos kőzetmágnességi vizsgálatokon túl a levegő- és talajszennyezéssel, a régészettel, a paleoéghajlattal és biomágnességgel kapcsolatos kutatások is alkalmazták a mágneses méréseket. A második napot ismét FEINBERG professzor előadása nyitotta: egy lebilincselően érdekes előadást tartott a barlangi cseppkövek mágneses vizsgálatáról, amellyel a Föld mágneses terének különböző időbeli léptékű ingadozásai térképezhetők, illetve a Mississippi egykor áradásai is nyomozhatók.

A meghívott előadóhoz kapcsolódóan több „iskola” jellegű előadást tartalmazott az idei program. DÓDONY István „Mikroszkópia a megismerés és a jólét szolgálatában” című előadása áttekintette az elektronmikroszkópia történetének nagy lépéseit, eljutva a mai, a módszer határait tágitó legújabb eredményekig. PEKKER Péter a Pannon Egyetem Nanolab-jában működő transzmissziós elektronmikroszkóp funkcióit, lehetőségeit mutatta be, az elmúlt év kutatási eredményeiből vett példákkal illusztrálva. Szintén továbbképző jellegű előadást tartott ARADI László a Raman-mikrospektroszkópia változatos környezet- és földtudományi alkalmazásairól, majd STADLER Tamás az ásványos anyagok vizsgálatának igazságügyi szakértői gyakorlatáról.

A péntek délutáni blokkban főleg talajásványokról volt szó. Előbb NÉMETH Tibor néhány típusos hazai talajfajta agyagásványegységeinek jellemzőit, majd KOVÁCS János a talajban, goethit gumókban képződő apatitkristályokat mutatta be. RAUCSIKNÉ VARGA Andrea alföldi, permi metapelitek és triász homokkövek

vizsgálatából a képződmények lehordási területét és diagenezis-történetét rekonstruálta. Faizan AHMAD előadása a meghívott előadó témájához kapcsolódott: a járművek által kibocsátott mágneses részecskék vizsgálati eredményeiről számolt be. A péntek esti műsor két állandó szereplője TAKÁCS József — aki idén egy nagy érdeklődéssel fogadott előadást tartott Bocskai koronájáról, illetve a korona és jogar másolatának készítéséről —, valamint PAPP Gábor, aki az Eötvös-év apropóján Eötvös Loránd kevésbé közismert földtani és ásványtani érdeklődésének fennmaradt írásos és tárgyi emlékeit mutatta be.

A szombati program is színes, élvezetes előadásokat tartalmazott. BERÉNYI Bernadett egy meglepő, új kalcium-karbonát prekursor, a pirokarbonát valószínű felfedezéséről számolt be. PÉNCZÉL Emese a hosszan szunnyadó vulkánok reaktivizálódásának okairól, míg LANGE Thomas Pieter a földköpeny nano léptékű amfiboljainak képződéséről, ezek jelentőségéről tartott előadást. VICZIÁN István is rendszeres előadója az ásványtudományi iskolának, idén a gerescei corrensit és kevert szerkezetű klorit/szmektit/vermikulit képződésének termodinamikai hátteréről beszélt. Az ülést UNGER Zoltán látványos előadása zárta, melyben a természetes kolloidrendszerekben képződő féligáteresztő hátrák jelentőségét, és az ezek hatására képződő mélytengeri sós „tavak” és a konkréciók kialakulását ismertette.

Szokás szerint az egyes blokkokat élénk vita követte. A teljes program megtalálható az iskola honlapján: <http://mposfai.hu/TAI/tai.htm>.

Az iskola szakmai gazdája az MTA Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottságának Nanoásványtani Albizottsága és a Magyarhoni Földtani Társulat Ásványtan-Geokémiai, valamint Agyagásványtani Szakosztálya. Az iskola anyagi hátterét ezúttal a VEAB biztosította.

PÓSFAI Mihály

Személyi hírek

Gyászír

Fájdalommal tudatjuk, hogy elhunyt R. SZABÓ István, Dr. FÜST Antal, PELIKÁN Pál és Dr. PAÁL Tamás tagtársunk.

Emlékük szívünkben és munkáinkban tovább él!

Köszönetnyilvánítás

Hálásan köszönjük minden tagtársunknak, azoknak is, akik nevük mellőzését kérték, hogy a 2019. évben önkéntes jövedelem-arányos tagdíjikkal, vagy egyéb adományaikkal támogatták Társulatunk munkáját: BERNÁTH Zoltán, BREITNER Dániel, CZAJLIK Zoltán, CSONTOS László, DIENES István, FERINCZ György, HAAS János, HÁMORNÉ VIDÓ Mária, HÁMOS Gábor, KALMÁR János, KÁZMÉR Miklós, KISS Péter, KOROKNAI Zsuzsa, KOVÁCH Ádám, KOVÁCS Gábor, KOVÁCS László, KUTAS Gyula, KUTI László, LORBERER Árpád Ferenc, M. TÓTH Tivadar, MÁDLNÉ SZŐNYI Judit, MAJOROS György, MÁRTONNÉ SZEKSZÁRDI Adrienn, PÁLOS Zsófia, PARÁK Tibor, SZABÓ Csaba, SZALÓKI István, SZÉKVÖLGYI Katalin, TÓTH Piroska, TÓTH Sándor, TURTEGIN Elek, UHRIN András, VÖRÖS Attila, ZAJZON Norbert.

Köszönjük a következő cégeknek, egyesületeknek, hogy adományaikkal 2019. évben támogatták Társulatunk rendezvényeinek megvalósulását: Anzo Perlit Építőanyag Gyártó Kft., Apokromát Kft., Békés Drén Kft., Diamond Congress Kft., GeoLog Kft., Golder Associates (Magyarország) Zrt., Kőmérő Kft., Magyar Bányászati Szövetség, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Magyar Hidrológiai Társaság, Mining Support Kft., MOL Nyrt., O&GD Central Kft., Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, SPE Hungary.

Tartalom — Contents

| | |
|---|-----|
| PAPP Gábor: A Földtani Közlöny története. — <i>History of Földtani Közlöny, Bulletin of the Hungarian Geological Society.</i> | 3 |
| KECSKEMÉTI Tibor: Emlékezés Dr. KASZAP Andrásra. | 37 |
| BUDAI Tamás, MAROS Gyula: Szerkesztői előszó — <i>Editorial preface.</i> | 42 |
| TÖRÖK, Kálmán: Multiple fluid migration events and REE+Th mineralisation during Alpine meta-morphism in the Sopron micaschist from the Eastern-Alps (Sopron area, Western Hungary). — <i>Fluidum migrációs események és RFF+Th ásványosodás a Soproni Csillámpala alpi metamorfózisa során.</i> | 45 |
| THAMÓNÉ BOZSÓ Edit, FÜRI Judit, KOVÁCS István János, BIRÓ Tamás, KIRÁLY Edit, NAGY Attila, TÖRÖKNÉ SINKA Mariann, KÓNYA Péter, MÉSZÁROSNÉ TURI Judit, VÍGH Csaba: Hazai képződményekből szeparált kvarcok jellemzői az OSL kormeghatározás szempontjából. — <i>Characteristics of quartz separates of different formations in Hungary from the aspect of OSL dating.</i> | 61 |
| MAROS Gyula, SZABADOSNÉ SALLAY Enikő, ÁDÁMNÉ INCZE Szilvia, HATVANI István Gábor, Palotás Klára, KOVÁCS József, GYENES Ákos, GRÓF Gyula, PÁSZTOR Szilárd, ANDRÁSSY László, MARA József, VIHAR Levente, SZONGOTH Gábor: Az ImaGeo magzkennelés módszerei egy mecseki fúrás nagyfelbontású értelmezésének példáján. — <i>Methods of ImaGeo Corescanning and a case study of a high resolution borehole evaluation from the Mecsek Mountains.</i> | 81 |
| KOVÁCS Zsolt, CSERKÉSZ-NAGY Ágnes, GULYÁS Ágnes, GÚTHY Tibor, KISS János, PÜSPÖKI Zoltán, SZENTPÉTERY Ildikó, SZALAY István: A Salgótarjáni és Ózdi paleogén részmedence térképezése szeizmikus és gravitációs mérési adatok alapján, és az eredmények szénhidrogénföldtani vonatkozásai. — <i>Mapping of the Salgótarján and Ózd Palaeogene subbasins based on seismic and gravity measurement data, and its hydrocarbon geological aspects.</i> | 103 |
| KERCSMÁR Zsolt, BUDAI Tamás, SZÜROMINÉ KORECZ Andrea, SELMECZI Ildikó, MUSITZ Balázs, LANTOS Zoltán: A zsámbéki Strázsa-hegy és környékének kainozoos képződményei. — <i>Cenozoic formations of the Strázsa Hill at Zsámbék and its surroundings.</i> | 129 |
| CSERKÉSZ-NAGY Ágnes, BAUER Márton, TAKÁCS Ernő, CSABAFI Róbert, GÚTHY Tibor, KÓBORNÉ BUIJOSÓ Éva, TÖRÖK István, REDLERNÉ TÁTRAI Marianna, SZÓTS Gergely, KOVÁCS Attila Csaba, HEGEDŰS Endre: A szeizmikus reflexiós módszerek szerepe a nem szénhidrogénipari kutatások-ban Magyarországon — Példák a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat és elődei tevékenységéből. — <i>Significance of the reflection seismic methods in the non-hydrocarbon explorations in Hungary — Case studies from the the Mining and Geological Survey of Hungary and its predecessors.</i> | 151 |
| KUTI László, HALUPKA Gábor, CSÖRGHE-ANDÓ Anita: A településgeológiai kutatások a Földtani Intézet 150 éve alatt. — <i>Urban Geology during 150 years of the Geological Institute of Hungary.</i> | 169 |
| GALAMBOS Csilla, BREZSNYÁNSZKY Károly, TIMÁR Gábor: Magyarország első közepes méretarányú (M=1:144 000) földtani térképsorozatának georeferálása. — <i>Georeference of the first medium scale (M=1:144,000) geological map series of Hungary.</i> | 185 |
| HÁMOR Tamás: A hazai földtani szakigazgatás története. — <i>The history of the geological administration in Hungary.</i> | 195 |
| Hírek, ismertetések (összeállította CSERNY Tibor) | 209 |

