

TARTALOMJEGYZÉK

TISZTELT KOLLÉGÁK!

Hurok a téridőn..... 121

MGE

A Szeniorok Bizottságának hírei — Az MTA budapesti csillagvizsgálója és mátrai fiókinézete — Kövesligethy Radó emlékéért..... 122

SZAKCIKKEK

Közzetani bizonyítékok a kéreg kivékonyodására a Bakony–Balaton-felvidék vulkáni területen

Dégi Júlia, Török Kálmán..... 125

A többlethibák nagyságának célszerű megválasztása az inverzió eredményeinek pontosításához

Hajagos Béla, Steiner Ferenc..... 134

CIKK

Halley, Marsigli és az első „mágneses felmérés” a Kárpát-medencében —

Bartha Lajos..... 143

HÍREK, BESZÁMOLÓK

MFT–MGE III. geotudományi ankét — OTKA '2004 — A Pro Geophysica Emlékérem 2003. évi kitüntetettjei — 6. kínai nemzetközi geoelektromágneses konferencia — Könyvismertető (Pápay József: Development of Petroleum Reservoirs. Theory and Practice; Bárdossy György, Fodor János: Evaluation of Uncertainties and Risks in Geology — New Mathematical Approaches for their Handling) — Euro-Geológus cím (nemesak geológusoknak) — Geofizikai konferencia Bulgáriában 149

IN MEMORIAM 166

44. évfolyam 4. szám



2003

CONTENTS

Foreword of the Editors	121
MGE (Association of Hungarian Geophysicists)	
News	122
Geophysical Papers	
Petrographic evidence of crustal thinning in Bakony–Balaton Highland Volcanic Field <i>J. Dégi, K. Török</i>	125
Investigations of the proper choice of the c ratio of the artificial and natural error magnitudes using the surplus error method <i>B. Hajagos, F. Steiner</i>	134
Papers	
Halley, Marsigli and the first magnetic measurement in the Carpathian Basin — <i>L. Bartha</i>	143
News and Reports	149
In Memoriam	166

A szerkesztőség a szakcikkeket szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsora az évfűzű kötetben jelenik meg.
A lapban megjelenű cikkeek adatainak és állításainak helyességéért, ill. közölhetőségéért a felelűsséget kizárűlag a szerzűk viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Magyar Állami Eűtvűs Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.
Telefon: (1)252-4999
Felelűs kiadű: dr. Bodoky Tamás igazgató
Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelűs vezetű: Juhász Péter

• • •

Elűfizethetű a Magyar Geofizikusok Egyesűleténél: 1371 Budapest, Pf. 433, tel.: (1)201-9815,
egyesűleti tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évfűte négyszer

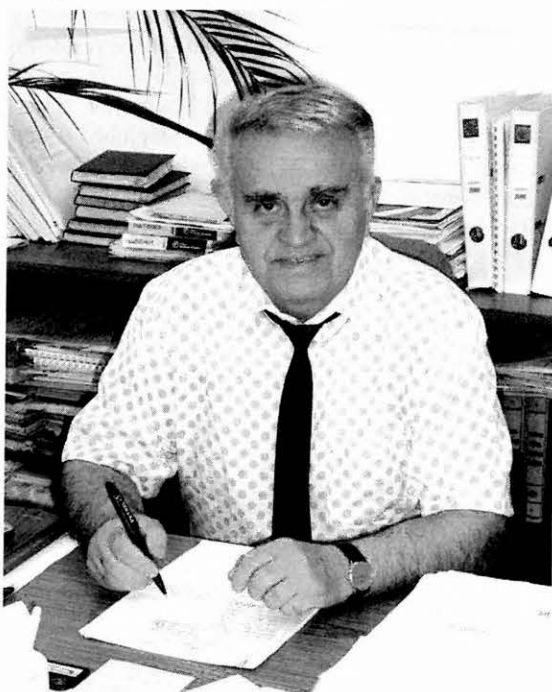
Index: 26 507

Tisztelt Kollégák!

HUOK A TÉRIDŐN

Folyó év (2004.) április 27-én egy remekül előkészített és megszervezett jubileumi emlékülésen ünnepeltük meg egyesületünk 50. születésnapját. A szépen sikerült ünnepséget nagyon köszönjük a rendezőknek.

Ha pedig a köszönetről beszélünk, akkor itt kell elmondanom, hogy a jubileumi különszámot nem a Magyar Geofizika Szerkesztőbizottsága, hanem a Jubileumi Emlékülés Szervezőbizottsága, illetve ezen belül is a bizottság vezetője, dr. BARÁTH István szervezte, szerkesztette és állította össze, beleértve ebbe a nem túl szorgalmas szerzők rendszeres ösztökélésének, illetve a túl szorgalmasok terjedelembeli korlátozásának nem túl hálás feladatát is. Köszönjük BARÁTH Pistának, hogy számos egyéb feladata mellett még erre is futotta erejéből, figyelméből és lelkesedéséből.

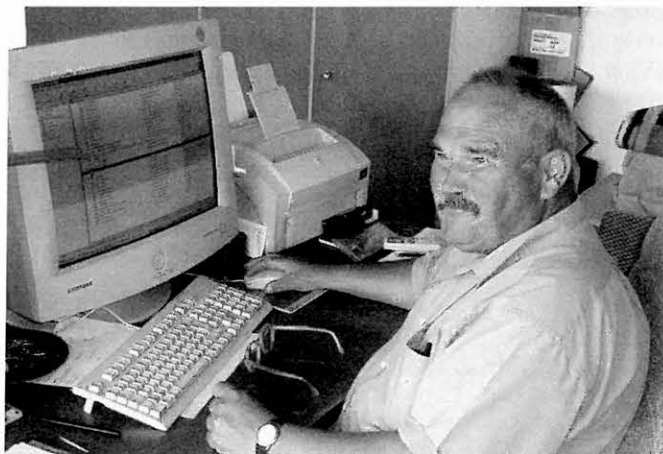


Én személy szerint, mint főszerkesztő, egyben elnézést is kérek tőle, mert az ő szerénysége és az én figyelmetlenségem következtében erről a hatalmas munkáról semmilyen említés nem történik. BARÁTH István szerkesztői tevékenysége nincs megemlítve és neve nem szerepel a jubileumi számban. Nagyon bánt ez a hiba és éppen ezért nyilvánosan elnézést kérek érte.

Tisztelt Kollégák, van egy másik gondunk is a jubileumi számmal. Szerkesztőségünk ugyanis, fittyet hányva a fizika törvényeire, hurkot kötött vele a téridőre, vagyis a 2004-es ünnepi különszámot a 2003. évi 4. szám *előtt*

jelentette meg. Úgy gondoljuk, hogy erre némi magyarázattal tartozunk.

A Magyar Geofizika számai a naptári negyedévekhez illeszkednek oly módon, hogy minden negyedév végén zárjuk az aktuális számot, amely aztán a következő negyedév folyamán jelenik meg. Így a folyó év első száma júniusban, a második szeptemberben, a harmadik decemberben és végül a negyedik a rá következő év márciusában esedékes. A jubileumi különszámnak azonban, amely oldalszámát tekintve közel három átlagos számnak felel meg, 2004. április 27-én, vagyis nem sokkal az első negyedév végét követően, már kézbe adhatónak kellett lennie, tehát szerkesztése időben átfedte a 2003. évi 4. szám szerkesztését és azzal szemben elsőbbséget élvezett. Így a 2003. évi 4. szám szerkesztése sajnálatos módon megcsúszott, mert igaz ugyan, hogy a műszaki szerkesztést teljesen egyedül végző TÓTH Lajos szerkesztő úr a téridőnek, ebben is különösen a térnek elég jelentős tartományát képezi, de mégiscsak egyetlen ember, aki a szerkesztés legkritikusabb időszakában sem képes napi 25–26 óránál többet dolgozni. Ennyi időből pedig csak a jubileumi számra futotta, tekintettel a párhuzamosan készülő és a szintén általa (műszaki) szerkesztett egyesülettörténeti kötetre, amelyre ugyanazok az időbeni megszorítások voltak érvényben.



Úgy vélem, hogy míg egyfelől minden bizonnyal elnézést kell kérjek Tisztelt Kollégáimtól a téridőre kötött hurokért, addig másfelől szerkesztőségünk és az egész egyesület teljes tagsága nevében itt is, nyilvánosan meg kell köszönjem TÓTH Lajos kollégának azt az emberfeletti munkát, amelynek az eredményeképpen mind a jubileumi különszám, mind az „50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1954–2004” című egyesülettörténeti könyv időben elkészülhetett.

Bodoky Tamás

A SZENIOROK BIZOTTSÁGÁNAK HÍREI

2003. szeptember 10-én a szeniorok bizottsága tanulmányi kirándulást rendezett, amelyen 50 tagtársunk vett részt. BALOGH Aladár javaslatára az MTA Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének obszervatóriumát látogattuk meg a Mátra hegységben levő Pizskéstetőn.

Útközben rövid látogatást tettünk a parádsasvári üvegyárban is, ahol megtekintettük a gyönyörű üvegmunkák gyártási folyamatát. Parádfürdőn ebédeltünk a Freskó Étteremben, majd felkerestük Pizskéstetőn a csillagvizsgáló obszervatóriumot. SÁRNECZKY Krisztián szakszerű vezetésével betekintést nyerhettünk az obszervatóriumban folyó munkába. A kutatómunka főbb területei: szupernóvakutatás, kisbolygó- és üstökös kutatás. Korszerű távcsövekkel végzik a több száz millió, illetve néhány milliárd fényévre levő objektumok vizsgálatát.

A tanulmányi kirándulás végeztével ellátogattunk a Mátra lábánál fekvő Pásztó városába is. Dr. HÍR János, a Pásztói Múzeum igazgatója és munkatársa, BRUNDA Tibor vezetésével megismertük a múzeum igen gazdag anyagát, különösen a múzeum rendkívül szép és értékes, szakszerűen rendezett földtani-öslénytani gyűjteményét. A múzeum igazgatója bemutatta továbbá a XII. században épült bencés kolostor maradványait, a középkori üveghutát és a XV. századból fennmaradt Oskolamester Házát, amelyek

dr. VALTER Ilona régész munkássága révén kerültek napvilágra. Leróttuk tiszteletünket Pásztó város két nevezetes személyisége, RAJECZKY Benjámín népzenekutató és CSOHÁNY Kálmán grafikusművész munkássága előtt is.

A tanulmányi kirándulás sikeréért elsősorban a Magyar Geofizikusokért Alapítványt illeti köszönet. Az alapítvány anyagi támogatása teszi lehetővé, hogy több mint tíz év óta a szeniorok bizottsága megszervezheti az őszi tanulmányi kirándulást. MOLNÁR Károly, a szeniorok bizottságának titkára és GADÓ Károly, a bizottság tagja a tanulmányi kirándulás előkészítő munkájában nyújtott értékes segítséget.

VIDA Zsolt tagtársunk a tőle megszokott lelkesedéssel örökítette meg a tanulmányi kirándulás fontosabb mozzanatait. BELLÉR Éva, a Magyar Geofizikusok Egyesületének ügyvezető titkára a szervezőmunkában nyújtott határozott támogatást. Közreműködésüket hálásan köszönjük. BARTHA Lajos tagtársunk, a csillagászat történet legjobb ismerője vállalta, hogy összeállítja az MTA Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete és a pizskéstetői obszervatórium történetét, amelyet mellékelten közreadunk.

*Aczél Etelka,
a Szeniorok Bizottságának elnöke*



AZ MTA BUDAPESTI CSILLAGVIZSGÁLÓJA ÉS MÁTRAI FIÓKINTÉZETE

Az MTA 946 m tengerszint feletti magasságon fekvő piszkéstetői obszervatóriuma a budapesti, KONKOLY-
THEGE által alapított Csillagászati Kutatóintézet fiók-
csillagvizsgálója. A svábhegyi csillagvizsgáló az I. világháború után létesült a trianoni békediktátum következtében elveszített, akkor még korszerűnek számító egyetlen magyar obszervatórium, az Ógyallai Asztrofizikai Intézet jogutódaként. A megcsonkított, gazdaságilag tönkre jutott ország kultuskormányzata és Budapest székesfőváros előjárói már 1920-ben megteremtették a lehetőséget, hogy a Sváb-hegyen egy új csillagvizsgáló épülhessen. 1923-ban megindulhatott a munka, 1928-ban pedig elkészült az intézet főműszere, a 60 cm tükörátmérőjű Heyde-Zeiss reflektor, a mellé szerelt 30 cm-es lencsés „követő távcső”-vel. A svábhegyi csillagvizsgáló fő programja a változó fényességű csillagok fénymérése volt. A csillagvizsgáló szervezésében óriási érdemei vannak az intézet első igazgatójának, TASS Antalnak (1876–1937), valamint WODETZKY József (1872–1956) egyetemi tanárnak. A hazai csillagászat újjáéledésének elismerése volt, amikor a németországi székhelyű, nemzetközi jelentőségű Astronomische Gesellschaft 1930-ban Budapestet választotta 29. közgyűlésének színhelyül.

Az 1930-as években, a Budapest-svábhegyi csillagvizsgálóban dr. DETRE László (1906–1974, igazgató 1943-tól) kezdeményezésére kialakult egy kutatási program, amely nemzetközi viszonylatban is figyelmet keltett: a rövid fényváltozási periódusú, változó fényességű csillagok (az ún. rövid periódusú, RR Lyrae típusú csillagok) hosszú időn át végzett folyamatos fénymérése. A fényváltozás menetében mutatkozó hosszú idejű változások következtetéseket tesznek lehetővé e csillagok egyéb fizikai sajátosságaira és fejlődésére. Az 1930-as évek végén dr. KULIN György (1905–1989) megkezdte az üstökösök és kisbolygók fotografikus észlelését, ill. felkutatását. Bár az intézet távcsövei az ilyen munkára kevésbé voltak alkalmasak, eredményei külföldön is elismerést keltettek, és további nemzetközi együttműködésre vezettek. (Sajnos távoztával, 1947-ben ez a munka megszűnt.)

1949-ban dr. DEZSŐ Lóránt (1914–2003) kezdeményezésére megalakult a csillagvizsgáló második osztálya, a Napfizikai osztály, amelyet 1958-ban Debrecenbe telepítettek át.

A csillagvizsgáló főműszere azonban — amely a megrendelés idején (1913) még a nagyobbak közé tartozott —, a XX. sz. első harmadában, a csillagászati eszközök gyors fejlődése nyomán, már csak a közepes távcsövek kategóriájába tartozott. A második világháború után egyre inkább érezhető volt egy nagyobb teljesítményű távcső hiánya. Ez a helyzet a már folyamatban levő programokat is hátráltatta. A munkát egyre jobban gátolta a terjeszkedő nagyváros mindinkább zavaró fénye és füstje is.

A budapesti csillagvizsgáló fejlődésében jelentős fellendülést hozott, hogy a Magyar Tudományos Akadémia felügyelete alá került. Ezt követően akadémiai támogatással kidolgozták a fejlesztési programját, és ennek keretében egy új, korszerű műszerekkel ellátott magashegyi fiók-obszervatórium építési tervét.

1958-ban kezdődött meg az építkezés a közel ezer méter magas Piszkéstetőn, és 1962-ben helyezték üzembe az első műszert, egy speciális optikai rendszerű, nagy látóterű ún. Schmidt-távcsövet. Bár ennek a Zeiss gyártmányú távcsőnek objektívje nem nagyobb a „régii” svábhegyi műszerénél, éppen nagy látómezeje révén ma korszerű kutatási programok végrehajtására is alkalmas. Négy év múlva egy újabb műszerrel gyarapodott az obszervatórium (50 cm-es megnyújtott fókuszú ún. Cassegrain-reflektorral), 1974-ben pedig felszerelték a jelenlegi legnagyobb magyarországi távcsövet, az 1 méteres tükörátmérőjű, ún. Ritchey–Chrétien rendszerű, korrigált leképezésű reflektort. Az új műszerek, a hozzájuk tartozó korszerű elektronikus rendszerekkel, lehetővé tették az MTA Csillagászati Kutatóintézet munkájának széleskörű kiterjesztését, részvételét a nemzetközi együttműködésekben.

Bartha Lajos

KÖVESLIGETHY RADÓ EMLÉKÉÉRT

Ebben az évben emlékezünk meg a földregéstudomány magyar úttörője, KÖVESLIGETHY Radó (1862–1934) halálának 70. évfordulójáról. Remélhető, hogy talán ez a nem egészen kerek évforduló felébreszti a csillagász és geofizikus társadalomban a kegyelet és a tisztelet érzését. KÖVESLIGETHY valahogyan mindig a hazai tudomány mostohagyereke volt, második vonalban emlegetik — ha emlegetik! — bár a maga korának élvonalbeli kutatója volt. Ennek szomorú megnyilvánulása KÖVESLIGETHY sírja a Kerepesi úti Nemzeti Sírkertben.

Az év elején felkerestük KÖVESLIGETHY Radó sírját a szombathelyi Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola matematikai tanszékének docensével, dr. PÉNTEK Kálmán

tanár úrral, és a Gothard Amatőr-csillagászati Egyesület elnökével, VÉRTES Ernő ny. főtanácsossal. Szomorú látvány volt az elhagyott sír (48/1 parcella, 1-72.) Nem mondhatjuk elhanyagoltnak (a Nemzeti Sírkert úgy-ahogy rendben tartja), de bizony jócskán befedi az avar, benőtték a környező bokrok gallyai. VÉRTES elnök úr rögtön el is határozta a szombathelyi amatőr csillagászok (!) nevében, hogy legközelebbi pesti utazása idején kissé rendbe szedi az elfeledett sírt.

De talán mégsem kellene megvárni, hogy Szombathelyről ápolják a Budapesten élt és itt eltemetett csillagász-geofizikus emlékét és sírhantját! Egy kis hivatalos odafigyelést, némi anyagi áldozatot és fáradságot csak fordít-

Kőzettani bizonyítékok a kéreg kivékonyodására a Bakony–Balaton-felvidék vulkáni területen¹

DÉGI JÚLIA², TÖRÖK KÁLMÁN^{2,3}

A Pannon-medence miocén extenzióját megelőzően vastag kéreg volt jellemző, amelyet a Bakony–Balaton-felvidék vulkáni területen a bazalt és piroklasztitjai által felszínre hozott gránát granulit xenolitok képviselnek. A Sabar-hegyről és Szentbékálláról származó mintákon petrográfia, ásványegyensúlyok, termobarometria és fluidzárvány-vizsgálatok segítségével követtük a kőzetben lezajlott folyamatokat, melyekből az alsó kéregben lejátszódott p - T változásokra következtettünk. Számításaink szerint a kéreg maximális vastagsága az extenzió előtt 48–55 km, azt követően kb. 30 km volt. Ebből $\beta = 1,6$ – $1,8$ -as kéregkivékonyodási tényező adódik, amely alá-támasztja HUISMANS et al. [2001] eredményeit. Kimutattuk, hogy az alsó kéreg hőmérséklete az extenzió során 100–300 °C-ot emelkedett, és akár az 1170 °C-ot is elérhette. Mindemellett azt is bizonyítottunk, hogy az extenzió előtt és azt követően is CO_2 -gazdag fluidumok uralták az alsó kérget.

A kéreg kivékonyodásának folyamatára és mértékére vonatkozó eredményeinket a metamorf kőzetekben használatos módszerekkel nyertük, amelyek függetlenek a medencefejlődési modellek megalkotásakor alkalmazott tektonikai és geofizikai módszerektől, ezért alkalmasak azok ellenőrzésére, pontosítására.

J. DÉGI, K. TÖRÖK: Petrographic evidence of crustal thinning in Bakony–Balaton Highland Volcanic Field

Prior to its Miocene extension, the Pannonian Basin was characterized by a thick crust, which is represented by garnet granulite xenoliths in the Bakony–Balaton Highland Volcanic Field. We followed the processes which occurred in the rock on crustal xenoliths from Sabar-hegy and Szentbékállá by the means of petrography, mineral equilibria, geothermobarometry and fluid inclusion studies. From this we could conclude to the p - T changes, which took place in the lower crust during the extension. According to our results the thickness of the crust was 48–55 km prior to the extension and at about 30 km after it. It follows that the crustal thinning factor was $\beta = 1.6$ – 1.8 , which confirms the results of HUISMANS et al. [2001]. We have shown 100–300 °C temperature rise in the lower crust during the extension. The temperature could reach 1170 °C. In addition we proved that CO_2 -rich fluids dominated the lower crust before and after the extension too.

Our results on the process and scale of crustal thinning are based on methods used in metamorphic petrology, which are independent on tectonical and geophysical methods used for modelling of basin evolution, so they can be adapted for controlling and refining extensional models of the Pannonian Basin.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedek tektonikai, geofizikai kutatásaiban nagy hangsúlyt kapott a Pannon-medence fejlődéstörténetének jobb megismerése, az extenziós esemény(ek) és okainak vizsgálata [pl. MITUCH, POSGAY 1972; POSGAY et al. 1986, 1991; HORVÁTH 1993; HUISMANS et al. 2001]. A modellezés sikere szempontjából döntő tényező a kéreg extenzió előtti vastagságának ismerete. Erre vonatkozóan az alsó kéreg kőzeteinek kőzettani és geokémiai vizsgálata szolgáltat hasznos információt. Ilyen típusú kőzetanyag Magyarországon a felszínről és fúrásból nem ismert, de vulkáni tevékenység során xenolitiként felszínre kerülhet.

A Bakony–Balaton-felvidék vulkáni területen előforduló alsó kéreg eredetű granulit xenolitok részletes vizsgálatával először EMBEY-ISZTIN és társai [1990] foglalkoztak. Meg-

állapították, hogy az alsó kéregből származó bázisos granulitok 0,7–1,1 GPa nyomáson és 900 °C-nál magasabb hőmérsékleten képződtek. Vizsgálataikból arra a következtetésre jutottak, hogy a geofizikai és a kőzettani Moho nem feltétlenül esik egybe. TÖRÖK [1994] a Szentbékálláról származó gránát granulit gránátja körül megjelenő szimplektit és a nyomáscsökkenés kapcsolatára mutatott rá ásványegyensúlyok és termobarometriai vizsgálatok alapján. KEMPTON et al. [1997] geokémiai vizsgálatokkal megállapították, hogy a bázisos alsó kéreg óceáni ív mögötti medencére jellemző tholeiites olvadék, valamint idős prekambriumi alsó kéreg keveredéséből képződött. EMBEY-ISZTIN et al. [2003] és DOBOSI et al. [2003] szerint a bázisos alsó kéreg vastagsága az alpi orogenezis során a 40–50 km-t is elérhette. Számításaik szerint a gránát granulit képződési nyomása sabar-hegyi és mindszentkállai mintákban 1,0–1,4 GPa, hőmérséklete 800–950 °C volt, míg a Szentbékálláról és Szigligetről származó gránát granulitok 1,2–1,5 GPa nyomáson, 1035–1051 °C-on képződtek. A geokémiai és izotópegokémiai vizsgálatok alapján az alsó kérget óceáni kéreg akkréciójából származtatják.

Ebben a tanulmányban az extenzió nyomait vizsgáltuk Sabar-hegyről és Szentbékálláról származó gránát granulit xenolitokon. Ásványegyensúlyok és geotermo-barometria segítségével meghatároztuk a gránát granulitok keletkezé-

¹ A 2004. március 20-án Sárospatakon, az Ifjú Szakemberek Ankétján elhangzott első díjas előadás

² Eötvös Loránd Tudományegyetem Kőzettani és Geokémiai Tanszék, Litoszféra Fluidumkutató Laboratórium, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c., e-mail: degij@freemail.hu

³ Magyar Tudományos Akadémia Környezetfizikai és Geofizikai Kutatócsoport, Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c., torokklm@freemail.hu

sének p–T körülményeit és ebből kiszámítottuk az extenzió előtti kéreg vastagságát. A kéreg kivékonyodása során lejátszódott folyamatok egyes régi ásványok átalakulását, olvadását, valamint új ásványtársulások képződését eredményezték. Ezek az ásványos összetételbeli változások a petrográfiai jellemvonások alapján sorrendbe állíthatók és minden állomáshoz nyomás és/vagy hőmérséklet rendelhető. Az elvégzett fluidzárvány-vizsgálatok további bizonyítékot szolgáltatnak a kéreg kivékonyodására és emellett információt nyújtanak az alsó kéregben jelenlevő fluidumok összetételéről is.

1. Földtani háttér

A Pannon-medence jórészt vastag neogén-kvarter üledékekkel kitöltött, mediterrán típusú ív mögötti medence vékony litoszférával (60–70 km) és vékony kéreggel (25–31 km) [MITUCH, POSGAY 1972; POSGAY et al. 1986, 1991]. A medencét, melynek kezdetben vastag kérge és litoszférája volt, valószínűleg két fő extenziós esemény hozta létre [STEGENA et al. 1975; HORVÁTH 1993; HUISMANS et al. 2001]:

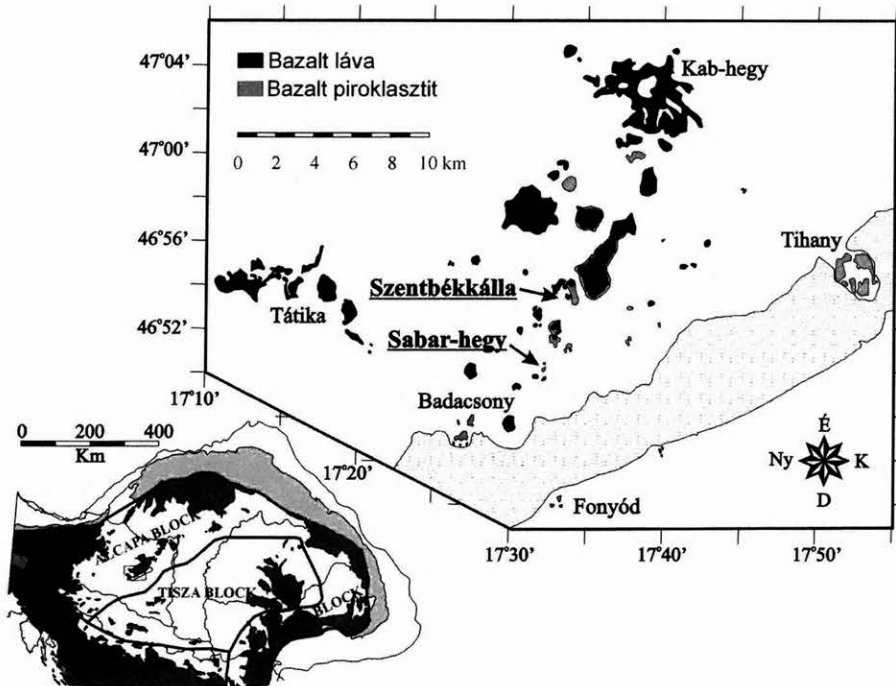
1. A kora miocén során (18–14 M éve) bekövetkezett korai extenziót a Kárpáti ív mentén zajló visszagördülő (roll back típusú) szubdukció eredményezte.

2. A második extenziós fázis a késő miocén során (12–11 M éve) kialakult asztenoszféra felboltozódás hatására jött létre.

A visszagördülő szubdukció folyamán a kivékonyodás közel azonos volt a kéregben és a köpenyben ($\beta = \delta = 1,4-1,6$), míg a második fázis során a kéreg megnyúlása ($\beta = 1,1$) a köpenyéhez viszonyítva ($\delta = 4,0-8,0$) elhanyagolható volt [HUISMANS et al. 2001].

A szubdukciót intenzív mészkáli vulkanizmus kísérte a Pannon-medence peremi területein [SZABÓ et al. 1992], míg a második fázist tipikus, lemezen belüli OIB típusú alkáli bazaltok pontszerű megjelenése követte [pl. EMBEY-ISZTIN et al. 1993].

A tanulmányozott terület egy, a Pannon-medence nyugati részén található alkáli bazaltos vulkáni mező, a Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület része (1. ábra). Ezen a területen 7,5 és 2,8 M év között folyt vulkáni tevékenység [BALOGH et al. 1980; BALOGH et al. 1986], mely nagy mennyiségben szolgáltatott alkáli bazaltot, illetve piroklasztitot.



1. ábra. A Bakony–Balaton-felvidék vulkáni terület egyszerűsített térképe [JUGOVICS 1969, módosítva: HARANGI 2001]

Fig. 1. Simplified map of Bakony–Balaton Highland Volcanic Field [after JUGOVICS 1969, modified by HARANGI 2001]

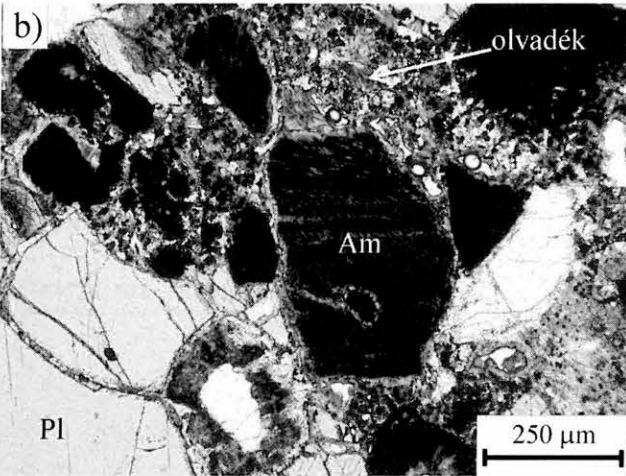
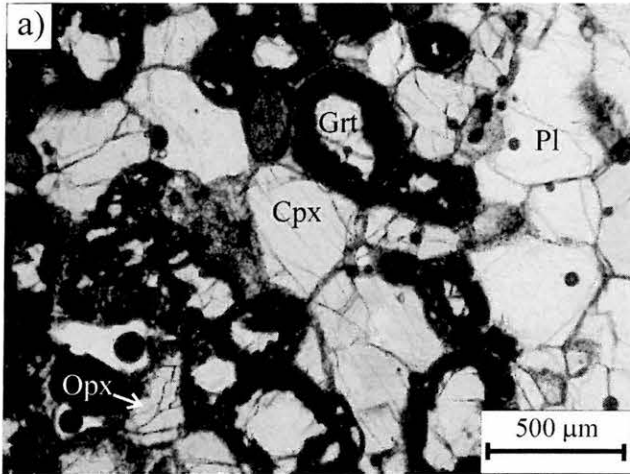
Az általunk vizsgált két lelőhely (Sabar-hegy és Szentbékakála) sajátossága, hogy az alkáli bazalttufa nagy mennyiségű, változatos összetételű és eredetű közetzárványt tartalmaz. Alkáli bazalt töredékek, felső köpeny eredetű ultrabázisos kőzetek, klinopiroxén megakristályok, bázisos granulitok (beleértve a gránáttartalmúakat is), üledékes eredetű granulitok, buchtok, paleozoós, igen kisméretű metamorfózist szenvedett kőzetek (fillitek, kvarcitok, kristályos mészkövek), permi homokkövek és riolitok, mezozoós karbonátok, valamint pliocén homokkövek egyaránt megjelennek zárványként.

2. Petrográfia

Az általunk vizsgált gránát granulit xenolitok általában gránátból, földpátból és klinopiroxénből állnak, de tartalmazhatnak ortopiroxént, amfibolt vagy szkapolitot is (2a. ábra). Amfibol kizárólag a sabar-hegyi mintákban jelenik meg. Kisebb mennyiségben egyéb járulékos elegyrészek (pl. apatit, rutil, szfén, Fe–Ti-oxidok, kvarc, kalcit stb.) is előfordulnak.

A fő közetalkotó ásványok sajátalakúak, általában egyes szemcsehatárral, egyes helyeken 120 fokos szögben érintkeznek egymással, ami egyidejű, egyensúlyi ásvány-

képződésre utal. A gránát granulit kőzetalkotó ásványai — a szkapolit kivételével — kölcsönösen előfordulnak egymásban zárványként.



2. ábra. A gránát granulit mikroszkópi képe. A gránátot sötét átalakulási szegély övezi (a), az amfibol deformált, olvadt szegélye felülírja a szemcsehatárokat (b). Rövidítések: Am—amfibol, Cpx—klinopiroxén, Grt—gránát, Opx—ortopiroxén, Pl—plagioklász

Fig. 2. Photomicrograph of garnet granulite. Garnet is surrounded by dark reaction corona (a), amphibole is deformed, its molten rim overwrites the grain boundaries (b). Abbreviations: Am—amphibole, Cpx—clinopyroxene, Grt—garnet, Opx—orthopyroxene, Pl—plagioclase

A gránátok körül a mikroszkópi képen jellegzetes, sötét színű átalakulási szegély látható, egyes esetekben az átalakulás az egész gránátot felemészti (2a. ábra). A pásztázó elektronmikroszkópos felvételeken egyértelműen kiderül, hogy az átalakulási szegély kisméretű ásványok főegyszerű összenövés, ún. szimplektit. A szimplektiteken belül két különböző ásványtársulás különíthető el:

1. Anortit + spinell + Al-ortopiroxén szimplektit, mely közvetlenül a gránatra nő (3. ábra). A gránát = Al-gazdag ortopiroxén + anortit + spinell

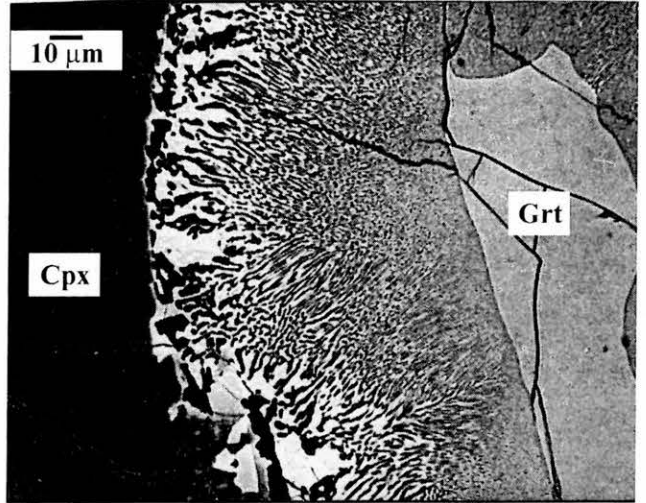
gránátzésésési reakció termékének tekinthető. A szimplektit általában finomszemcsés, de esetenként durvaszemcsés, átkristályosodott.

2. Anortit + olivin ± olvadék ± spinell szimplektit (4. ábra), mely általában az első típusú szimplektitre nő, de egyes szentbékállai mintákban az első típusú szimplektitet, illetve a gránát reliktumot átszelő késői erekben található.

Az amfibolok gyakran mutatják erős deformáció és/vagy az olvadás jeleit. Az olvadás során keletkezett

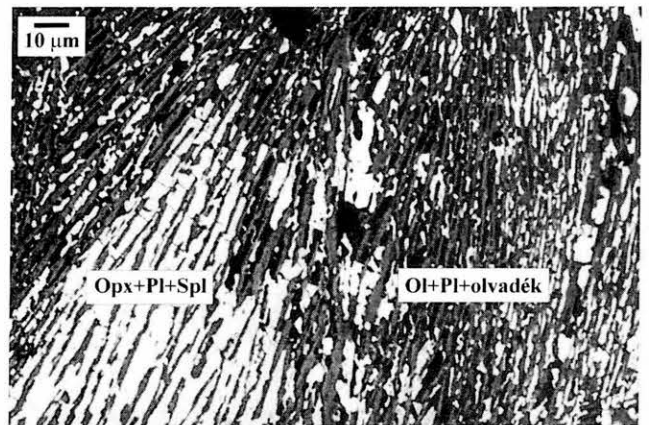
plagioklász + klinopiroxén + Fe–Ti-oxidok + olvadék ± spinell ± ortopiroxén ± olivin

összetételű reakciótermék néhol felülírja az amfibol és a kőzetalkotó ásványok között húzódo eredetileg egyenes vonalú szemcsehatárokat (2b. ábra).



3. ábra. Az első típusú szimplektit visszaszórt elektronképe. Rövidítések: Cpx—klinopiroxén, Grt—gránát

Fig. 3. BSE image of type 1 symplectites. Abbreviations: Cpx—clinopyroxene, Grt—garnet



4. ábra. A második típusú szimplektit visszaszórt elektronképe. Rövidítések: Opx—ortopiroxén, Ol—olivin, Pl—plagioklász, Spl—spinell

Fig. 4. BSE image of type 2 symplectites. Abbreviations: Opx—orthopyroxene, Ol—olivine, Pl—plagioclase, Spl—spinel

3. Ásványkémia

Az egyes ásványfázisok kémiai (főelem) összetételét AMRAY 1810I típusú, EDS detektorral felszerelt elektronmikroszondával mértük az ELTE Kőzettani és

Geokémiai Tanszékén. Standardként természetes és szintetikus ásványokat alkalmaztunk, a kémiai összetétel számításánál ZAF korrekciót végeztünk. Az 1. táblázat tartalmazza a különböző szöveti helyzetben megjelenő ásványtípusok kémiai összetételét.

	Gr1	Gr2	Fp1	Fp2	Fp3	Fp3	Fp4	Cpx1	Cpx2	Opx1a	Opx1b	Opx2	Opx3	Am	Am	Cpx1	Cpx2	Opx1a	Opx1b	Opx2	Opx3	Am	Am
SiO ₂	38,2	39,3	55,7	47,9	45,2	43,9	47,9	49,3	44,8	50,7	49,5	46,4	52,1	41,5	38,9	49,3	44,8	50,7	49,5	46,4	52,1	41,5	38,9
TiO ₂	0,2	0,0	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,9	1,8	0,3	0,7	0,1	0,4	3,9	1,7	0,9	1,8	0,3	0,7	0,1	0,4	3,9	1,7
Al ₂ O ₃	22,6	22,2	27,3	33,0	34,5	35,6	31,8	5,2	9,8	1,9	7,2	6,4	2,2	14,1	17,0	5,2	9,8	1,9	7,2	6,4	2,2	14,1	17,0
FeO _t	23,6	21,0	0,0	1,2	1,4	1,3	0,9	8,8	12,1	22,4	19,9	28,9	17,3	10,9	13,5	8,8	12,1	22,4	19,9	28,9	17,3	10,9	13,5
MnO	0,8	0,5	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,2	0,3	0,2	0,4	1,1	0,8	0,2	n. d.	0,2	0,3	0,2	0,4	1,1	0,8	0,2	n. d.
MgO	6,9	10,2	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	13,7	12,7	23,6	20,5	14,9	24,9	13,1	13,5	13,7	12,7	23,6	20,5	14,9	24,9	13,1	13,5
CaO	8,1	6,1	9,9	15,4	17,9	19,0	16,7	20,4	17,9	1,1	2,1	1,6	2,0	11,2	11,5	20,4	17,9	1,1	2,1	1,6	2,0	11,2	11,5
Na ₂ O	n. d.	n. d.	6,0	2,9	1,1	0,0	2,3	0,6	0,3	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	2,5	1,1	0,6	0,3	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	2,5	1,1
K ₂ O	n. d.	n. d.	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,9	1,6	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,9	1,6
Total	100,6	99,3	99,2	100,5	100,1	99,8	99,6	99,3	99,9	100,2	100,3	99,4	99,6	98,3	98,7	99,3	99,9	100,2	100,3	99,4	99,6	98,3	98,7
Si	2,94	2,99	2,53	2,20	2,09	2,04	2,22	1,85	1,70	1,90	1,83	1,82	1,92	6,06	5,73	1,85	1,70	1,90	1,83	1,82	1,92	6,06	5,73
Ti	0,01	0,00	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,03	0,05	0,01	0,02	0,00	0,01	0,42	0,18	0,03	0,05	0,01	0,02	0,00	0,01	0,42	0,18
Al	2,05	1,99	1,46	1,78	1,88	1,95	1,74	0,23	0,44	0,09	0,31	0,29	0,09	2,43	2,95	0,23	0,44	0,09	0,31	0,29	0,09	2,43	2,95
Fe	1,52	1,34	0,00	0,04	0,05	0,05	0,03	0,28	0,38	0,70	0,61	0,95	0,53	1,33	1,67	0,28	0,38	0,70	0,61	0,95	0,53	1,33	1,67
Mn	0,05	0,03	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	n. d.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	n. d.
Mg	0,79	1,16	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,77	0,72	1,32	1,13	0,87	1,37	2,84	2,97	0,77	0,72	1,32	1,13	0,87	1,37	2,84	2,97
Ca	0,67	0,50	0,48	0,76	0,89	0,95	0,83	0,82	0,72	0,04	0,08	0,07	0,08	1,76	1,81	0,82	0,72	0,04	0,08	0,07	0,08	1,76	1,81
Na	n. d.	n. d.	0,53	0,26	0,10	0,00	0,21	0,04	0,02	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,71	0,32	0,04	0,02	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,71	0,32
K	n. d.	n. d.	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,17	0,30	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,17	0,30
Total	8,03	8,01	5,02	5,04	5,02	4,99	5,02	4,03	4,04	4,05	4,00	4,03	4,03	15,74	15,92	4,03	4,04	4,05	4,00	4,03	4,03	15,74	15,92
Alm	50,2	44,2																					
Py	26,0	38,4																					
Gro	22,0	16,4																					
Spe	1,8	1,0																					
Ab			51,5	25,5	10,2	0,0	20,2																
An			46,6	74,5	89,9	100,0	79,8																
Or			1,9	0,0	0,0	0,0	0,0																
En								43,2	42,3	63,9	61,3	46,2	69,2										
Fs								10,7	15,4	34,0	34,1	50,2	26,9										
Wo								46,1	42,3	2,1	4,6	3,6	3,9										

1. táblázat. A gránát granulitokban előforduló ásványok reprezentatív összetételei, a számított kationszámok és szélső tagok. Rövidítések: Grt—gránát, Fp1—kőzetalkotó földpát, Fp2—az amfibol olvadásából származó földpát, Fp3—az első típusú szimplektit földpátja, Fp4—a második típusú szimplektit földpátja, Cpx1—kőzetalkotó klinopiroxén, Cpx2—az amfibol olvadásából származó klinopiroxén, Opx1a—sabar-hegyi kőzetalkotó ortopiroxén, Opx1b—szentbékállai kőzetalkotó ortopiroxén, Opx2—az első típusú szimplektit ortopiroxénje, Opx3—az amfibol olvadásából származó ortopiroxén, Am—kőzetalkotó amfibol, n. d.—nem detektált, Ab—albit, An—anortit, Or—ortoklász, En—ensztatit, Wo—wollastonit, Fs—ferroszilit, Alm—almandin, Py—pirop, Gro—grossulár, Spe—spessartin, FeO_t—a teljes vastartalom FeO-ra vonatkoztatva

Table 1. Representative analyses, calculated cation numbers and end members of minerals occurring in garnet granulites. Abbreviations: Grt—rock-forming garnet, Fp1—rock-forming feldspar, Fp2—feldspar from amphibole melting, Fp3—feldspar from type 1 symplectite, Fp4—feldspar from type 2 symplectite, Cpx1—rock-forming clinopyroxene, Cpx2—clinopyroxene from amphibole melting, Opx1a—rock-forming orthopyroxene from Sabar-hegy, Opx1b—rock-forming orthopyroxene from Szentbékállai, Opx2—orthopyroxene of type 1 symplectites, Opx3—orthopyroxene from amphibole melting, Am—rock-forming amphibole, n. d.—not detected, Ab—albite, An—anorthite, Or—orthoclase, En—enstatite, Wo—wollastonite, Fs—ferrosilite, Py—pyrope, Gro—grossular, Spe—spessartite, FeO_t—total iron content in FeO

A gránátok almandin, pirop, grosszulár és spessartin szilárd oldatának tekinthetők, összetételük többé-kevésbé egységes ($\text{Alm}_{38,3-48,6}\text{Py}_{32,7-44,6}\text{Gro}_{15,4-17}\text{Spe}_{1,5-2,4}$), kémiai zónásságot nem mutatnak.

A négy különböző szöveti helyzetben megjelenő földpátgeneráció kémiai összetételben is mutat eltérést. A gránát granulit ásványtársulásban megjelenő kőzetalkotó földpát, mely gránáttal, klinopiroxénnel, ortopiroxénnel, esetleg amfibollal tart egyensúlyt, intermedier összetételű ($\text{Ab}_{50,7-56,1}\text{An}_{43,2-47}\text{Or}_{0,75-2,5}$). Az amfibol olvadásából keletkezett, klinopiroxénnel, opakásványokkal, esetleg ortopiroxénnel vagy olivinnel egyensúlyban levő földpát az előzőnél bázikusabb ($\text{Ab}_{29,3-35,3}\text{An}_{62-69,6}\text{Or}_{1,1-1,8}$). A gránát szétesése során az első típusú szimplektitben Al-gazdag ortopiroxénnel és spinellel egyensúlyban jelennek meg a legbázisusabb plagioklászok ($\text{Ab}_{4,1-20}\text{An}_{80-94,6}\text{Or}_{0-1,5}$). Ezek közül a legnagyobb albittartalmú plagioklászot durvaszemcsés, újrakristályosodott, míg a tiszta anortitot finomszemcsés szimplektitben mértük. A második típusú szimplektitben található, olivinnel egyensúlyt tartó földpát összetétele az újrakristályosodott szimplektitéhez közeli ($\text{Ab}_{20,2-23,5}\text{An}_{76,5-79,8}$).

Az eltérő szöveti környezetben megjelenő klinopiroxének összetétele különböző, bár a konvencionális enstatit–wollastonit–ferroszilit piroxéndiagramon nem alkotnak külön csoportot. A kőzetalkotó klinopiroxén Al_2O_3 - (5,2–6,7 súly%) és TiO_2 - (1 súly% alatt) tartalma alacsonyabb, mint az amfibol olvadásakor keletkező klinopiroxéné ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,4\text{--}10,1$ $\text{TiO}_2 = 1,1\text{--}2,1$ súly%).

Három, kémiaileg és szövetileg is különböző ortopiroxén generáció volt kimutatható. A gránát granulitban kőzetalkotó ortopiroxének Al_2O_3 -tartalma a két lelőhelyen nem teljesen azonos. A sabar-hegyi mintákban alacsonyabb (1,6–3,2 súly%), mint a szentbékállaiakban (3,9–7,2 súly%). A gránát bomlásából származó első típusú szimplektitben megjelenő ortopiroxén, mely spinellel és anortittal tart egyensúlyt, a kőzetalkotó ortopiroxéneknél több ferroszilitet tartalmaz. Ebben a típusban különösen nagy volt az Al_2O_3 -tartalom (5,3–11,4 súly%), mely egyes zónás ásványokban a magtól (7,0–7,4 súly%) a zóna (9,2–10,1 súly%) felé nőtt. Az amfibol olvadásakor esetlegesen keletkező ortopiroxének Al_2O_3 -tartalma közepes (2,1–4,8 súly%), és az első típusúhoz hasonló mennyiségben tartalmaznak enstatitot.

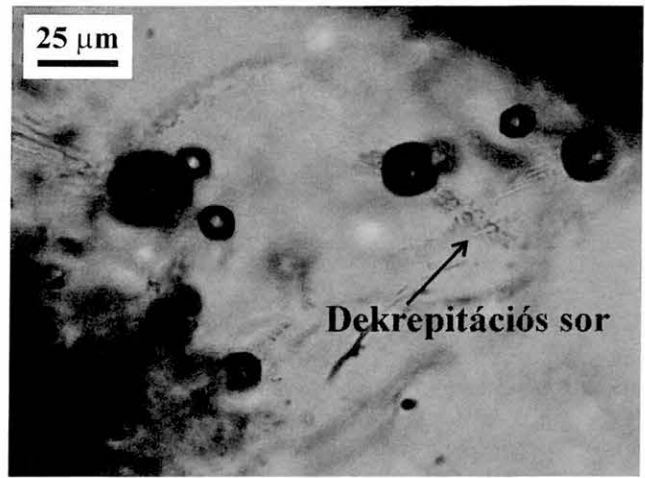
Az amfibolok összetétele a szöveti helyzettől függetlenül egységes, többnyire pargasitos. A TiO_2 -tartalom 2,7–5,0 súly% között változik.

4. Fluidzárvány-vizsgálatok

A kőzetalkotó ásványokba képződésük, illetve utólagos folyamatok során 1–50 μm -es fluidfázisú buborékok záródtak be. Különösen gyakoriak földpátokban és klinopiroxéneknél, továbbá amfibolokban is előfordulnak igen kis méretű zárványok.

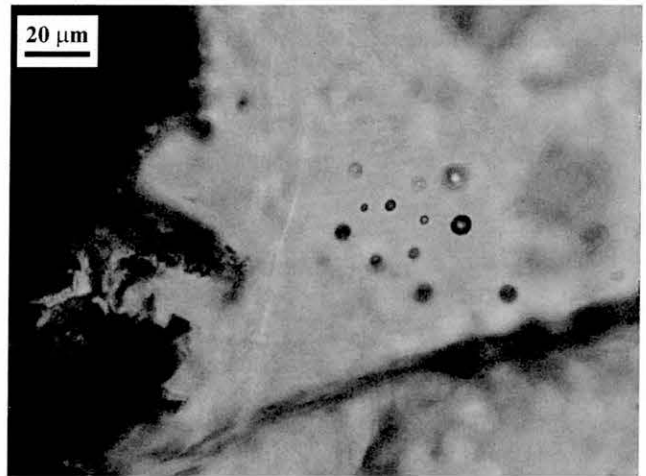
Szöveti helyzetük alapján három csoportot különböztethetünk meg:

1. magányos zárványok,
2. néhány zárványból álló csoportok (5. ábra),
3. ásványon belüli vagy ásványokat átszelő repedések mentén megjelenő zárványok (6. ábra).



5. ábra. Csoportosan előforduló elsődleges fluidzárványok. A nyíljal jelölt zárvány dekrepitálódott, amit a repedésben megjelenő dekrepitációs sor mutat

Fig. 5. Group of primary fluid inclusions. The arrow shows a decrepitated fluid inclusion, which is marked by the decrepitation tail in the fissure



6. ábra. Sorokba rendeződött másodlagos fluidzárványok mikroszkópi képe. A zárványsorok által kirajzolt sík szöget zár be a kép síkjával

Fig. 6. Photomicrograph of secondary fluid inclusion trails. The plane defined by the trails intersects the plain of the photomicrograph in oblique angle

Ezek közül az első két csoportba tartozók az ásvány kristályosodása során bezáródott ún. elsődleges zárványok, míg a harmadik csoportba sorolhatók az ún. másodlagos zárványok, melyek létrejötté az ásványok képződése utáni repedések mentén történt fluidumvándorláshoz köthető.

Az elsődleges fluidzárványok általában egyfázisúak, néha ismeretlen szilárd fázis is megjelenik bennük. Alakjuk általában izometrikus vagy enyhén ovális. Sajnos a legtöbb felnyílt (dekrepitálódott), amit a zárványokat övező repedésekben kialakult dekrepitációs sor, vagy a körkörös megjelenő, apró zárványokból álló dekrepitációs udvar bizonyít (5. ábra). A mérésekhez igyekeztünk olyanokat választani, ahol dekrepitációra

utaló jel mikroszkópban nem volt megfigyelhető. A másodlagos fluidzárványok gyakran fordulnak elő szilikát-olvadék-zárványok társaságában, vagy összetett szilikát + fluid-tartalmú zárványokként.

A fluidzárványméréseket az ELTE Közettani és Geo-kémiai Tanszék Litoszféra Fluidumkutató Laboratóriumának USGS, valamint az ELTE Ásványtani Tanszékének Chaixmeca típusú hűthető-fűthető tárgyasztalú mikroszkópjai alatt végeztük, melyek kalibrációja azonos szintetikus fluidzárványokkal és ismert összetételű vegyszerekkel történt. A mérés első lépésében megfagyasztottuk a zárványokat és mértük az olvadáspontot, második lépésben addig melegítettük, míg el nem tűntek a fázishatárok, ekkor kaptuk a homogenizációs hőmérsékletet. Az olvadáspont minőségi információt nyújt a zárványt alkotó anyag(ok)ról, míg a két hőmérsékleti adat együttesen alkalmas a zárvány sűrűségének meghatározására [ROEDDER 1984].

Az elsődleges zárványoknál mért olvadáspontok ($-62,3$ °C-tól $-57,7$ °C-ig) erősen szórnak, de közel esnek a CO₂ hármaspontjához (7a. ábra). A homogenizációs hőmérsékletek szintén tág határok között változnak ($+4,8$ °C-tól $-37,0$ °C-ig) (7b. ábra). A másodlagos fluidzárványok olvadáspontjai az előzőkkel ellentétben igen szűk intervallumba esnek ($-56,6$ °C-tól $-58,5$ °C-ig), és alig térnek el a CO₂ hármaspontjától (7a. ábra). Az itt mért homogenizációs hőmérsékletek szintén kisebb szórást mutatnak ($0,8$ °C-tól $+9,4$ °C-ig), és részben átfednek az elsődleges zárványokon mért hasonló adatokkal (7b. ábra).

5. Az eredmények értékelése

Ásványegyensúlyok és termobarometria

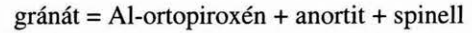
A petrográfiai megfigyelések alapján elkülönítettünk négy ásványtársulást, melyek feltehetőleg különböző időpontban, más-más p–T-viszonyok között keletkeztek.

A szöveti bélyegek alapján három ásványtársulás keletkezése egyértelmű relatív időrendbe tehető. Elsőként a gránát granulit, majd az első típusú gránát utáni szimplektit, végül a második típusú gránát utáni szimplektit képződött, hiszen a szimplektitiek ebben a sorrendben nőnek a gránatra. Az amfibol olvadása során keletkezett ásványtársulás felülírja a gránát granulit szemcsehatárait (2b. ábra), ezért biztosan annak képződését követően jött létre, ám a szöveti információk alapján nem illeszthető be egyértelműen az előbbi sorba.

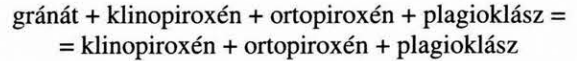
Az irodalomból ismert ásványegyensúlyi reakciók segítségével meghatározhatók azok a p–T-viszonyok, melyek között az egyes ásványtársulások minden tagja stabil (8. ábra). Ez a relatív keletkezési sorrend ismeretében lehetőséget ad arra, hogy egyfajta p–T utat állítsunk fel. Az egymással egyensúlyban levő ásványok esetében geotermo-barometriai számítások végezhetők, amivel az adott ásványpár keletkezési hőmérséklete és/vagy nyomása módszertől függően akár ± 50 °C és/vagy $\pm 0,05$ – $0,1$ GPa pontossággal adható meg.

A gránát granulit stabilitási mezejét (8. ábra) a gránát, plagioklász, klinopiroxén és ortopiroxén együttes jelenléte határozza meg. Sabar-hegyen ezt tovább szűkíti az amfibol jelenléte. Az alsó hőmérsékleti határt az ortopiroxén meg-

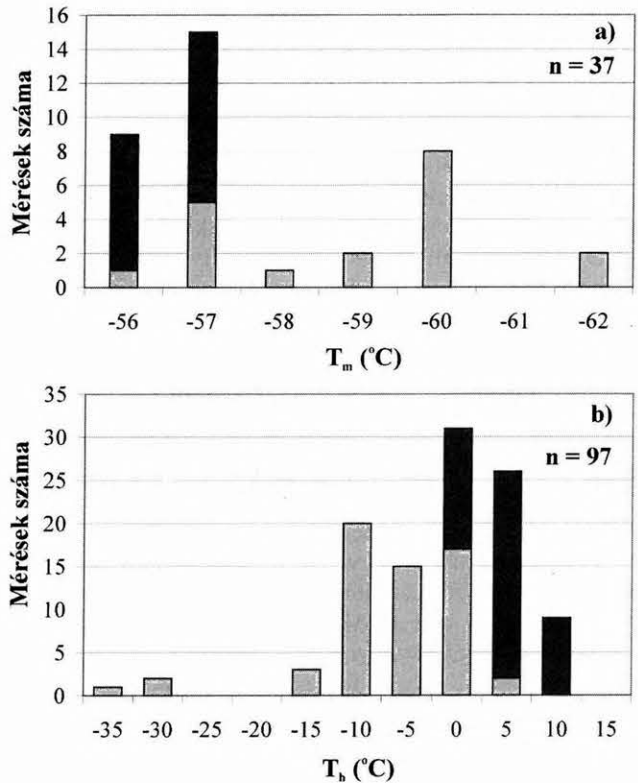
jelenése (800–830 °C) adja [PATTISON et al. 2003]. A hőmérséklet felső korlátja a sabar-hegyi granulitokban a pargasitos amfibol olvadása (1 GPa nyomáson kb. 1000 °C) [WYLLIE, WOLF 1993], míg Szentbékállán a gránát szét-
esése jelenti. A



reakció 1 GPa nyomáson kb. 1150 °C-on megy végbe. [ZANG et al. 1993]. Az alsó nyomáshatárt szintén a gránát kilépése adja, a



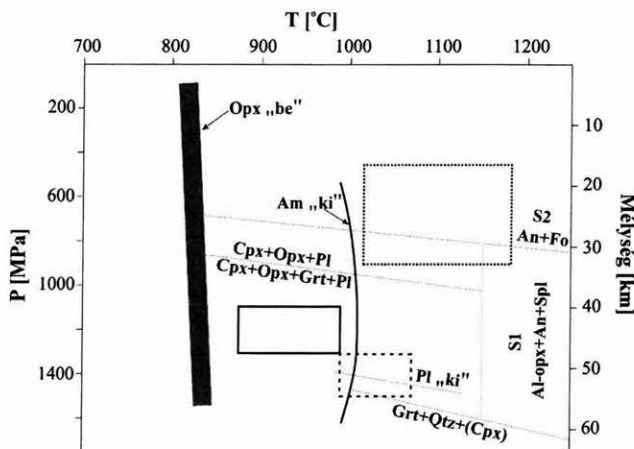
reakció mafikus granulitokban 0,9–1 GPa nyomáson zajlik le [IRVING 1974]. A nyomás maximuma a plagioklász eltűnéséhez, azaz a granulit eklogittá alakulásához köthető, mely 1000 °C-on 1,4–1,5 GPa nyomáson megy végbe [KUSHIRO, YODER 1966; ADAM et al. 1992].



7. ábra. Fluidzárványokon mért olvadáspontok (a) és homogenizációs hőmérsékletek (b) gyakorisága. A fekete oszlop az elsődleges, a szürkék a másodlagos zárványok mikrotermometriai adatait mutatják

Fig. 7. Melting points (a) and homogenization temperatures (b) measured on primary (black columns) and secondary (grey columns) fluid inclusions

A szentbékállai gránát granulit maximális képződési hőmérsékletét jelentő gránát szét-
esési reakció szabja meg az első típusú szimplektit stabilitásának alsó hőmérsékleti határát is. Az alsó nyomáshatárt az Al-ortopiroxén bomlása adja [ZANG et al. 1993]. Ezen ásványtársulás megjelenése hőmérséklet-emelkedést jelent. A második típusú szimplektit (4. ábra) olivinje 1100 °C-on maximálisan 0,8 GPa nyomáson stabil [KUSHIRO, YODER 1966], tehát az előzőkhöz képest jelentős nyomáscsökkenést bizonyít (8. ábra).



8. ábra. A bázisos granulitok ásványegyensúlyai. A folyamatos, szaggatott, illetve pontozott vonallal keretezett területek rendre a sabar-hegyi és a szentbékállai gránát granulitok, illetve az amfibol olvadástermékeinek képződési viszonyait jelzik a geotermo-barometria alapján. Az első, ill. a második típusú szimplektit stabilitási mezéjét S1, ill. S2 jelzi. Rövidítések: Am—amfibol, An—anortit, Cpx—klinopiroxén, Fo—forsterites olivin, Grt—gránát, Opx—ortopiroxén, Pl—plagioklász, Qtz—kvarc, Spl—spinell

Fig. 8. Mineral equilibria of mafic garnet granulites. Areas bordered by continuous, broken and dotted lines represent the conditions of formation of garnet granulites from Sabar-hegy, Szentbékállai and the melting product of amphiboles respectively according to geotermobarometry. Stability fields of type 1 and 2 symplectites are marked by S1 and S2, respectively.

Abbreviations: Am—amphibole, An—anortite, Cpx—clinopyroxene, Fo—forsteritic olivine, Grt—garnet, Opx—orthopyroxene, Pl—plagioclase, Qtz—quartz, Spl—spinell

Az amfibol olvadásának termékei egyértelműen a gránát stabilitási mezéjén kívül keletkeztek. A

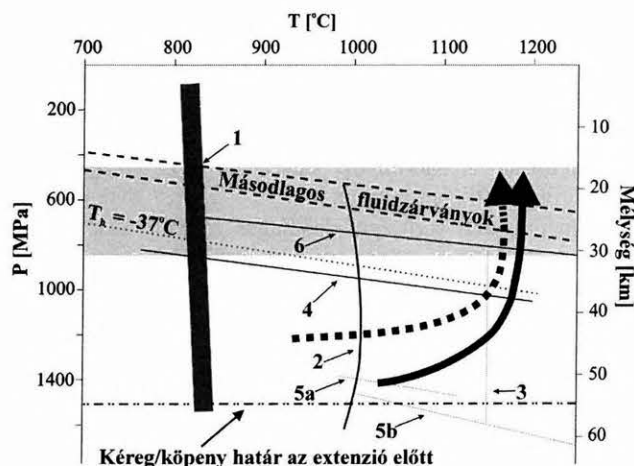
plagioklász + klinopiroxén + Fe–Ti-oxidok ± ortopiroxén ásványtársulás 0,8–1 GPa között jött létre, míg az olivin megjelenése csak 0,8 GPa nyomás alatt lehetséges [KUSHIRO, YODER 1966] (8. ábra).

A gránát granulit képződési p–T-viszonyok pontosítására az ásványok összetételének ismeretében geotermobarometriai számításokat végeztünk gránát–ortopiroxén–plagioklász ásványegyettesre PATTISON et al. [2003] leírása alapján a TWQ 2.02 program [BERMAN 1991] segítségével és klinopiroxén–ortopiroxén ásványpárokra [WOOD, BANNO 1973]. Az első ásványegyettest felhasználó TWQ 2.02 program alapján az amfiboltartalmú gránát granulitok 880–990 °C és 1,1–1,3 GPa, míg a szentbékállai amfibolmentes granulitok 1010–1070 °C és 1,3–1,5 GPa között képződtek. A klinopiroxén–ortopiroxén termométert [WOOD, BANNO 1973] alkalmazva a hőmérséklet a sabar-hegyi granulitokban 890–950 °C-nak, a szentbékállaiakban 990–1040 °C-nak adódott.

Az amfibol olvadásából származó klinopiroxén–ortopiroxén pár 1030–1170 °C-on volt egyensúlyban. A nyomásviszonyok pontosításához NIMIS [1995] klinopiroxén barométerét használtuk fel. E szerint az amfibol olvadás 0,9–0,5 GPa között zajlott le.

A petrográfia, ásványegyensúlyok és termobarometria alapján felállítható p–T utat a 9. ábra szemlélteti. A gránát granulit az extenzió előtti vastag kéregben, 1,1–1,5 GPa

nyomáson, 880–1070 °C hőmérsékleten képződött, mely hibahatáron belül egyezik EMBEY–ISZTIN et al. [2003] adataival. Ez a nyomástartomány 2,7 g/cm³-es átlagos kéreg-sűrűséggel számolva 41–55 km-es mélységet reprezentál. Az extenzió során lejátszódó 100–300 °C-os hőmérséklet-emelkedést a gránátot helyettesítő első típusú szimplektit és az amfibol olvadás is bizonyítja (8. ábra). Az amfibol bomlástermékeinek stabilitási mezéje, valamint a számított képződési nyomások arra utalnak, hogy az amfibol olvadás már a gránát stabilitási mezéjén kívül, az első típusú szimplektit képződésekor megindult és folytatódott az olivin + plagioklász stabilitási mezéjén belül is. A gránát granulit képződési körülményeihez képest 0,3–0,7 GPa nyomáscsökkenés hatására alakult ki a második típusú szimplektit maximálisan 0,8 GPa nyomáson, azaz 30 km-es mélységben. A geofizikai módszerekkel meghatározott jelenlegi kéregvastagság (a vizsgált területen kb. 30 km) [MITUCH, POSGAY 1972; POSGAY et al. 1986, 1991] jól egyezik az általunk számított adatokkal.



9. ábra. A gránát granulit által bejárt p–T út a szentbékállai (folyamatos vonal) és a sabar-hegyi (pöttyözött vonal) minták alapján. A másodlagos fluidzárványok izochorjait vékony szaggatott, a legsűrűbb elsődlegesét vékony pontozott vonallal jelöltük. A szürke téglalap a jelenlegi alsó kéreg nyomásviszonyait reprezentálja. Az általunk számított extenzió előtti kéreg/köpeny határt vastag pontvonal jelzi. A felhasznált ásványreakciókat a következő számokkal jelöltük: 1—az ortopiroxén belépése, 2—az amfibol olvadás, 3—az első típusú szimplektit képződése, 4—a gránát kilépése, 5a—a plagioklász kilépése ADAM et al. [1992] szerint, 5b—a plagioklász kilépése KUSHIRO és YODER [1966] szerint, 6—a második típusú szimplektit képződése

Fig. 9. p–T path of garnet granulites from samples from Sabar-hegy (dotted line) and Szentbékállai (continuous line). Isochors of secondary fluid inclusions and the most dense primary fluid inclusion are marked by thin broken line and thin dotted line. The grey rectangle represents pressure conditions of present day lower crust. Thick stipple shows the thickness of lower crust prior to extension. The used mineral reactions are marked by numbers as follows: 1—orthopyroxene “in”, 2—melting of amphibole, 3—formation of type 1 symplectite, 4—garnet “out”, 5a—plagioclase “out” ([ADAM et al. 1992], 5b—plagioclase “out” [KUSHIRO, YODER 1966], 6—formation of type 2 symplectite

A bázisos granulit ásványegyensúlyai (8. ábra) alapján a jelenlegi bázisos összetételű alsó kéregben a gránát granulit nem stabil, ehelyett a kisnyomású granulitokra jellemző

olivin + plagioklász + ortopiroxén + klinopiroxén ásványegyüttes van jelen. A Dunántúli-középhegység legnagyobb kéregvastagsággal jellemezhető részein a kéreg alján a kismomású ásványegyüttest felválthatja a közepes nyomású bázisos granulitokra jellemző

ortopiroxén + klinopiroxén + plagioklász

együttes. A granulitos ásványegyüttesek csak 800 °C felett stabilak [PATTISON et al. 2003]. Ha ennél alacsonyabb a hőmérséklet, akkor elvileg amfibolit fáciesű ásványegyüttes lenne stabil, ám ennek kialakulásához jelentős mennyiségű vízre van szükség. Ennek hiányában a granulitos ásványegyüttes metastabilan hosszú ideig fennmaradhat.

Fluidzárvány-vizsgálatok

Az elsődleges zárványoknál mért jelentős olvadáspontcsökkenés arra utal, hogy a zárványok CO₂ mellett N₂-t és/vagy CH₄-t és/vagy CO-t is tartalmaznak.

A másodlagos zárványok főleg CO₂-ból állnak. A kismértékű olvadáspont-csökkenés alapján feltételezhető más komponensek jelenléte, de jóval kisebb mennyiségben, mint az elsődleges zárványok esetén.

A FLINCOR program [BROWN 1989] segítségével a homogenizációs hőmérséklet és az olvadáspont alapján kiszámítottuk a zárványok sűrűségét. Az ebből kapott izochorokat a 9. ábra mutatja be.

A legnagyobb sűrűségű elsődleges zárvány izochorja is csak megközelíti a gránát granulit stabilitási mezejét, ami arra utal, hogy a zárvány sűrűsége valamelyest csökkent a kezdeti értékhez képest, annak ellenére, hogy nem mutat mikroszkópon megfigyelhető dekrepitációs jeleket. A homogenizációs hőmérsékletek elnyúlt hisztogramjáról (7b. ábra) leolvasható, hogy a mért elsődleges zárványok különböző mértékű térfogat-növekedésen mentek keresztül a kéreg kivékonyodása során. A jelenséget, miszerint nagy nyomású és hőmérsékletű rendszerekben a zárványok folyamatos térfogat-növekedést (sűrűségcsökkenést) szenvedhetnek, VITYK és BODNAR [1995] már korábban is leírta.

A másodlagos zárványok izochorjai azt mutatják, hogy a fluidumok a gránát utáni második típusú (olivin + plagioklász) szimplektit stabilitási mezejében záródtak be 0,6–0,7 GPa nyomáson, a mai alsó kéregnek megfelelő mélységben. Az elsődleges és másodlagos zárványok homogenizációs hőmérsékleteinek átfedése azt mutatja, hogy az elsődleges zárványok egy része a kiemelkedés okozta térfogat-növekedés után a másodlagos zárványok képződési körülményei között jutott újra egyensúlyba.

A fluidzárványmérések eredményei szerint az alsó kéreg CO₂-gazdag fluidumok uralták mind az extenzió előtt, mind pedig utána. Ez az eredmény jól összevág mind a granulit xenolitokról, mind a kiemelkedett granulitos terrénokról az irodalomban közölt adatokkal [pl. SELVERSTONE 1982; VAN DEN KERKHOF, OLSEN 1990; SRIKANTAPPA et al. 1992; VAN DEN KERKHOF et al. 1994; ERTAN, LEEMAN 1999; ANDERSEN et al. 1993; TOURET 1995].

6. Következtetések

A sabar-hegyi és szentbékállai, alsó kéreg eredetű granulitok alapján felállítható az alsó kéreg közetei által

bejárt p–T út a Pannon-medence extenzióját megelőző állapottól a pliocén alkáli bazaltos vulkanizmus időpontjáig:

1. A kéreg maximális vastagsága az extenzió előtt a sabar-hegyi granulitok alapján 48 km, a szentbékállaiak szerint 55 km volt, az alsó kéreg hőmérséklete 880–1070 °C között változott. Ebben a fázisban az alsó kéregben CO₂-gazdag fluidum volt jelen, mely elsődleges zárványokként záródott be a gránát granulit közetalkotó ásványaiba.
2. Az általunk megrajzolt p–T út arra enged következtetni, hogy az extenzió során a kéregkivékonyodás kezdeti szakaszában az alsó kéreg jelentősen (100–300 °C) felmelegedett.
3. A kezdeti felmelegedés után nagymértékű nyomáscsökkenés (minimum 0,3–0,7 GPa), azaz kéregkivékonyodás következett be. A kivékonyodott kéreg vastagsága kb. 30 km volt. Az extenzió során az elsődleges fluidzárványok egy része a nyomáscsökkenés során felnyílt, majd a kivékonyodott alsó kéregben újra egyensúlyba jutott. A másodlagos fluidzárványok is ebben a mélységben záródtak be.
4. Az alkáli bazaltos vulkáni működés 3,5–5,5 millió évvel ezelőtt felszínre hozta a gránát granulitokat xenolit formájában.

Az általunk számított extenzió előtti, valamint a geofizikai mérésekkel is igazolt mai kéregvastagság alapján a maximális kéregkivékonyodási tényező: $\beta = 1,6–1,8$. Ezt összevetve HUISMANS et al. [2001] modelljével, miszerint a Pannon-medence extenziójának első fázisában $\beta = 1,4–1,6$, a második fázisban $\beta = 1,1$ kéregkivékonyodási tényező volt jellemző, jó egyezést kapunk, hiszen a két hatás együttesen $\beta = 1,5–1,8$ értéket eredményez.

Ásványegyensúlyi megfontolások alapján a jelenlegi bázisos összetételű alsó kéregben a gránát granulit nem stabil, ehelyett kis, nagyobb kéregvastagság esetén közepes nyomású ásványegyüttesek fordulnak elő. 800 °C-nál alacsonyabb hőmérséklet esetén amfibolit is elképzelhető. A mai alsó kéregben gránát granulit legfeljebb metastabil reliktumként fordulhat elő.

A kapott eredmények több, független módszerekkel alátámasztott információt szolgáltatnak a kéreg kivékonyodásának mértékéről és folyamatáról, melyek lehetőséget teremtenek a geofizikai eredmények ellenőrzésére, a modell pontosítására.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki az Országos Tudományos Kutatási Alapnak (T034922 sz. pályázat), az Oktatási Minisztériumnak (Békésy György posztdoktori ösztöndíj), a Magyar Tudományos Akadémiának (Bolyai-ösztöndíj) és a Litoszféra Fluidum Kutató Laboratóriumnak anyagi támogatásukért, valamint MOLNÁR Péternek munkánk korai fázisában nyújtott segítségével. Ez a munka a Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium 17. publikációja.

HIVATKOZÁSOK

ADAM J., GREEN T. H., DAY R. A. 1992: An experimental study of two garnet pyroxenite xenoliths from the Bullenmerri and Gnotuk Maars of Western Victoria, Australia. *Contrib. Mineral. Petrol.* **111**, 505–514

- ANDERSEN T., AUSTRHEIM H., BURKE E. A. J., ELVEVOLD S. 1993: N₂ and CO₂ in deep crustal fluids: evidence from the Caledonides of Norway. *Chem. Geol.* **108**, 113–132
- BALOGH K., JÁMBOR Á., PARTÉNYI Z., RAVASZNÉ BARANYAI L., SOLTI G. 1982: A dunántúli bazaltok K/Ar radiometrikus kora. *MÁFI Évi Jelentés 1980-ról*
- BALOGH K., ÁRVA-SOÓS E., PÉCSKAY Z. 1986: K/Ar dating of post-Sarmatian alkali basaltic rocks in Hungary. *Acta Miner. Petrol. Szeged*, **28**, 75–93
- BERMAN R. G. 1991: Thermobarometry using multi-equilibrium calculations: a new technique, with petrological applications. *Canad. Mineral.* **29**, 833–855
- BROWN P. E. 1989: FLINCOR: A microcomputer program for the reduction and investigation of fluid-inclusion data. *Amer. Mineral.* **74**, 1390–1393
- DOBOSI G., KEMPTON P., DOWNES H., EMBEY-ISZTIN A., THIRLWALL M., GREENWOOD P. 2003: Lower crustal xenoliths from the Pannonian Basin, Hungary. Part 2: Sr-Nd-Pb-Hf and O isotope evidence for formation of continental lower crust by tectonic emplacement of oceanic crust. *Contrib. Mineral. Petrol.* **144**, 671–683
- EMBEY-ISZTIN A., SHARBERT H. G., DIETRICH H., POULTIDIS H. 1990: Mafic granulites and clinopyroxenite xenoliths from the Transdanubian Volcanic Region (Hungary): implications for the deep structure of the Pannonian Basin. *Mineral. Mag.* **54**, 463–483
- EMBEY-ISZTIN A., DOWNES H., JAMES D. E., UPTON B. G. J., DOBOSI G., INGRAM G. A., HARMON R. S., SHARBERT H. G. 1993: The petrogenesis of Pliocene alkaline volcanic rocks from the Pannonian Basin, Eastern Central Europe. *J. Petrol.* **34**, 317–343
- EMBEY-ISZTIN A., DOWNES H., KEMPTON P., DOBOSI G., THIRLWALL M. 2003: Lower crustal xenoliths from the Pannonian Basin, Hungary. Part 1: mineral chemistry, thermobarometry and petrology. *Contrib. Mineral. Petrol.* **144**, 652–670
- ERTAN I. E., LEEMAN W. P. 1999: Fluid inclusions in mantle and lower crustal xenoliths from the Simcoe volcanic field, Washington. *Chem. Geol.* **154**, 83–95
- HARANGI Sz. 2001: Volcanology and petrology of the Late Miocene to Pliocene alkali basaltic volcanism in the Western Pannonian Basin. In: ÁDÁM A., SZARKA L. (Eds): *PANCARDI 2001 Field Guide*, Sopron, 51–81
- HORVÁTH F. 1993: Towards a mechanical model for the formation of the Pannonian Basin. *Tectonophysics* **226**, 333–357
- HUISMANS R. S., PODLADCHIKOV Y. Y., CLOETINGH S. 2001: Dynamic modeling of the transition from passive to active rifting, application to the Pannonian Basin. *Tectonics* **20**, 1021–1039
- IRVING A. J. 1974: Geochemical and high-pressure experimental studies of garnet pyroxenite and pyroxene granulite xenoliths from the Delegate Basaltic pipes, Australia. *J. Petrol.* **15**, 1–40
- JUGOVICS L. 1969: A dunántúli bazalt és bazalttufa területek. *MÁFI Évi Jelentés 1967-ről*
- KEMPTON P., DOWNES H., EMBEY-ISZTIN A. 1997: Mafic granulite xenoliths in Neogene alkali basalts from the Western Pannonian Basin: insights into the lower crust of a collapsed orogen. *J. Petrol.* **38**, 941–970
- KUSHIRO I., YODER H. S. 1966: Anorthite-forsterite and anorthite-enstatite reactions and their bearing on the basalt-eclogite transformation. *J. Petrol.* **7**, 3, 337–362
- MITUCH E., POSGAY K. 1973: The crustal structure of Central and Southeastern Europe based on the results of explosion seismology, Hungary. *Geofiz. Közl. (special edition)*, 118–129
- NIMIS P. 1995: A clinopyroxene geobarometer for basaltic systems based on crystal-structure modeling. *Contrib. Mineral. Petrol.* **121**, 115–125
- PATTISON D. R. M. 2003: Petrogenetic significance of orthopyroxene-free garnet+clinopyroxene+plagioclase±quartz-bearing metabasites with respect to the amphibolite and granulite facies. *J. Metam. Geol.* **21**, 21–34
- POSZGAY K., ALBU I., MAYEROVA M., NAKLADALOVA Z., IBERMAJER I., BLIŽKOVSKÝ M., ARIČ K., GUTDEUTSCH R. 1991: Contour map of the Mohorovičić discontinuity beneath Central Europe. *Geophys. Trans.* **36**, 7–13
- POSZGAY K., ALBU I., RÁNER G., VARGA G. 1986: Characteristics of the reflecting layers in the Earth's crust and upper mantle in Hungary. In: BARAZANGI M., BROWN L. (Eds) *Reflection seismology: a global perspective*. *Geodyn. Ser.* **13**, 55–65
- ROEDDER E. 1984: Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy* **12**, p. 646
- SELVERSTONE J. 1982: Fluid inclusions as petrogenetic indicators in granulite xenoliths, Pali-Aike Volcanic Field, Chile. *Contrib. Mineral. Petrol.* **79**, 28–36
- SRIKANTAPPA C., RAIH M., TOURET J. L. R. 1992: Synmetamorphic high density carbonic fluids in the lower crust: evidence from the Nilgiri granulites, Southern India. *J. Petrol.* **33**, 733–760
- STEGENA L., GÉCZY B., HORVÁTH F. 1975: Late Cenozoic evolution of the Pannonian Basin. *Tectonophysics* **26**, 71–90
- SZABÓ Cs., HARANGI Sz., CSONTOS L. 1992: Review of neogene and Quaternary volcanism of the Carpathian-Pannonian Region. *Tectonophysics* **208**, 243–256
- TÖRÖK K. 1994: Crustal xenoliths from the Pliocene alkaline basalts from the Balaton Highland (W-Hungary). — IMA 16th General Meeting, Abstracts, p. 411
- TOURET J. L. R. 1995: The role and nature of fluids in the continental lower crust. *Mem. Geol. Soc. India* **34**, 143–160
- VAN DEN KERKHOF A. M., TOURET J. L. R., KREULEN R. 1994: Juvenile CO₂ in enderbites of Tromøy near Arendal, Southern Norway: A fluid inclusion and stable isotope study. *J. Metam. Geol.* **7**, 243–260
- VAN DEN KERKHOF A. M., OLSEN S. N. 1990: A natural example of superdense CO₂ inclusions: microthermometry and Raman analyses. *Geochim. Cosmochim. Acta* **54**, 895–901
- VITYK M., BODNAR R. J. 1995: Do fluid inclusions in high-grade metamorphic terranes preserve peak metamorphic density during retrograde decompression? *Amer. Mineral.* **80**, 641–644
- WOOD B. J., BANNO S. 1973: Garnet-orthopyroxene and orthopyroxene-clinopyroxene relationships in simple and complex systems. *Contrib. Mineral. Petrol.* **42**, 109–124
- WYLLIE P. J., WOLF M. B. 1993: Amphibolite dehydration melting: sorting out the solidus. In: PRICHARD H. M., ALABASTER T., HARRIS N. B. W., NEARY C. R. (Eds) *Magmatic processes and plate tectonics*. *Geol. Soc. Spec. Publ.* **76**, 405–416
- ZANG Q., ENAMI M., SUWA K. 1993: Aluminian orthopyroxene in pyrometamorphosed garnet megacryst from Liaoning and Shandong provinces, Northeast China. — *Eur. J. Mineral.* **5**, 153–164

A többlethibák nagyságának célszerű megválasztása az inverzió eredményeinek pontosításához¹

HAJAGOS BÉLA, STEINER FERENC²

A többlethiba-módszer témakörében megjelent első dolgozat példája statisztikus típusú és a mérési adatokban tartalmazott „természetes hibával” azonos nagyságú többlethibát szuperponált a mérési adatokra, mert ha nagyon sokféle többlethiba-realizációval tesszük ezt (a módszert definiáló STEINER [2002] dolgozat egy mikrogravitációs példában ezt $N=vxv=21 \times 21=441$ -féleképpen tette), az egyes többlethibás adatrendszer inverziója hiába ad bizonytalanabb értéket a modellparaméterekre, mint a többlethiba nélküli adatoké, minden paraméterre képezve v db v elemű halmaz mediánjainak a mediánját, a végeredmény sokkal megbízhatóbb, mint a többlethiba nélküli mérési adatok közvetlen („egylépéses”) inverziója.

A jelen dolgozat megmutatja, hogy célszerű a többlethibák nagyságát a természetes hibák $c = 2; 4; 8$ és 16 -szorosára is választani, az általunk eddig alkalmazott $c = 1$ megtartásával, és végül minden modellparaméterre az ötféle többlethiba-módszerrel kapott 5 érték mediánját fogadjuk el végeredménynek. Mivel ötször annyi ($5N$) inverzió végrehajtása szükséges a továbbfejlesztett változatban, ennek alkalmazását két körülmény gátolhatja: a direkt feladat algoritmusának bonyolult volta és/vagy viszonylag korlátozott számítástechnikai lehetőségeink.

B. HAJAGOS, F. STEINER: Investigations of the proper choice of the c ratio of the artificial and natural error magnitudes using the surplus error method

The example given in the first article published in the theme “surplus error method” superposed artificial errors of statistical type and of the same magnitude as the natural error has to the measured values many ($21 \times 21=441$) times. After this each modelparameter was determined 441 times by inversion characterized by greater error but the median of the 21 medians for each modelparameter could be characterized by much more accuracy than the result of the “one step inversion” without surplus errors.

The present article shows that it is more advantageous to work with the following five surplus error magnitudes: $c = 1; 2; 4; 8$ and 16 times the magnitude of the natural errors (contained in the measured values); in the last step for each modelparameter the median of 5 values are accepted which were the results of the surplus error method using different c values. As five times more ($5N$) inversions are necessary, this proposal can not be applied in case of very complicated direct algorithms and/or of very limited computing possibilities.

1. Bevezetés

„Quidquid est in intellectu, praeesse deberet in sensu.” (A szerzők fordítása szerint: „Bármilyen van a tudatban, mint megérzésnek már ezt megelőzően léteznie kell.”) Talán nem illetlenség kételkedni egy latin mondás kategorikus, kissé túl általános fogalmazásában, hiszen tisztán logikai úton is levezethetők már ismert tételekből (vagy közvetlenül valamely axiómarendszer alapján) új tudományos megállapítások. Azonban a régi bölcs mondás érvényességi tartományában — amely tágabb, mint azt első pillanatban elfogadni hajlandók vagyunk, — elgondolkodtató a mondandó lényege, amelynek egyik megnyilatkozása a tudomány területén az, hogy a sejtések és megérzések nem egészen jól definiált tartományából intuitíve emelünk át valamit — egzakt megfogalmazású tételként vagy jól definiált módszerként — a tudat szintjére.

Ha egy algoritmus a fenti módon született — a többlethiba-módszert [STEINER 2002] bizvást idesorolhatjuk, — akkor a legelső természetes lépés több alternatíva kipróbálása a módszer hatékonyságára vonatkozóan (az idézett példában annak megvizsgálása, hogy a módszer alkalmas-e az inverzió eredményeire vonatkozóan a pontosság szignifikáns növelésére).

Mínt hogy a vizsgált példák mindegyikében a modellparaméter-hibák jelentős csökkenése volt tapasztalható, jogosan merült fel egy elméleti háttér megteremtése, hiszen miért ne lehetne ebben az esetben a valószínűségelmélet, a matematikai statisztika és az inverziós technikák diszciplínáinak már ismert tételei alapján „levezetni” a többlethibák módszerét, sőt, ennek minél több sajátosságát az elmélet alapján analitikusan (tehát elegánsan, nem Monte Carlo-módszerrel) levezetni, hogy ezek birtokában a gyakorlati alkalmazás jól tervezhető legyen?

Sajnos mind ez ideig nem sikerült e sorok szerzőinek megalkotniuk ilyen elméletet, márpedig egy módszer minél sokoldalúbb megismerésére okvetlenül szükség van. A módszersajátságok megismerésének egyelőre alkalmazott útja: olyan kérdések feltevése, amelyeknek Monte Carlo-úton való megválaszolása fényt deríthet ezekre a fontos sajátosságokra.

A mérési adatok természetes hibáira statisztikus típusú többlethibákat szuperponálunk (a statisztikus típust standard esetre az

$$f_{st}(x) = \frac{3}{4} (1+x^2)^{-5/2} \quad (1)$$

sűrűségfüggvény, ill. az

$$F_{st}(x) = \frac{1}{2} + \frac{x}{2 \cdot \sqrt{1+x^2}} + \frac{x}{4 \cdot (1+x^2)^{3/2}} \quad (2)$$

¹ Beérkezett: 2004. február 23-án

² Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

eloszlásfüggvény definiálja). Természetesnek tűnt ez a választás, mivel DUTTER [1986/1987] szerint a természetes hibák maguk is leggyakrabban ilyen típus környezetében várhatók. Az első felmerülő kérdés az volt, hogy a többlet-hiba-módszer alkalmazhatósága nem korlátozódik-e azokra az esetekre, amikor a természetes hibák valóban statisztikus típusúak. HAJAGOS, STEINER [2003a] vizsgálatai megmutatták, hogy a többlet-hiba-módszer akkor is jól működne, ha a természetes hibák netán a statisztikus típustól jelentősen eltérőek, történetesen Laplace- vagy Cauchy-eloszlásúak lennének (utóbbiak sűrűségfüggvényei jól ismertek

$$f_L(x) = \frac{1}{2} e^{-|x|}, \quad \text{ill.} \quad f_C(x) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{1+x^2}$$

standard esetben). Az az igenlő válasz, amelyet HAJAGOS és STEINER [2003a] ad erre a kérdésre, a gyakorlati alkalmazás szempontjából azért ítéltető jelentősnek, mivel a természetes hibák típusának a meghatározásához szinte soha nem áll elegendő adat rendelkezésünkre. A természetes hibák nagyságát viszont mindig ismerjük, ha az inverziót a mérési adatok és a direkt feladat algoritmusának ismeretében az eltérések P -normája (ld. STEINER (ed.) [1997], 20. old.) abszolút minimumhelyének meghatározásának útján hajtjuk végre, hiszen ekkor mellékeredményként a hibák ε -nal jelölt dihéziója is a kezünkben van (az imént idézett oldalon található az ε -t definiáló egyenlet is).

Eddigi vizsgálatainkban minden esetben definiáltunk a mesterségesen generált alkalmazandó többlet-hiba-rendszerek számára vonatkozóan primer módon egy ν számot, ahányszor többlet-hibákat szuperponálunk a mérési adatokra; ezen adatrendszerek P -inverziójakor minden modellparaméterre ν db értéket kapunk, amelyeket persze — statisztikus értelemben — nagyobb hiba terhel, mint a mérési adatok közvetlen inverziójakor kapottakat, de ha minden modellparaméterre képezzük a ν darab érték mediánját, ez akár már pontosabb lehet, mint az egyetlen (közvetlen) inverziós lépéssel adódó. Hogy biztosabbak lehessünk ebben, az egész procedúrát ν -szór megismételjük, és végül helyes modellparaméter-értékeként a mediánok mediánját fogadjuk el. Összesen tehát $N = \nu^2$ többlet-hiba-szuperpozícióra (és persze ugyanennyi inverzióra) van szükség.

Gazdaságossági (azaz „véges” gépidőigényre vonatkozó) indokaink miatt az N értéke túlságosan nagyra nem választható, viszont teljesen kézenfekvő, hogy N növelésével a modellparaméter-értékek egyre nagyobb pontosságát reméljük elérni. HAJAGOS, STEINER [2003b] arra a kérdésre keresi a választ, hogy milyen jellegű a modellparaméter-értékek pontosságnövekedése, ha egyre nagyobbra választjuk a többlet-hiba-szuperpozíciók számát. Meglepő módon már N -nek minimális: 9-es értéke mellett is jelentkezik a modellparaméter-értékek pontosságnövekedése, ez utóbbi azonban csak lassan válik még nagyobbá N növelésével, igazán radikális pontosságnövelést pedig csak akkor tapasztalunk, ha N már százas nagyságrendű.

Milyen jó lenne, ha a többlet-hiba-módszer háttérben készen volna a korábban már említett elmélet! Addig is az eddigi utat kell folytatnunk: „jó” kérdéseket kell feltenni és az ezekre (esetleg továbbra is Monte Carlo-módszerrel) adott válaszok révén a többlet-hiba-módszer egyre több sajátja fog ismertté válni, sőt, esetleg a válaszadás vizs-

gálatai — horribile dictu — magát a módszert is továbbfejleszthetik.

Ilyen „jó” kérdést köszönhetünk VERŐ József akadémikusnak, aki a szerzőknek 2003. szeptember 29-én írt levelében — némi átfogalmazással — azt a kérdést tette fel, hogy a szuperponált többlet-hibákat optimális-e a természetes hibával azonos nagyságúaknak választani? Ez történt ui. minden eddigi publikált példánk esetén, ld. HAJAGOS és STEINER [2003a, b, c] vizsgálatait, — noha a többlet-hiba-módszer STEINER [2002]-beli eredeti definíciója semmilyen megköttést nem tartalmaz a többlet-hibák nagyságára nézve.

A jelen dolgozatban a szerzők VERŐ Józsefnek erre a kérdésre keresik a választ.

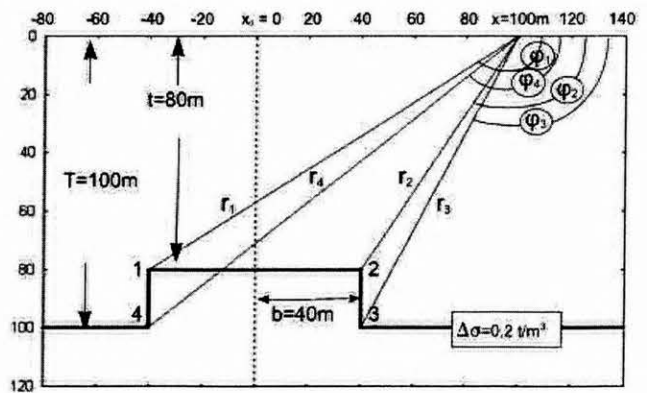
2. Vizsgálati módszer és számszerű eredmények a többlet-hiba-nagyság és a természetes hibák nagyságának célszerű c arányára vonatkozóan

2.1. A vizsgálati módszer ismertetése

Nyilván elkerülhetetlen, hogy a Monte Carlo-vizsgálatok elegendő számú c arányra vonatkozzanak — márpedig a többlet-hiba-módszer egyetlen c esetén is gépidőigényesnek számít. Hogy az ésszerűség határait ne lépjük túl, N -et már eleve viszonylag kicsinyre: 25-re választottuk, és hogy a direkt eljárás is viszonylag egyszerű legyen, az 1. ábra szerinti 2-D sasbérc-modellt vettük alapul. Utóbbinak graviméteres hatása JUNG [1961] szerint a következő képlettel számítható:

$$g = 2f\Delta\sigma \left[T(\varphi_4 - \varphi_3) - t(\varphi_1 - \varphi_2) + (x+b) \cdot \ln \frac{r_4}{r_1} - (x-b) \cdot \ln \frac{r_3}{r_2} \right] \quad (3)$$

Nem tételezzük fel, hogy drága mikrograviméter áll rendelkezésünkre, csak jó minőségű, kb. egy-másfél század mGal hibával jellemezhető kvarcgraviméterrel tervezzük szelvénymérésünket végrehajtani $s = 20$ m-es állomástávolságot alkalmazva, $n = 21$ pontban. Így azután az inverzió kellőképpen túlhatározott, hiszen a $\Delta\sigma = 0,2 \text{ t/m}^3$ értéket a priori ismertnek véve, mindössze 4 modellparaméter: az x_0 , b , t és T értékeit kívánjuk inverzióval meghatározni (1. ábra).



1. ábra. A vizsgálatok céljára alapul választott kétdimenziós sasbérc-modell. A bejelölt mennyiségekkel a (3) formula alapján számíthatók a felszínre vonatkozó graviméteres hatás értékek

Fig. 1. 2-D model chosen for the present investigations. The gravimetric effects are to be calculated according to Eq. 3

Hogy következtetések majd lehetőleg minél kevésbé legyenek esetlegességektől függőek, 40-féleképpen generáltunk statisztikus hibát a hibátlan g -értékekre, a (2) képlet felhasználásával, de $S = 0,02$ skálaparamétert alkalmazva, amikor is a hibajellemzők a következők: a Q interszextilis félterjedelem értéke 1,1 (ld. [STEINER 1990] 52. oldalán az $a = 5$ feliratú, $S = 1$ -re vonatkozó oszlopot), a szórás pedig $\sqrt{2}$, század mGal-ban kifejezve. Az 1. táblázat $k = 1; 2; \dots; 21$ feliratú oszlopai a 40 szériából az (5) egyenletet követően ismertető módszerrel szelektált, 21-féle $g_i^{\text{mért}}$ -nek tekintett, azaz természetes hibát már tartalmazó adatsorozatot adják meg (az utolsó sorban az egyes hibarealizációk ε_k értékeit tüntettük fel; a dihézió elméleti értéke $\varepsilon = 0,009636$ század mGal, ld. a STEINER [1990]

96. oldalán az $a = 5$ -höz, azaz a statisztikus eloszláshoz a standard esetre vonatkozóan megadott értéket; az ε_k -k ingadozásai pedig teljesen megfelelnek a STEINER [1990] 204. oldalán levő képletből az $a = 5$ -höz számítható $A_e / \varepsilon = 1,52$ -es relatív aszimptotikus szórásértéknek). Az 1. táblázat első oszlopa a mérési pontok x -szel jelölt abszcissa-értékeit, a második (g feliratú) oszlop a hibamentes (a (3)-ból az 1. ábrán feltüntetett paraméterértékekkel számított) g_i értékeket adja meg. Utóbbiakat a 2. ábra folytonos vonallal szemlélteti, egyúttal az egyik természetes hibarealizációhoz (ld. az 1. táblázat $k = 16$ -hoz tartozó oszlopát) a $g_i^{\text{mért}}$ értékeket nullkörökkel adja meg.

x	g	$k=1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
-200	0,008	-0,003	0,010	0,036	-0,002	-0,004	-0,013	-0,005	-0,012	0,009	-0,012	0,017	0,011	-0,004	-0,003	-0,015	0,019	0,007	0,001	0,004	0,036	0,000
-180	0,010	0,026	0,021	0,014	-0,019	0,017	0,006	0,008	0,013	0,004	0,032	0,006	0,000	0,002	0,028	0,017	0,002	0,030	0,009	0,001	-0,015	-0,004
-160	0,012	-0,001	0,012	0,015	0,031	0,025	0,003	0,018	-0,012	-0,007	0,022	0,012	0,003	0,023	0,011	0,011	0,016	0,026	-0,022	0,030	0,017	0,013
-140	0,014	0,016	0,021	0,025	0,057	0,006	0,002	0,010	0,018	0,024	0,018	0,015	0,010	-0,009	0,020	0,014	0,002	0,012	0,004	0,002	0,006	0,005
-120	0,018	0,016	0,001	0,015	0,024	0,014	0,002	0,001	0,023	0,010	0,030	0,012	0,030	0,005	0,008	0,008	0,021	0,025	0,023	0,024	0,031	0,000
-100	0,022	0,026	0,044	0,033	0,039	0,028	0,025	-0,068	0,014	0,008	0,035	0,020	0,021	0,030	0,019	0,015	0,014	0,005	0,008	0,005	0,017	0,010
-80	0,027	0,036	0,023	0,048	0,025	0,035	0,023	0,019	0,025	0,019	0,025	0,010	0,051	0,029	0,005	0,031	0,016	0,016	0,042	0,035	0,028	0,010
-60	0,033	0,026	0,023	0,032	0,039	0,026	0,055	0,034	0,023	0,040	0,042	0,022	0,016	0,027	0,033	0,047	0,034	0,020	0,020	0,039	0,047	0,038
-40	0,039	0,056	0,024	0,028	0,034	0,031	0,048	0,054	0,043	0,040	0,015	0,045	0,037	0,048	0,052	0,045	0,020	0,030	0,036	0,043	0,037	0,042
-20	0,043	0,046	0,044	0,038	0,040	0,022	0,063	0,043	0,067	0,050	0,038	0,045	0,050	0,053	0,040	0,058	0,036	0,031	0,038	0,068	0,039	0,044
0	0,045	0,041	0,042	0,032	0,052	0,054	0,062	0,061	0,050	0,060	0,059	0,043	0,035	0,046	0,054	0,044	0,022	-0,021	0,047	0,061	0,043	0,026
20	0,043	0,045	0,054	0,049	-0,027	0,102	0,049	0,030	0,041	0,061	0,045	0,053	0,037	0,069	0,045	0,029	0,033	0,034	0,030	0,044	0,030	0,037
40	0,039	0,025	0,040	0,027	0,033	0,044	0,040	0,042	0,045	0,038	0,030	0,036	0,035	0,051	0,050	0,053	0,035	0,060	0,018	0,057	0,040	0,045
60	0,033	0,013	0,030	0,023	0,040	0,050	0,041	0,015	0,020	0,025	0,020	0,042	0,039	0,051	0,013	0,042	-0,004	0,032	0,031	0,034	0,030	0,001
80	0,027	0,027	0,025	0,029	0,027	0,035	0,030	0,016	0,024	0,030	0,045	0,027	0,025	0,013	0,037	0,030	0,029	0,018	0,016	0,018	0,027	0,034
100	0,022	0,024	0,055	0,029	0,010	0,024	0,015	0,068	0,035	0,018	0,023	0,016	0,022	0,021	0,021	0,038	0,034	0,032	0,019	0,019	0,017	0,026
120	0,018	-0,024	0,011	0,018	0,013	0,016	0,020	0,023	0,005	0,021	0,030	0,012	0,024	0,032	0,029	-0,016	0,028	0,036	0,004	0,009	0,032	0,004
140	0,014	0,015	0,038	0,041	0,020	-0,001	0,014	0,013	0,007	0,019	0,004	-0,005	0,014	0,013	0,002	0,020	0,043	0,024	0,017	0,025	0,024	0,021
160	0,012	-0,009	0,027	-0,022	0,014	-0,052	0,012	0,016	0,012	0,027	0,021	0,013	0,021	0,005	-0,010	0,013	0,012	-0,019	-0,005	0,011	0,023	0,001
180	0,010	0,010	0,025	0,008	0,011	0,003	0,009	0,009	0,010	0,033	0,012	0,000	0,009	0,011	-0,017	0,005	0,027	0,014	0,029	0,018	0,013	-0,006
200	0,008	0,015	0,008	0,015	0,017	0,015	0,008	0,016	0,001	0,022	-0,000	0,028	0,044	0,017	0,016	-0,007	0,015	0,007	-0,007	-0,001	0,019	0,010
$\varepsilon_k =$		0,0112	0,0123	0,0080	0,0062	0,0091	0,0068	0,0103	0,0088	0,0076	0,0108	0,0074	0,0071	0,0112	0,0120	0,0083	0,0081	0,0035	0,0109	0,0095	0,0070	0,0134

1. táblázat. Az x abszcissaértékű pontokra vonatkozóan a g feliratú oszlop a hibamentes graviméteres értékeket, a $k = 1; 2; \dots; 21$ feliratúak pedig a 21-féle természetes hiba-realizációval adódó 21 szimulált graviméteres „mérési adatrendszereket” adják meg. A természetes hibák ε_k dihézióit a táblázat utolsó sora tartalmazza

Table 1. Error-free g_i values for different, by x characterized points are given in the second column (denoted by g). In the following 21 columns „measured” g values are given, using different realizations of the natural error. In the last line are the values of the ε_k dihesions of the natural errors

Az 1. táblázat utolsó sorának ε_k értékei nyilván már egyetlen (többlethibamentes) inverzió végrehajtásával adódtak k -nak mind a 21 értékre, ezekre a „mérési adat-

rendszerekre” tehát már megtörtént a P -norma abszolút minimumhelyének a meghatározása, azaz a

$$\prod_{i=1}^n (4\varepsilon^2 + X_i^2) = \min. \quad (4)$$

feltételt az

$$\varepsilon^2 = 3 \frac{\sum_{i=1}^n \frac{X_i^2}{(\varepsilon^2 + X_i^2)^2}}{1 - \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2}{(\varepsilon^2 + X_i^2)^2}} \quad (5)$$

feltétellel együtt teljesítő $x_{0,k}$; b_k ; t_k és T_k paraméternégyes értékeinek a meghatározása, amely kifejezésekben X_i a mért és számított adatok különbsége:

$$X_i = g_i^{\text{mért}} - g_i^{\text{számított}}$$

Sőt, ezen felül a

$$\delta_0 = \frac{1}{4} (|x_0 - x_{0,k}| + |b - b_k| + |t - t_k| + |T - T_k|) \quad (6)$$

modelltvolságok számítása is megtörtént, hiszen ezen alapult a 40 $g_i^{\text{mért}}$ szériából az 1. táblázatban található 21-nek a kiválasztása, mert a további vizsgálatok céljaira már csak azokat tartottuk szükségesnek alapul választani, amelyeknél a δ_0 modelltvolság nagyobb volt 10 m-nél. Úgy ítéltük ugyanis, hogy $\delta_0 < 10$ m esetén már csak ritkán indokolt mértékű pontossági igényeknél van valóban szükség a többlethiba-módszer alkalmazására (gyakorlati esetekben persze mindig tudjuk, hogy milyen pontosságot igénylünk).

Talán nem felesleges megjegyezni, hogy korábban döntöttek a szerzők amellet, hogy az $S = 0,02$ -höz tartozó statisztikus típusú természetes hibák 21 realizációja alapján teszik vizsgálat tárgyává a többlethiba-módszert a c -függés szempontjából, — a 21 eset még kezelhető gépidő szempontjából, de vélhetően elegendő is megbízható következtetések levonásához, — ehhez azonban nyilván olyan realizációkból vonható biztonságos következtetés, amelynél a $\delta_0 > 10$ m miatt valóban indokolt a többlethiba-módszert alkalmazni. A korábban már említett 40 db természetes-hiba-generálásnál jutottunk el addig, hogy 21 esetben volt δ_0 nagyobb 10 m-nél. Kérdezhetné valaki, miért éppen 21-re esett a választásunk, hiszen nyilván 20 vagy 22 „mérési” adatsorozat vizsgálata hasonló megbízhatóságú következtetések levonhatóságát eredményezte volna. A 21 választása ugyanis azzal a kényelemmel jár, hogy bármely jellemző értékeit sorba rendezve, a 11-ik a mediánt, a 4-ik az alsó szextilist, a 18-ik érték pedig a felső szextilist közvetlenül szolgáltatja.

A vizsgálatokban alkalmazandó c értékeit illetően triviális, hogy $c \ll 1$ választásával gyakorlatilag elhanyagolható a hibacsökkenés, ezért vizsgálatainkban a $c = 1$ mellett (amelyet a módszer definiál STEINER [2002] példája is alkalmaz,) csak két kisebb c -t: $1/4$ -et és $1/2$ -et szerepeltettünk (csak a teljesség kedvéért, nem mintha ezen c -k alkalmazásával a $c = 1$ esetnél jobb pontosságjavulást vártunk volna). Munkánk során kiderült azonban, hogy 1-nél lényegesen nagyobb c -k is eredményesen (sőt, alkalmanként előnyösebben) alkalmazhatók, ezért a $c = 2; 4; 8$ és 16 eseteket is vizsgálat tárgyává tettük.

A többlethiba-realizációk az 1. táblázat mind a 21 esetben $c \cdot \varepsilon_k$ dihéziójuk voltak (a későbbi összehasonlítások

nagyobb megbízhatósága érdekében egyetlen többlethiba-realizáció adatait szoroztuk a mindenkor c -vel, ezt hajtottuk végre $N = 25$ -ször,) s mivel $a = 5$ -nek a szimmetrikus stabilis eloszlások közül leginkább az $\alpha = 1,677$ típusparaméterű felel meg (ld. HAJAGOS, STEINER [1995]-öt, vagy a STEINER (ed.) [1997] 328. oldalán levő táblázatot), a természetes és mesterséges hiba összegének $\bar{\varepsilon}_k$ dihézióját jó közelítéssel kapjuk meg az

$$\bar{\varepsilon}_k = \varepsilon_k \cdot (1 + c^{1,677})^{1/1,677} = \varepsilon_k \cdot \kappa \quad (7)$$

formulából, így a többlethibás adatrendszerek inverzióját a következő egyetlen minimumfeltétel teljesítésével hajthatjuk végre:

$$\prod_{i=1}^n (4\kappa^2 \varepsilon_k^2 + \bar{X}_i^2) = \min., \quad (8)$$

ahol \bar{X}_i -sal a többlethibás $\bar{g}_i^{\text{mért}}$ és a számított értékek különbségét jelöltük ($\bar{X}_i = \bar{g}_i^{\text{mért}} - g_i^{\text{számított}}$). A korábban már definiált c sorozatra a 2. táblázat adja meg a κ szorzótényező számértékeit. Ahogyan a jelen pont elején már megállapodtunk, $N = 5 \times 5 = 25$ ilyen inverziót hajtunk végre, végül minden modellparamétert mediánok mediánjaként képezve és ezeket felülvonással jelölve, a többlethiba-módszeralkalmazások utáni modelltvolságokat a

$$\delta = \frac{1}{4} (|x_0 - \bar{x}_{0,k}| + |b - \bar{b}_k| + |t - \bar{t}_k| + |T - \bar{T}_k|) \quad (9)$$

szerint számítjuk, a δ_0 -t definiáló (6)-tal teljesen analóg módon. A hibacsökkenést legegyszerűbben (minden k -ra és minden c -re) a δ/δ_0 hányadossal jellemezhetjük.

	$\kappa = (1 + c^{1,677})^{1/1,677}$						
c	1/4	1/2	1	2	4	8	16
κ	1,057	1,176	1,512	2,362	4,229	8,145	16,09

2. táblázat. A (8) egyenletben szereplő κ mennyiség számértékei a mesterséges és természetes hibák különböző c arányaira vonatkozóan. (A mesterséges hibát is tartalmazó adatrendszerek dihéziója egyenlő $\kappa \cdot \varepsilon_k$ -val, ha ε_k a természetes hiba dihézióját jelöli)

Table 2. The numerical values of the quantity κ figuring in Eq. 8 in function of the c ratio of the artificial and natural errors. (The dihesion of the data set containing also artificial errors equals $\kappa \cdot \varepsilon_k$, where ε_k denotes the dihesion of the natural errors)

2.2. Vizsgálati eredmények a célszerűen alkalmazandó c -kre vonatkozóan

Ahhoz, hogy továbbfejlesztett variánst definiáljunk dolgozatunk végén, nem tekinthetünk el számszerű eredményeink részletes ismertetésétől. Ezt a nagyméretű 3. táblázat tartalmazza, amely tulajdonképpen 21 db „kisméretű” táblázat minden k értékhez.

A k felvett értékeihez tartozó kis táblázatok $c = 0$ sorában nyilván az egyetlen inverziós lépéssel kapott x_0 , b , t és T paramétereket találjuk, a δ oszlopban ezért itt tulajdonképpen a δ_0 -ák állnak, így mind a 21 esetben az utolsó oszlop δ/δ_0 %-okban kifejezett értéke triviálisan 100%.

$k=1$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	22,88	45,27	61,92	76,89	17,33	100
0,25	19,14	39,76	74,27	92,24	8,22	47,40
0,50	18,03	38,86	75,07	93,79	7,58	43,71
1	15,68	39,01	77,23	95,99	5,86	33,80
2	10,01	40,15	81,87	97,27	3,69	21,29
4	9,92	38,21	83,95	95,99	4,92	28,37
8	8,34	37,99	83,90	100,1	3,58	20,65
16	-8,95	37,97	82,15	101,6	3,69	21,30
med	9,92	38,21	82,15	97,27	4,15	23,93

$k=6$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	4,12	24,35	50,27	82,85	16,66	100
0,25	3,36	32,70	64,01	90,00	9,16	54,99
0,50	3,47	32,15	57,88	91,47	10,49	62,97
1	0,00	37,82	71,37	95,99	3,70	22,23
2	0,00	39,97	75,87	98,15	1,50	9,01
4	0,01	40,02	76,15	99,90	0,99	5,95
8	0,04	41,96	76,01	102,0	1,99	11,93
16	9,92	42,21	75,71	104,2	5,15	30,93
med	0,01	40,02	75,87	99,90	1,06	6,38

$k=2$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-17,72	26,41	88,48	122,3	15,54	100
0,25	-18,01	36,43	88,67	113,5	10,93	70,35
0,50	-19,00	37,94	87,96	109,5	9,64	62,03
1	-23,69	42,00	84,47	107,6	9,44	60,78
2	-10,00	39,92	81,86	104,1	4,02	25,88
4	-9,90	39,94	79,98	103,9	3,46	22,27
8	-5,39	38,08	77,21	96,91	3,30	21,24
16	-8,55	40,48	75,71	104,1	4,36	28,08
med	-9,90	39,94	79,98	104,1	3,53	22,70

$k=7$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	2,97	22,36	56,38	86,99	14,31	100
0,25	2,40	34,24	71,58	95,01	5,40	37,70
0,50	3,88	37,80	73,28	95,79	4,25	29,72
1	0,01	37,94	75,99	96,02	2,52	17,58
2	-5,01	38,01	75,98	96,03	3,75	26,18
4	-5,00	38,05	78,01	98,09	2,71	18,96
8	2,15	38,06	84,01	100,0	2,03	14,19
16	0,04	38,00	76,15	98,28	1,90	13,30
med	0,01	38,01	76,15	98,09	1,94	13,56

$k=3$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	24,30	42,82	126,9	150,1	31,03	100
0,25	15,69	42,03	92,99	112,4	10,77	34,70
0,50	15,35	42,04	88,69	108,8	8,72	28,12
1	10,02	41,87	84,11	104,0	5,00	16,11
2	4,99	41,12	82,26	102,2	2,64	8,50
4	-3,30	42,02	77,74	100,1	1,91	6,15
8	-9,94	39,92	75,96	100,1	3,53	11,39
16	-9,20	42,06	75,86	104,1	4,86	15,68
med	-3,30	41,87	77,74	102,2	2,40	7,74

$k=8$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	6,52	16,33	49,74	92,26	17,05	100
0,25	4,03	31,29	65,34	90,42	9,25	54,23
0,50	3,44	29,46	63,62	90,86	9,87	57,92
1	0,00	37,67	75,51	95,77	2,76	16,20
2	-0,05	38,00	75,94	98,07	2,01	11,79
4	-5,01	40,27	77,22	99,79	2,07	12,12
8	-7,54	39,32	75,98	100,9	3,28	19,25
16	9,72	41,96	75,94	104,1	4,96	29,06
med	-0,05	39,32	75,94	99,79	1,25	7,34

$k=4$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	13,60	59,49	97,84	113,2	16,02	100
0,25	9,91	41,90	84,96	104,8	5,40	33,71
0,50	10,01	41,06	84,01	104,0	4,78	29,82
1	9,99	41,81	83,58	103,9	4,82	30,08
2	10,02	42,02	81,48	104,0	4,38	27,31
4	9,92	40,85	79,80	100,2	2,79	17,42
8	9,30	41,85	76,09	102,5	4,39	27,40
16	7,29	42,48	75,68	104,3	4,59	28,65
med	9,92	41,85	79,80	103,9	3,96	24,73

$k=9$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-7,03	18,47	49,39	90,82	17,09	100
0,25	-5,85	33,21	70,96	97,08	6,15	35,98
0,50	-5,00	37,02	73,77	98,81	3,85	22,52
1	-9,94	39,02	75,92	99,91	3,77	22,08
2	-9,86	38,19	75,94	100,2	3,97	23,23
4	-0,04	41,58	76,02	102,2	1,94	11,36
8	0,05	41,76	76,51	103,7	2,26	13,21
16	3,95	42,07	77,18	104,4	3,30	19,34
med	-0,04	41,58	76,02	102,2	1,94	11,36

$k=5$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-17,38	22,74	59,52	93,87	15,31	100
0,25	-15,78	35,80	70,37	94,03	8,90	58,09
0,50	-13,31	38,41	73,93	95,96	6,25	40,84
1	-10,02	38,13	76,00	97,23	4,67	30,47
2	-10,00	39,95	76,06	98,01	4,00	26,09
4	-9,95	40,95	76,03	98,43	4,11	26,84
8	-10,00	40,82	75,82	100,4	3,86	25,18
16	-8,43	42,08	75,81	104,1	4,70	30,72
med	-10,00	40,82	76,00	98,43	4,10	26,78

$k=10$						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	17,52	72,28	95,34	108,1	18,41	100
0,25	14,44	44,24	84,90	104,6	7,05	38,28
0,50	10,02	42,25	84,14	104,2	5,15	27,98
1	9,98	40,94	81,91	104,0	4,19	22,78
2	10,01	39,94	76,02	102,2	4,06	22,05
4	10,00	40,11	75,89	101,5	3,92	21,19
8	9,93	42,03	75,86	104,1	5,06	27,49
16	9,97	42,90	74,35	105,0	5,88	31,94
med	9,98	40,94	75,89	104,0	4,75	25,77

k=11						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-4,41	26,73	60,50	86,48	12,67	100
0,25	-4,03	32,76	67,63	92,46	7,79	61,50
0,50	-3,07	35,79	73,85	94,63	4,70	37,07
1	-3,03	37,98	75,82	95,98	3,31	26,12
2	-0,10	37,93	76,15	96,06	2,49	19,64
4	0,28	38,46	77,87	96,30	1,91	15,09
8	-4,80	38,10	77,98	96,19	3,13	24,71
16	-9,99	38,07	80,15	98,29	3,45	27,19
med	-3,07	38,07	77,87	96,19	2,72	21,49

k=16						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-55,24	74,05	118,2	130,0	39,39	100
0,25	-41,15	51,11	94,21	109,8	19,07	48,41
0,50	-33,17	51,44	90,75	107,4	15,70	39,85
1	-10,04	44,04	86,49	103,8	6,09	15,46
2	-9,99	40,86	84,27	95,93	4,80	12,18
4	-9,93	37,98	84,52	95,61	5,21	13,24
8	-4,89	37,95	84,07	95,91	3,78	9,59
16	-9,97	37,91	88,20	95,57	6,17	15,67
med	-9,97	37,98	84,52	95,91	5,15	13,08

k=12						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-8,15	34,59	93,26	117,1	10,98	100
0,25	-5,01	40,76	84,50	105,0	3,82	34,76
0,50	-6,45	41,94	84,10	104,0	4,12	37,54
1	-4,96	41,72	83,98	104,0	3,65	33,28
2	-9,94	41,01	82,11	103,9	4,24	38,64
4	-9,99	40,94	79,93	103,9	3,73	33,96
8	-9,94	42,03	75,82	104,0	5,04	45,95
16	-9,81	42,15	75,72	104,2	5,11	46,56
med	-9,94	41,72	79,93	104,0	3,92	35,72

k=17						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-42,25	47,88	103,7	120,5	23,57	100
0,25	-18,61	38,88	86,52	105,0	7,82	33,19
0,50	-21,08	41,99	90,44	108,7	10,54	44,73
1	-10,08	41,15	84,16	100,5	3,99	16,91
2	-10,01	40,84	84,09	100,3	3,80	16,12
4	-9,99	40,91	84,05	98,07	4,22	17,91
8	-9,89	38,11	83,92	96,06	4,91	20,83
16	-9,94	38,07	84,09	96,12	4,96	21,05
med	-9,99	40,84	84,09	98,07	4,21	17,88

k=13						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-10,96	41,74	54,57	73,85	16,07	100
0,25	-10,94	37,24	67,41	92,61	8,42	52,38
0,50	-10,00	38,01	71,44	96,09	6,12	38,05
1	-10,02	38,12	74,92	96,83	5,03	31,33
2	-5,05	39,11	75,90	98,00	3,01	18,72
4	-5,09	40,05	76,13	98,14	2,72	16,91
8	-5,04	41,07	76,06	99,74	2,58	16,03
16	-0,07	42,04	75,96	100,1	1,56	9,69
med	-5,05	40,05	75,96	98,14	2,75	17,11

k=18						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	8,41	17,89	59,82	91,34	14,84	100
0,25	8,50	32,18	68,84	90,84	9,16	61,72
0,50	8,31	36,15	78,05	94,58	4,88	32,91
1	10,01	38,09	79,44	95,92	4,14	27,89
2	10,00	37,95	80,01	95,96	4,02	27,11
4	9,98	38,32	82,03	96,26	4,36	29,37
8	9,07	40,26	82,35	102,0	3,42	23,04
16	9,42	38,26	83,94	104,0	4,77	32,13
med	9,98	38,26	82,03	96,26	4,37	29,46

k=14						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-7,13	51,60	60,64	74,76	15,83	100
0,25	-5,10	39,74	73,99	93,50	4,47	28,24
0,50	-4,98	38,68	75,82	95,92	3,64	23,01
1	-2,40	38,95	75,97	95,80	2,92	18,44
2	-3,64	39,91	77,09	96,00	2,66	16,79
4	9,91	40,87	79,71	97,71	3,34	21,08
8	9,95	40,89	82,31	99,90	3,31	20,92
16	9,94	41,58	83,93	95,96	4,87	30,77
med	9,91	40,87	79,71	96,00	3,77	23,80

k=19						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	7,59	17,46	48,84	95,76	16,38	100
0,25	6,38	27,99	63,39	97,25	9,44	57,60
0,50	5,98	33,55	63,86	96,42	8,04	49,05
1	6,19	38,08	75,66	98,00	3,61	22,04
2	4,99	39,08	75,96	99,46	2,62	16,01
4	4,98	39,96	75,93	97,95	2,79	17,02
8	0,86	38,34	75,89	100,1	1,69	10,31
16	0,33	38,43	75,92	100,1	1,52	9,30
med	4,98	38,43	75,92	99,46	2,79	17,05

k=15						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-5,07	63,63	63,44	76,52	17,18	100
0,25	-5,02	41,76	75,86	97,13	3,45	20,06
0,50	-3,30	41,68	75,90	97,09	3,00	17,45
1	-0,01	41,07	75,77	97,71	1,90	11,05
2	-9,98	40,04	75,97	98,03	4,01	23,32
4	-9,97	41,11	75,91	100,4	3,89	22,62
8	-9,87	42,05	75,98	103,8	4,94	28,74
16	-9,81	42,11	75,90	104,1	5,03	29,30
med	-9,87	41,11	75,91	100,4	3,86	22,47

k=20						
c	x_0	b	t	T	δ	δ/δ_0
0	-1,12	55,91	124,1	142,5	25,92	100
0,25	-1,13	41,53	88,98	109,3	5,23	20,18
0,50	0,08	42,08	87,21	107,4	4,18	16,14
1	0,97	41,00	84,00	103,9	2,48	9,55
2	3,70	40,94	83,81	103,9	3,07	11,86
4	4,98	40,93	82,00	103,8	2,92	11,27
8	-0,10	41,78	83,98	101,6	1,87	7,20
16	-2,30	41,98	83,91	95,92	3,07	11,84
med	0,97	41,00	83,91	103,8	2,41	9,31

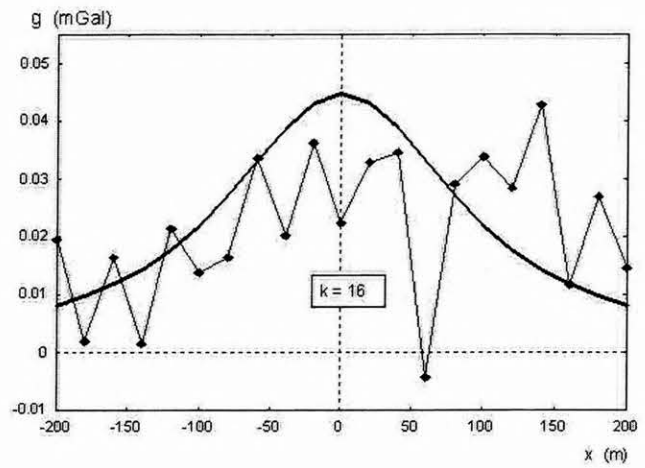
k=21						
c	x ₀	b	t	T	δ	δ/δ ₀
0	-14,08	58,73	58,47	68,02	21,58	100
0,25	-10,62	40,23	75,99	92,60	5,57	25,78
0,50	-8,17	38,47	77,89	94,04	4,44	20,59
1	-8,58	38,04	78,00	95,39	4,29	19,86
2	-5,03	38,99	79,97	96,02	2,51	11,65
4	-9,92	37,87	80,47	96,10	4,11	19,04
8	-9,72	37,96	78,25	95,81	4,42	20,50
16	-9,85	38,11	78,13	95,90	4,43	20,52
med	-9,72	38,04	78,25	95,90	4,38	20,30

3. táblázat. Az 1. táblázat mind a 21 „mérési” adatrendszeréhez egy-egy „kis táblázat” tartozik, amely a többlethibamentes inverzió négyféle modellparaméterként megadott eredményeit (c = 0) ugyanúgy tartalmazza, mint a 7-féle c arányhoz tartozóan a többlethiba-módszerrel kapottakat. A c ≠ 0 sorok δ/δ₀ értékei tájékoztatnak a többlethiba-módszer hibacsökkentő hatásáról. A med jelű sorban a c = 1; 2; 4; 8 és 16 értékekhez kapott modellparaméterek mediánjai szerepelnek, valamint az ezekhez tartozó δ, ill. δ/δ₀ értékek. Ha egy vagy több zérus van a tizedesvessző után, nem írtunk számjegy(ek)et

Table 3. For all 21 “measured data sets” given in Table 1 is given a separate Table (in this great Table 3.) constructed in just the same way. In the row denoted by c = 0 are given the model parameter values as the result of the “one step inversion”. In the following seven rows the values of the model parameters are given using the surplus error method. In this rows the δ/δ₀ values inform us about the effectiveness of the surplus error method: the model distances are much less than in case of the one step inversion. In the last row the medians for all four model parameters are given; only the c = 1; 2; 4; 8 and 16 cases were taken into consideration (see Fig. 3)

A 2. ábrán nullkörökkel szemléltetett, k = 16-hoz tartozó esetben nem csoda, hogy a δ₀ modelltávolság igen nagy: csaknem 40 m-es értéket ér el, de többlethiba-módszerrel a δ modelltávolságok itt is lecsökkenthetők 4–6 méterre. Ez most is persze ugyanazt jelenti (és ugyanúgy lenne igazolható), mint a HAJAGOS, STEINER [2003c]-ben vizsgált esetre vonatkozóan, hogy ti. kvarcgraviméterrel mérve (amikor is felvett modellünk esetén a 2. ábra szerint a hibamentes értékek teljes tartománya nem egészen kétszerese a természetes hibák nagyságát jellemző interszeptilis terjedelemnek), — de a többlethiba-módszert alkalmazva az inverzió végeredményét jelentő modellparaméterek pontossága megegyezik azzal a pontossággal, amelyet egyetlen inverziós lépéssel csak akkor sikerülne elérnünk, ha módunkban állna drága mikrograviméteres méréssel nyert g_i^{mért} adatrendszerből kiindulni.

A k = 21-féle természetes hibához tartozó kis táblázatok mindegyike közli a mesterséges hibánagyságok c = ¼; ½; 1; 2; 4; 8 és 16 arányaira többlethiba-módszerrel adódó $\bar{x}_{0,k}$, \bar{b}_k , \bar{t}_k és \bar{T}_k modellparamétereket az x₀, b, t és T-vel feliratozott oszlopokban, valamint az ezekből (9) szerint számított δ modelltávolságokat, végül a módszer hatékonyságát az éppen alkalmazott c-nél jellemző δ/δ₀ hányadost. A vonallal elválasztott med jelű sorban a c = 1; 2; 4; 8 és 16 hibaarányokra adódó 5–5 modellparaméter mediánjait találjuk (ld. a 3. pont megfontolásait).



2. ábra. A folytonos vonalú görbe az 1. ábra szerinti modell hibamentes graviméteres hatását mutatja (a számértékek az 1. táblázat g felirátú oszlopában találhatóak). A nullkörök a szimulált mérési adatrendszer egy realizációját szemléltetik (az 1. táblázat 21-féle realizációi közül a tizenhatodikat választottuk)

Fig. 2. The continuous line demonstrates the error-free g values of the model given in Fig. 1 (for numerical values see the second (g) column of Table 1). The set of points represent simulated “measured” values as one realisation of the possible “natural errors” is already superponated (see the kth column in Table 1)

Az áttekintés megkönnyítésére, végül is a c-től való függés törvényszerűségeinek könnyebb megállapítására a 4. táblázatban együtt közöljük az összes δ/δ₀ hányadost, az egyes c-khez tartozó alsó sextilist (Q_a-t), a mediánt (med_c-t), valamint a felső szextilist (Q_f-et) is. Mindezeket a mennyiségeket a 3. ábra mutatja be: a δ/δ₀ százalékos értékeit pontokkal ábrázoltuk, a c-nek ¼; ½; 1; 2; 4; 8 és 16 értékeihez a δ/δ₀-k mediánjainak szomszédos értékeit, valamint az alsó és felső szextiliseket egyenesekkel kötöttük össze. (A 4. táblázat a 3. ábrához viszonyítva egy sorral ad meg több adatot, amennyiben a 3. táblázat összes med sorában levő δ/δ₀ hányadosokat is közli.)

3. A többlethiba-módszer továbbfejlesztett változata

Verő József akadémikus kérdésére adott válaszuk egyben a többlethiba-módszer továbbfejlesztett változata.

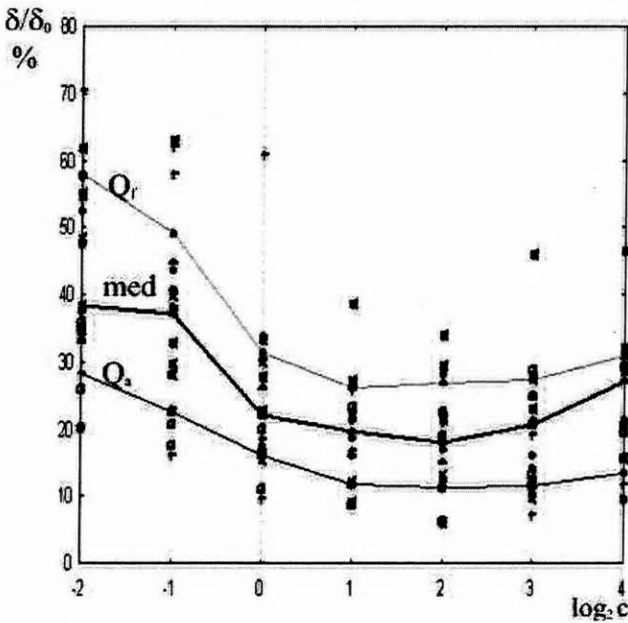
A 3. ábráról egyértelműen leolvasható ugyan, hogy a c = 4 választása általában célszerűbb, mint a STEINER [2002] szerinti c = 1 alkalmazása, de ez csak statisztikusan igaz: a 4. táblázatból láthatóan a k = 7; 13 és 19 esetekben a c = 16 választás az összes többinél kisebb δ/δ₀ hányadost produkál, a k = 7; 12; 14; 15; 17; 18 és 20 esetekben pedig a c = 1 alkalmazásával kisebbek a δ/δ₀ értékek, mint a c = 4 mesterséges-természetes hibaarányra vonatkozó (a k = 15 természetes hiba esetén c = 1-nél δ/δ₀ kisebb, mint a c = 4-re adódó δ/δ₀ fele, a többi idézett esetekben azonban lényegesen kisebbek az eltérések).

A többlethiba-módszer továbbfejlesztett változata tehát annyiban különbözik a STEINER [2002]-ben megadott eredeti verziótól, hogy a többlethibanagyság és a természetes hibanagyság arányára vonatkozóan is konkrét javaslatokkal él: a c = 1; 2; 4; 8 és 16 arányokra hajtandó végre a többlethiba algoritmus, és az így adódó 5 darab modellparaméter

		δ/δ_0 (%)																				Q_a	med	Q_f	$2Q$
c	$k=1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
0,25	47,4	70,3	34,7	33,7	58,1	55,0	37,7	54,2	36,0	38,3	61,5	34,8	52,4	28,2	20,1	48,4	33,2	61,7	57,6	20,2	25,8	28,2	38,3	58,1	29,9
0,5	43,7	62,0	28,1	29,8	40,8	63,0	29,7	57,9	22,5	28,0	37,1	37,5	38,0	23,0	17,4	39,9	44,7	32,9	49,0	16,1	20,6	22,5	37,1	49,0	26,5
1	33,8	60,8	16,1	30,1	30,5	22,2	17,6	16,2	22,1	22,8	26,1	33,3	31,3	18,4	11,0	15,5	16,9	27,9	22,0	9,6	19,9	16,1	22,1	31,3	15,2
2	21,3	25,9	8,5	27,3	26,1	9,0	26,2	11,8	23,2	22,0	19,6	38,6	18,7	16,8	23,3	12,2	16,1	27,1	16,0	11,9	11,6	11,8	19,6	26,2	14,4
4	28,4	22,3	6,2	17,4	26,8	6,0	19,0	12,1	11,4	21,3	15,1	34,0	16,9	21,1	22,6	13,2	17,9	29,4	17,0	11,3	19,0	11,4	17,9	26,8	15,5
8	20,6	21,2	11,4	27,4	25,2	11,9	14,2	19,2	13,2	27,5	24,7	46,0	16,0	20,9	28,7	9,6	20,8	23,0	10,3	7,2	20,5	11,4	20,6	27,4	16,0
16	21,3	28,1	15,7	28,6	30,7	30,9	13,3	29,1	19,3	31,9	27,2	46,6	9,7	30,8	29,3	17,7	21,0	32,1	9,3	11,8	20,5	13,3	27,2	30,9	17,6
med_{1-16}	23,9	22,7	7,7	24,7	26,8	6,4	13,6	7,3	11,4	25,8	21,5	35,7	17,1	23,8	22,5	13,1	17,9	29,5	17,0	9,3	20,3	9,3	20,3	25,8	16,5

4. táblázat. A δ/δ_0 számértékek különböző mesterséges-természetes hibaarányokhoz (c -khez) és az 1. táblázat mind a 21 mérési adatrendszerére. A 3. ábrán a táblázat összes adata szerepel, kivéve az utolsó sort, amelyikben a 3. táblázat 21 med feliratú sorában szereplő δ/δ_0 értékeket gyűjtöttük össze. Ennek a sornak 3 utolsó értéke ezeknek a med értékeknek az alsó szextilise, mediánja és felső szextilise

Table 4. Numerical values of δ/δ_0 for different c values and for all 21 "measured data sets". All values of this table are visualized in Fig. 3, besides the last one which contains the δ/δ_0 values of the med rows in Table 3; the last three values of this row are the lower sextile, the median and the upper sextile of this med values



3. ábra. A pontok a többlethiba-módszernek köszönhető δ/δ_0 hibacsökkenés értékeit mutatják a $c = 1/4; 1/2; 1; 2; 4; 8$ és 16 mesterséges-természetes hibaarányokra és mind a 21 természetes hibarealizációra. Az azonos c -khez tartozó δ/δ_0 értékek med_c mediánjait, valamint alsó és felső szextiliseinek értékeit ábrázoló pontokat egyenesekkel kötöttük össze. A számértékek a 4. táblázatban találhatóak. A következtetésekre vonatkozóan ld. a 3. pontot

Fig. 3. The points in this figure demonstrate the δ/δ_0 values, i.e., the diminutions of the inversion errors caused by the surplus error method, for all 21 natural error realizations and for all used c ratios of the artificial-natural errors. Median values are connected by straight lines, similarly are connected also the values of the upper and lower sextiles. Consequences are summarized in point 3

mediánját fogadjuk végül el helyes értékek. Ezeket a mediánokat mind a négy modellparaméterre és mind a 21 természetes hiba esetére közli a 3. táblázat, így ezek az értékek könnyen összehasonlíthatók akár a valódi értékekkel (ld. az 1. ábrát), akár a $c = 1$, vagy a $c = 4$ hibaarányok alkalmazásával adódókkal. Amennyiben adott számítástechnikai lehetőségeink az inverziós feladat bonyolultsága miatt nem tennék ésszerű gépidőkeretek között lehetővé azt, hogy ne csak egyetlen c mellett végezzük számításainkat, akkor a többlethiba-módszer továbbfejlesztett változatát persze nem áll módunkban alkalmazni. Ekkor (ld. a 3. ábrát) a mesterséges hibákat $c = 4$ -szer generáljuk nagyobbra, mint amilyenek a természetes hibanagyságot az első inverziós lépésben (az ε dihézió meghatározásakor) találtuk.

4. Szubjektív zárómegjegyzések

A szerzők nem tudhatják, hogy e cikk olvasói mennyire lepődtek meg a 2. pontbeli eredményeken, — mi először alig akartuk elhinni, hogy a többlethiba-módszert alkalmazva, a természetes (azaz a mérési adatokban tartalmazott) hibákat egy nagyságrenddel nagyobb, mesterségesen generált hibákkal is előnyös lehet megnövelni (hiszen a hibamentes értékek változás-tartományához viszonyítva már a természetes hiba maga is nagyok minősíthető, ld. a 2. ábrát). Mindenesetre — az okok után nyomozva — a 2. táblázat utolsó két (c, κ) adatkárja talán nem vezet félre bennünket, ha a $c \approx \kappa$ relációt (amely $c = 16$ -nál azonnal szemet szúr,) úgy próbáljuk értelmezni, hogy az összeg-hibákban tartalmazott természetes hiba gyakorlatilag már nem játszik szerepet, márpedig ekkor az általunk szimmetrikusan generált többlethibák vannak praktice csak jelen, — és az utóbbiak szimmetriája a többszöri (e cikk vizsgálataiban $N = 25$ -szöri) generálásával hatásosan érvényre tud jutni. Persze a fák nem nőnek az éjig: a 3. ábra Q_f

és Q_a közötti sávja $c = 16$ -nál ($\log_2 c = 4$ -nél) már szignifikáns növekedésnek készül indulni, így feltehető, hogy hiába a hibáknak egyre jobban érvényesülő szimmetrikus jellege, extrém nagy hiba esetén nyilván a P -norma minimalizálása alapján működő inverziós algoritmus sem képes már olyan modellparaméter pontosságokat produkálni a többlethibamódszer keretében, hogy e mediánok mediánjaként adódó modellparaméterekkel számított, a valódi modelltől mért δ modelltávolság ne legyen már kedvezőtlenül nagy: a 3. ábra δ/δ_0 értékei a c további növelésével valószínűleg egyre tovább növekednének. (A 3. ábra bal oldalán a c -nek nullához, azaz $\log_2 c$ -nek a $-\infty$ -hez tartásával triviális, hogy itt a δ/δ_0 értékek aszimptotikusan fognak a 100%-hoz tartani. Mindenesetre érdekes, hogy ez a tendencia már a $c = 1/2$ és $c = 1/4$ esetében kezd jelentkezni a Q_f és Q_a közötti sáv balra „görbülésével”.) — A nagy c -k bizonyos határig való kedvező alkalmazhatósága derülvén ki a VERŐ József akadémikus által inicializált vizsgálatainkból, nagy örömeinkre szolgált, hogy ennek felhasználásával megbízhatóbbá sikerült tenni a többlethibák módszerét.

- DUTTER R. 1986/87: Mathematische Methoden in der Montangeologie. Vorlesungsnotizen. Kézirat, Leoben
- HAJAGOS B., STEINER F. 1995: Symmetrical stable probability distributions nearest lying to the types of the supermodel $f_a(x)$. Acta Geod. Geoph. Hung. **30**, 2–4
- HAJAGOS B., STEINER F. 2003a: War against error using the method of surplus errors. Acta Geod. Geoph. Hung. **38**, 4
- HAJAGOS B., STEINER F. 2003b: Effectiveness of the surplus error method in function of the number N of the applied surplus error sets. Acta Geod. Geoph. Hung. **38**, 4
- HAJAGOS B., STEINER F. 2003c: A többlethiba-módszer tesztje egy egyszerű 3-D-modellen. Magyar Geofizika **44**, 3
- JUNG K. 1961: Schwerkraftverfahren in der angewandten Geophysik. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig
- STEINER F. 1990: A geostatisztika alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest
- STEINER F. (ed.) 1997: Optimum Methods in Statistics. Akadémiai Kiadó, Budapest
- STEINER F. 2002: A mérési adatokból nyert információk hibáinak csökkentése általunk ismételt generált többlethibáknak a mérési adatokra történő szuperponálásával. Magyar Geofizika, **43**, 2

Halley, Marsigli és az első „mágneses felmérés” a Kárpát-medencében

1. Edmond HALLEY izogon-térképe

A XVIII. sz. első két éve a térképészet és a földmágneses ismeretek történetének egyaránt fontos mérföldkővet jelenti. 1701-ben jelent meg Edmond HALLEY (1656–1742) első földmágneses térképe, amely a mágneses deklináció (az angol terminológiában „variáció”) térbeli értékeinek változását mutatja az Atlanti-óceán térségében, a modern értelemben vett izogon-vonalak segítségével. A III. Vilmos angol királynak ajánlott térképen HALLEY az azonos deklinációjú pontokat görbe vonalakkal összekötve megszerkesztette az első (nyomatásban közölt) izovonal-térképet [KONDÉR 1948, BALMER 1956, THROWER 1978]. A sokoldalú angol természetkutató egyébként nem adott nevet az izovonalaknak, hanem csak egyszerűen „görbe vonalak”-nak nevezte azokat*.

A következő évben (1702) HALLEY egy újabb mágneses térképet adott ki, amely Mercator-vetületben az északi és déli 60°-os földrajzi szélességek között az egész földfelszín ábrázolja (1. ábra). A 145 x 51 cm-es méretű világ-térkép méretaránya mintegy 1 : 33 000 000. Az izogonokat 1–1°-onként szerkesztette meg, és az 5°-os, valamint a 10°-os izogonokat kiemelten ábrázolta.

HALLEY mágneses térképeivel számos tanulmány foglalkozott már. Az izogon-vonalak rendszerének egy érdekességére azonban (tudomásom szerint) még egyetlen ismertetés sem utalt. Az izogon-térképek navigációs célt szolgálták, és a deklináció mértékét, ill. irányát jelző vonalrendszer csak az óceánok területét fedi. Kontinenseken átszelő vonalak csak néhány helyen találhatók, és ezek is szemmel láthatóan az óceánokon (ill. a tengerpart mentén) mért adatok interpolációi. *Egyetlen terület található csupán, ahol HALLEY szinte a kontinens szívében a tengerekhez hasonlóan megszerkesztette a 10°-os nyugati elhajlást jelző vonalat: ez a Kárpát-medencén — a Magyar Királyság területén — húzódik át* [BARTHA 1987, 1995].

HALLEY térképének ez a részlete azért érdekes (2. ábra), mert a XVII/XVIII. sz. fordulóján már Európa több helyéről is rendelkezhetett adatokkal. Megszerkeszthette volna a Nyugat-Európán áthaladó izogonokat [BALMER 1956]. Azt, hogy éppen a Kárpát-medencén áthaladó vonalat rajzolta

meg, egyrészt azzal magyarázhatjuk, hogy itt egy kerek számértéket jelölő vonalat húzhatott (a -10° -os izogont). A másik oka az lehetett, hogy *Európából csupán Magyarország területéről rendelkezett rendszeres, és a saját méréseivel egyidejű deklinációs megfigyelés sorozattal.*

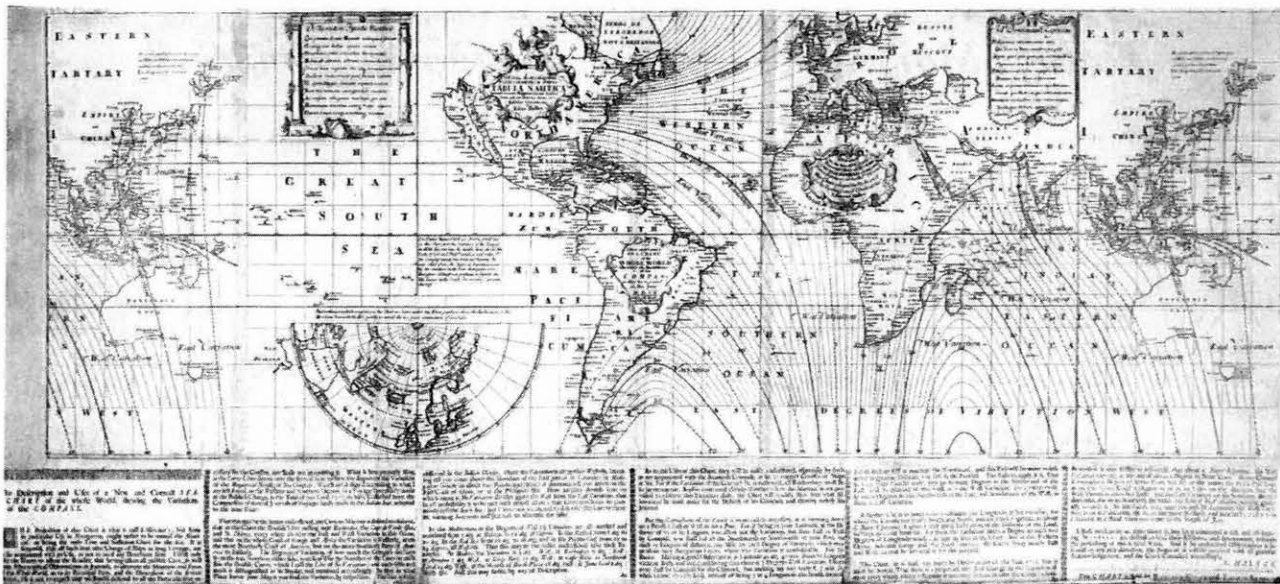
Sir Edmond HALLEY fiatakorától nagy érdeklődéssel foglalkozott a Föld mágneses jelenségeivel. Nagy gonddal gyűjtötte össze a Föld különböző pontjain végzett mágneses méréseket [ARMITAGE 1956, THROWER 1978]. A *Philosophical Transaction* 1683. évi kötetében már 47 hely mágneses adatait közölte [HALLEY 1683]. Ám éppen a mérési értékekből tűnt ki, hogy azok rendkívül hézagosak, amellet egymástól igen távoli időpontokban végzett megfigyelésekből erednek, vagyis a korábbi adatok inhomogének, izogon-térkép rajzolására alkalmatlanok.

HALLEY korában azonban a mágneses deklináció ismeretének már igen nagy jelentőséget tulajdonítottak. Elsősorban a tengeri navigáció tartott igényt a megbízható deklináció adatokra, mivel a hajók tájékozódásának egyik legfontosabb eszköze az iránytű volt. Másrészt a kor geográfusai, csillagászai és hajósai abban reménykedtek, hogy ha sikerül az izogonok menetének pontos ábrázolása, akkor újabb módszert kapnak a földrajzi hosszúság meghatározására. Feltételezték ugyanis, hogy a Föld „mágneses koordinátái” (a deklinációval meghatározott mágneses hosszúság és az inklinációval kijelölt mágneses szélesség) éppen olyan szabályos hálózatot képez a földgömbön, mint a földrajzi koordináták (szélesség és hosszúság) rendszere. Csupán a Föld „mágneses tengelye” hajlik egy meghatározott szöggel a forgástengelyhez, és ezért a koordináta-hálózatok egymáshoz viszonyítva eltolódnak. A két koordináta-hálózatot azonban egyszerű gömbháromszögtani összefüggésekkel egymásra átszámíthatják [BROWN 1949, BALMER 1956, MULTHAUF, GOOD 1987].

Ebből az alapvetően téves feltevésből kiindulva a kor számos csillagásza és fizikusa úgy vélte, hogy ha megméri egy adott földrajzi pont földrajzi szélességét, és ugyanitt a „mágneses hosszúság”-ot (vagyis a deklinációt), akkor a két adatból levezethető a földrajzi hosszúság is (3. ábra). Éppen HALLEY mágneses térképei bizonyították be véglegesen, hogy ez a remény csak ábránd.

Elméleti szempontból maga HALLEY azért tartotta fontosnak a részletes deklinációs térkép megszerkesztését, mert ettől várta a mágneses tér évszázados változásának megfejtését. Amíg ugyanis idősebb kortársa, Robert HOOKE úgy vélte, hogy az évszázados változást a Föld mágneses tengelyének a földrajzi pólusok körüli elfordulása okozza, HALLEY a Föld belső magjának forgásával magyarázta a jelenséget. Feltételezte, hogy a Föld belsejében saját mágneses térrel rendelkező mag forog, amelynek tengelye eltér a Föld külső héja által képviselt tértől. A térképétől azt várta, hogy sikerül igazolnia a két különböző irányú „tengely”, ill. a négy pólus létezését.

* A mágneses deklináció térbeli változásának ábrázolásával már Halley előtt is többen kísérleteztek, de szabatos izogon-térképek nem maradtak ránk. A milánói Christophoro Borri jezsuita hittérítő egy évszázaddal korábban vonalak sorával tüntette fel az Atlanti- és Indiai-óceán deklináció értékeit. Ennek emlékét azonban csak Athanasius Kirchnernek a mágnességről írt műve őrizte meg (*Magnes sive de arte magnetica...*, Roma, 1643). Borri „chalybotliticus” vonalnak nevezte ezt az ábrázolást, és párhuzamosnak tekintette a vonalrendszerét, amely ezért többnyire hibás értékeket mutatott. Az „isogon” elnevezést A. Humboldt használta először a XIX. sz. elején. A tengerészek azonban sokáig „Halley-vonalak”-ként emlegették az izogonokat.



1. ábra. Edmond HALLEY világtérképe a mágneses deklináció izovonalaival, 1702-ből (a Royal Geographical Society hozzájárulásával)



2. ábra. Kinagyított részlet HALLEY mágneses világtérképéből, a Kárpát-medencén áthaladó 10° -os izogonnal

HALLEY hamar felismerte, hogy a fenti célokra olyan deklinációs térképet kell szerkesztenie, amely közel egyidejűen és tervszerűen végzett mérési adatokon alapul. A tengerek alapvető felmérését ő maga végezte az 1698. és 1699. évi expedíciója során [ARMITAGE 1956, THROWER 1978]. Ezekhez járult az angol hajók navigátorai által közölt nagyszámú (bár kevésbé pontos) mérés. A kontinensek területéről azonban tervszerű és egységes mérések nem álltak rendelkezésre. Egyedül a Magyar Királyság területén történt ugyanebben az időben átfogó földmágneses mérés. Ezeket Luigi Ferdinando MARSIGLI gróf, hadmérnök és természetkutató végezte, Johann MÜLLER mérnökkel

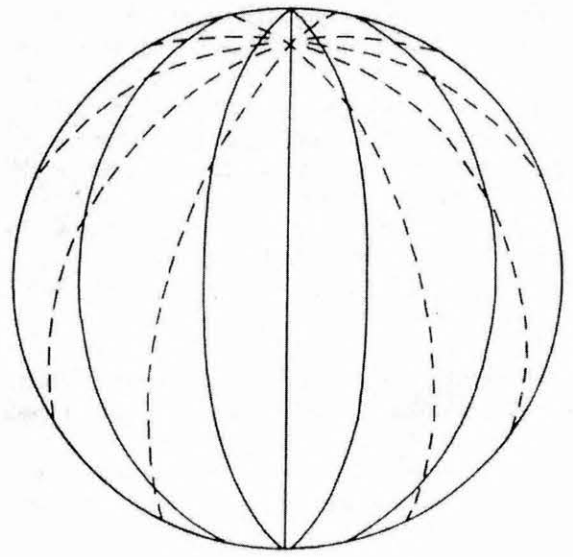
együtt, feltehetően közvetlenül vagy közvetve Edmond HALLEY ösztönzésére.

2. MARSIGLI gróf és Magyarország felmérése

A bolognai Luigi Ferdinando MARSIGLI (1658–1730) egyike a korai barokk érdekes, színes és sokoldalú egyéniségeinek. Ezen a helyen még vázlatosan sem tudjuk ismertetni kalandos életútját, amelyről nemrégiben dr. John STOYE írt igen alapos munkát [STOYE 1994]. A másfél évszázados török hódoltság (1540–1690) megakadályozta a

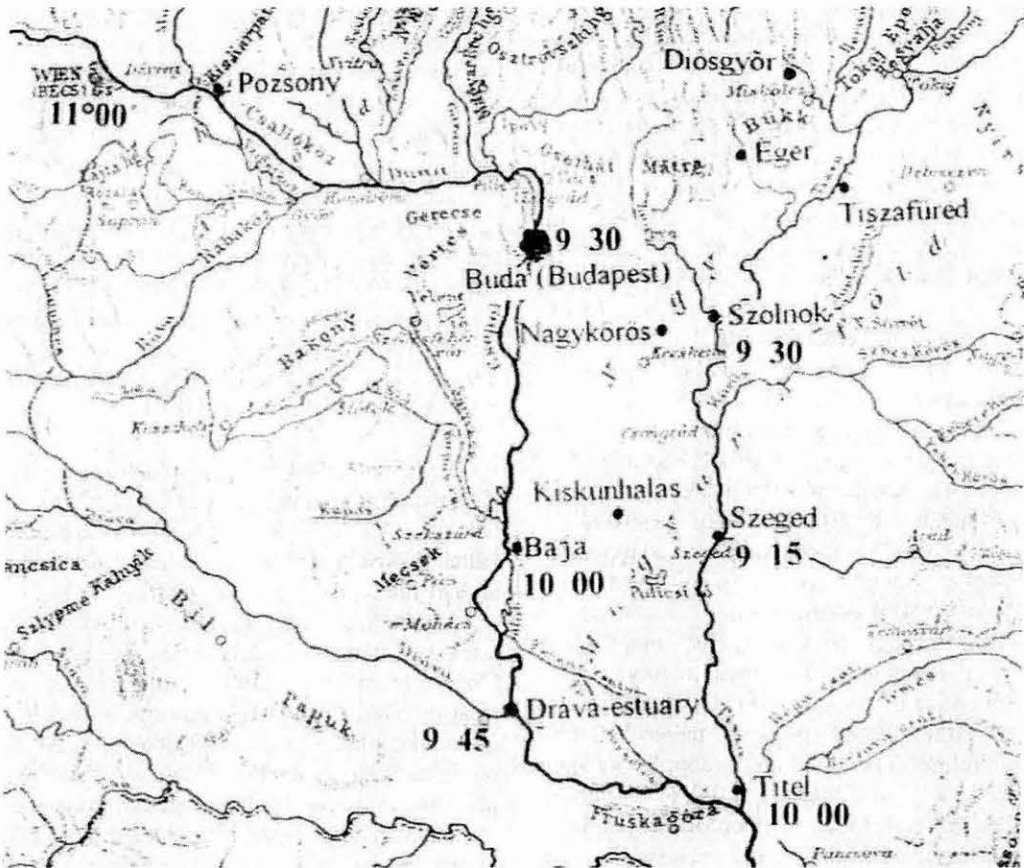
Kárpát-medence nagy területének tudományos „felderítését”. Az ország geográfiája és természeti viszonyai szinte teljesen ismeretlenek voltak a fellendülő nyugat-európai tudományos világ előtt. Buda visszafoglalása (1686) után elsősorban MARSIGLI volt, aki részben hivatalból, részben érdeklődéstől vezérelve egyre többet foglalkozott Magyarország földrajzának, néprajzának, természeti és fizikai viszonyainak tanulmányozásával. 1690 és 1701 között Magyarországnak addig még részleteiben feltérképezetlen területeinek felméréseivel és az oszmán birodalom Magyarországgal érintkező új határainak kijelölésével foglalkozott [VÉKONY 1984, DEÁK 1986, STOYE 1994].

MARSIGLI már fiatalon sokféle ismeretet szerzett, Rómában kitűnő tanároktól tanult. Nagy hatással volt rá Giovanni Domenico CASSINI (1625–1712), akit utóbb a párizsi Királyi Observatórium első igazgatójává hívtak meg. CASSINIVAL magyarországi munkássága idején is több levelet váltott. A térképészeti munka részleteiben azonban kevésbé volt járatos. Térképészeti (és valószínűleg földmágneses) méréseinek nagy részét voltaképpen fiatalabb munkatársa, a nürnbergi Johann Christoph MÜLLER (1673–1721) végezte, de kétségtelen, hogy a tudományos munka terve és összegezése MARSIGLI érdeme (4. ábra) [DEÁK 1987, STOYE 1994].



— Geographic Longitude
 - - - Magnetic Longitude

3. ábra. A földrajzi és mágneses koordináta hálózat hosszúsági (deklinációs) köreinek eltolódása ideális feltevés szerint



4. ábra. MARSIGLI és J. C. MÜLLER mérései és adatai a Kárpát-medencében. A további helységnevek azokat a helyeket jelentik, ahonnan 1480–1750 közt deklináció-mérésekkel rendelkezünk

MARSIGLI 1690-ben került először kapcsolatba a londoni Royal Society vezetőségével, Sir Georg ASHE személyén keresztül. ASHE ekkoriban a bécsi angol követ, lord PAGET

titkára volt, és a Royal Society számára próbált természetrajzi adatokat gyűjteni a tudományos világ előtt addig alig ismert magyarországi vidékekről. A Royal Society tagjai

ekkoriban rendszeresen gyűjtötték a világ kevésbé ismert területeinek földrajzi, történelmi, néprajzi és természetrajzi adatait. (Fennmaradt pl. NEWTON levele, amelyben egy európai utazásra induló fiatal ismerőst tanácsokkal látja el, hogy milyen megfigyeléseket végezzen a felkeresett vidékeken.) ASHE, amint HALLEYhez intézett egyik levelében elpanaszolja, kezdetben nem talált kellően képzett és művelt társakat ehhez a gyűjtőmunkához [DEÁK 1986, MCCONNELL 1986, STOYE 1994].

1690-ben azonban ASHE megismerkedett MARSIGLivel, aki vázolta előtte Magyarország felkutatására vonatkozó terveit. Júliusban már lelkesen értesíti HALLEYt — és a Royal Society tagjait —, hogy megtalálta azt az embert, aki megfelel a Királyi Társaság céljainak végrehajtásához. Javasolta, hogy iktassák az olasz mérnök-tudóst a tagok sorába, és vegyék fel vele a kapcsolatot, lássák el útmutatással, tanácsokkal [DEÁK 1986, MCCONNELL 1993]. MARSIGLI-t a Royal Society 1691. november 25-i gyűlésén valóban a társaság tagjai közé választották. Utóbb maga MARSIGLI is kért tanácsokat és bírálatot munkájáról [MARSIGLI 1700].

3. MARSIGLI mágneses felmérése

Georg ASHE felajánlotta HALLEYnek, és rajta keresztül a Királyi Társaság aktív tagjainak, hogy az ő közvetítésével juttassák el leveleiket, tanácsaikat MARSIGLINEK. Sajnos eddig még nem került elő közvetlen adat arra vonatkozóan, hogy HALLEY, ill. a Royal Society adott-e útmutatást a mágneses deklináció rendszeres mérésére. Ismeretes azonban, hogy 1692-től HALLEY egyre többet foglalkozott a Föld mágnességével, és szorgalmazta a rendszeres deklinációs megfigyeléseket, ill. azok gyűjtését [ARMITAGE 1956].

Magyarország geodéziai felméréseinek előkészítésére csak 1696 márciusában kerülhetett sor. Ekkor már részt vett a munkában a földmérésben járatosabb Johann Christoph MÜLLER is. MÜLLER naplójából kiderül, hogy MARSIGLI nem minden mérésnél volt jelen, a teljes munkaterv azonban tőle származott. Először Bécs földrajzi helyzetét határozták meg, ugyanott a deklinációt is megmérték. MARSIGLI két, észak–dél irányú vonalat jelölt ki a Duna és a Tisza vonalán, és az ezek mentén elhelyezkedő helységek földrajzi koordinátáit határozták meg csillagászati mérésekkel. Az ily módon meghatározott „alappontok” mindegyikén mágneses méréseket is végeztek [FRANCISTI 1985, 1986, STOYE 1994, BARTHA 1995].

Az „expedíció” Bécsből Budára hajózott, majd itt, elvégezve az első alappont meghatározását, a folyón lefelé haladva Baján, a Dráva torkolatánál, majd a Dunát követve a Titel melletti várnál végzett részletes méréseket. Itt a Tisza folyását felfelé követve haladtak tovább: Szegeden és Szolnokon mértek. Ezután, elhagyva a Tiszát, észak felé haladva, Egerben fejezték be az alappontok meghatározását. Minden ponton mérték a földrajzi szélességet, megkísérelték — gyenge eredménnyel — a hosszúság meghatározását, és megfigyelték a mágneses deklinációt. A felsorolt főpontokon kívül még több közbülső helyen is végeztek méréseket, de csupán a Jupiter holdjait, vagy a Hold árnyékhatárát észlelték (Pétervárad, Zalánkemen, Zsablya, Becse, Zenta). Egyes szakaszokon MARSIGLI és MÜLLER más-más úton haladt.

Figyelmet érdemel a mérési pontok céltudatos kitézése: a Duna és a Tisza alföldi szakaszán két, közel észak–déli irányú meridián mentén helyezkednek el. Ebbe a vonalba esik — a Tisza irányát észak felé meghosszabbítva — Eger is. MARSIGLI ezzel egyrészt a Duna (és a Tisza) magyarországi szakaszának addig bizonytalan, vitatott folyásirányát kívánta tisztázni, másrészt a deklinációt is egy-egy meridián mentén határozta meg.

MARSIGLI és MÜLLER a földrajzi szélességet kvadránssal mérte, amelynek függőleges, fokbeosztásos negyedköríve 2,5 láb (kb. 80 cm) sugarú volt. A leolvasás pontossága 1–2 szögperc volt. A főpontok földrajzi szélességét — csillag- és Nap-delelés alapján —, a korabeli mérésekkel összehasonlítva aránylag pontosan határozták meg, a maximális hiba 7'. A földrajzi hosszúság mérésére többféle csillagászati módszerrel kísérleteztek, de az eredménnyel nem lehettek megelégedve. Végül is valószínűleg egy kiinduló helységtől (bizonyára Bécstől) számolt irány- és távolságmérés alapján számolták ki az egyes pontos hosszúságát. (Erre utal, hogy utóbb MÜLLER a határkitűző mérések során is ekként járt el.)

A deklináció meghatározására négy, kb. 45 cm-es mágnesűt használtak. A mai szemmel meglepő nagynak ítéltető iránytűk használatának az a magyarázata, hogy a korabeli gyenge mágnesek beállításához nagyobb nyomatókat próbáltak így elérni. Sajnos MARSIGLI nyomtatásban megjelent munkáinak egyikében sem ismerteti az általa használt deklinatórium adatait. A korabeli műszerek képei alapján azonban feltételezhetjük, hogy az iránytűk egy keskeny, hosszúkas fadoboz közepéből kinyúló bronz-csúcson foroghattak el. Mivel csak az észak–dél vonaltól való kitérést kívánták mérni, teljes kör alakú iránytűdobozra nem volt szükség: a tűk végének elegendő volt kb. $\pm 20^\circ$ -os kilengést hagyni. A fokbeosztásos skálát (ill. a tű hegyének helyzetét) többnyire nagyítóval olvasták le mindkét végénél [BALMER 1956, MULTHAUF, GOOD 1987]. MARSIGLI mágneses műszerein — a tűk hossza alapján számolva — 1 fok osztásköz 4 mm volt, ezért a 15 szögperces értéket is biztosan olvashatták le. Valóban a mérési adatok táblázatában a deklináció ekkora pontossággal szerepel [MARSIGLI 1696, 1700].

Kezdetben mind a négy mágnesű kitérését lemérték. Hamarosan kitudt, hogy az 1. és a 3. sz. iránytűk megbízhatatlanok. Valószínűleg Bécsből Budára szállítás közben váltak használhatatlanná. Az első tű mindenütt egyazon értéket mutatott, a harmadik pedig csak kis kilengést mutatott. MARSIGLI végül is csak a 4. sz. mágnesűvel mért értékeket ítélte használhatónak, és nyomtatásban ezeket közölte [MARSIGLI 1700]. (A mérések kéziratosszerű összeállítását dr. DEÁK A. András másolta le a bolognai Marsigli-gyűjteményben.) Végül is MARSIGLI és MÜLLER az alábbi pontokon végzett deklinációmérést: Bécsben, a Duna partján, Budán a mai Margit-szigeten, Baján, a Dráva dunai torkolatánál („ad confluentes Danubium et Dravum” — a Dráva beömlése a Dunába), amelyet Jaroslav FRANCISTI Bukćenovičnek vél, majd keletnek fordulva, a Dunát követve a Titel melletti erődíjteményben („in Castris propé Titul” — a Titel melletti várban), innen északnak haladva Szegeden, Szolnokon és Egerben észlelték deklinációt. A sorozatot egy budai „záró mérés” fejezte be [FRANCISTI 1985, DEÁK 1986].

Az alábbi táblázat az összesített mérési eredményeket mutatja be MARSIGLI összeállításában [MARSIGLI 1696]. A táblázatban a második oszlop ($\varphi_{\text{mért}}$) a helység MARSIGLIÉK

által mért földrajzi szélességét, a következő négy oszlop a négy tű (Nr. 1–4) által mutatott nyugati deklinációt, az utolsó rovat a mérés időpontjait mutatja.

Helység	$\varphi_{\text{mért}}$	Mágneses deklináció (nyugati)				Dátum: 1696
		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	
Bécs	48°14'	11°30'	11°15'	12°30'	11°00'	Április 15–19 között
Buda	47°25'	9°45'	9°30'	11°15'	9°30'	Május 24-től 28-ig
Baja	46°10'	9°45'	10°00'	11°00'	10°00'	Június 1-től 6-ig
Az összeömlésnél ¹	45°36'	9°45'	10°30'	11°00'	9°45'	Június 12-től 14-ig
Szeged	46°16'	-	10°00'	-	10°00'	Június 17-től július 14-ig
A várban ²	45°20'	-	9°30'	-	9°15'	Július 18 és 25 között
Szolnok	47°09'	-	9°00'	-	9°30'	Augusztus 9-től 13-ig
Eger	48°00'	-	9°30'	-	9°30'	Ugyanazon hó 18–21.
Buda	47°24'	-	9°30'	-	9°30'	Ugyanazon hó 24–30.

A vastagon szedett számértékeket MARSIGLI nyomtatásban is közölte [MARSIGLI 1700]. (Ebben a részletes formában a táblázat soha sem jelent meg nyomtatásban.) A mérésekből látható, hogy mekkora pontatlansággal észleltek a XVII–XVIII. sz. mérnökei. Azt azonban kiolvashatjuk ezekből a mérésekből, hogy a nyugati deklináció értéke kelet felé csökkent. A nyugati (– előjelű) izogon vonal e mérések szerint a Duna vonalán, vagy attól kissé nyugatabbra húzódott. Meg kell jegyeznünk, hogy a budai 9°30' nyugati kitérés 1696-ban eléggé jól illeszkedik a deklináció évszázados menetébe [BARTHA 1983].

4. A 10°-os izogon

HALLEY és MARSIGLI soha sem találkoztak személyesen. Bár HALLEY 1702 végén Hollandián és Németországon át Bécsbe utazott, és a következő évben itt, majd Triestben tartózkodott, MARSIGLI ekkor már nem volt Magyarországon [MACPIKE 1939]. Közben azonban MARSIGLI-t a németországi frontra vezényelték, és soha többé nem jutott vissza Magyarországra. Arra vonatkozóan sincsen adat, hogy küldött-e MARSIGLI földrajzi és mágneses mérési adatokat Londonba (HALLEY-nek vagy a Royal Society-nek). A földmágneses mérések azonban mégis eljuttak 1701-ben Angliába, és HALLEY kezébe kerülhettek.

MARSIGLI már az 1690-es években azt tervezte, hogy a Kárpát-medencében folytatott térképező munkáját és egyéb tanulmányait egy nagyszabású, gazdagon illusztrált munkában közzéteszi. Életének váratlan fordulatai, és a rézmetszetű ábrák, térképek elkészítésének hosszadalmas munkája — de anyagi okok miatt is — a kiadás éveken át húzódott. Végül is Hágában jelent meg 1726-ban a latin nyelvű, hat kötetes nagyszabású monográfia, *Danubius Pannonico–Mysicus, observationibus geographicis, astronomicis, hydrographicis, historicis, physicis perlustratus...* címen (A magyarországi–balkáni Duna földrajzi, csillagászati, vízrajzi, történelmi, fizikai észlelésekkel átvizsgálva...). Utóbb francia fordításban is kiadták (La Hongrie et la Danube).

Ennek a terjedelmes munkának — a Kárpát-medence első tudományos monográfiájának — tartalmát azonban már jóval korábban összefoglalta, és 1700-ban *Danubialis operis prodromus* (A dunai munkálatok előfutára) címen,

60 oldal terjedelemben Lipcsében megjelentette. (A nagy művet általában röviden „Danubius”, a tervezetet „Prodromus” megnevezéssel említi a szakirodalom.) A Prodromus-t a londoni Royal Society-nek ajánlotta, ezzel is jelezve kötődését az angol tudós társasághoz.

A Prodromus I. kötet 2. rész címet viselő fejezetében találjuk a földmágneses mérések felsorolását, a VI. táblázatban (*Declinationum; Diversarum IV. Acum Magneticarum in Diversis Locis...*). A táblázatban Bécs, Buda, Baja, a Dráva Dunába ömlésénél, Szegeden, a titeli várban, Szolnokon és Egerben végzett mérések adatait közli, a négyes számú mágnesestű leolvasásai alapján. (L. a fentebb közölt táblázat vastagon szedett rovatát.)

A cenzúra 1698-ban engedélyezte a Prodromus kinyomtatását, amely 1700-ban jelent meg. A következő évben MARSIGLI az angol uralkodó bécsi követének, Sir STEPNEY-nek küldte az egyik legelső példányt, azzal, hogy juttassa el a Royal Society-hez. A Királyi Társaság elnöke, Hans SLOANE 1701. október 2-án kelt válasziratában nyugtázza STEPNEY-NEK, hogy levelét, és hozzácsatolva MARSIGLI írását megkapta. A jelzett könyvet (a Prodromus-t) azonban még nem kapta kézhez. A Royal Society naplójának tanúsága szerint azonban 1702 elején „A Prodromus-t, Marsigli gróf munkáját a Dunáról dr. Sloane elhozta, és a Társaságnak adományozta. Ez volt az a könyv, amelyről Stepney úr már régóta írt a társaságnak” [MCCONNELL 1993, 201. p.].

HALLEY tehát ismerhette MARSIGLI mágneses méréseit! Első térképe, amely csupán az atlanti térséget ábrázolja, 1701-ben jelent meg, június elején már bemutathatta a Royal Society előtt [THROWER 1978, 217. p.]. Néhány nappal később a Csatorna felmérésére indult az Admirális megbízásából, de 1702 januárjában már ismét Londonban volt. Bizonyára ebben az időszakban fejezte be második, az egész Földet felölelő deklinációs térképét [MACPIKE 1939]. Még annak az évnek tavaszán, vagy korai nyarán elkészíthette, mivel november 27-én már útnak indult Ausztria felé. Megvolt tehát a módja és lehetősége, hogy MARSIGLI méréseit bedolgozza térképebe! (Nem kizárt, de nem is bizonyítható, hogy a SLOANE által megköszönt levelében, kéziratban is közölte adatait.)

Nagyon valószínű, hogy a mágneses deklináció mérését MARSIGLI főleg a Royal Society (ill. HALLEY) számára

¹ A Dráva torkolata a Dunába.

² A Tittel melletti erősségben.

végezte. A Danubius kötetei ui. *nem tartalmazzák ezt a táblázatot*, és egyáltalában nem foglalkoznak mágneses mérésekkel. Ebből talán arra következtethetünk, hogy miután MARSIGLI látta az 1702. évi deklinációs térkép kiadását, később már nem tartotta fontosnak az adatok újraközlését. Úgy vélhette, a mágneses értékek elérték céljukat, önmagukban nem tulajdonított nekik jelentőséget.

Ezek azonban csak többé-kevésbé valószínű feltevések. A tény az, hogy 1696 nyarán gr. Luigi Ferdinando MARSIGLI rendszeres mágneses méréseket végzett a Kárpát-medencében, és az észlelési adatait 1700-ban nyomtatásban is közzéadta. A mágneses deklináció értékei rákerültek Edmond HALLEY 1702-ben megjelent második deklinációs térképére (az első mágneses világtérképére).

HIVATKOZÁSOK

- ARMITAGE A. 1956: Edmund Halley, 1656–1742. *Memoires of the British Astronomical Association*, Bd. 20
- BALMER H. 1956: Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus. *Verhandlungen des Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften*, Bd. 20
- BARTHA L. 1983: A mágneses deklináció első adatai Magyarországon. *Geodézia és Kartográfia* **35**, 5, 378–379. o.
- BARTHA L. 1987: A mágneses deklináció korai adatai a Kárpát-medencében. *Technikatörténeti Szemle* **16**, 1986–87, 91–103. o.
- BARTHA L. 1995: Halley, Marsigli and the First Isogone Line Across the Carpathian Basin (abstract). 15th International Conference on the History of Cartography. Abstracts. Vienna, Austria, 11–16. September 1995. 26. p.
- BROWN A. L. 1949: *The Story of Maps*. Dover Publ. Inc. 210–11. p.
- DEÁK A. A. 1986: A Duna első monográfiája. *Dunakanyar* **22**, 3, 34–38. o.
- DEÁK A. A. 1987: Johann Christoph Müller (1673–1721). *Dunakanyar* **23**, 2, 74–76. p.
- FRANCISTY J. 1985: Astronomska posmatranja grofa L. F. Marsigli sa teritorije Vojvodine léta 1696. god. *Zbornik Radova VII. Nacionalne Konferencije Astronoma Jugoslavije* 1984.

Publikacija Astronomskog Društva „Ruder Bošković” 67–76. p. Br. 4. Beograd

- FRANCISTY J. 1986: Astronomické pozorovania grofa Luigiho Ferdinanda Marsigliho na uzemí Vojvodiny v lete 1696. *Nový Život* **38**, 6, 422–450. p. Beograd
- HALLEY E. 1683: A Theory of the Variation of the Magnetic Compass. *Philosophical Transactions*, June 10, 208–221. p. London
- HALLEY E. 1702: A New and Correct Sea Chart of the Whole World Shewing the Variation of the Compass as they were found in the year M.D.CC. London
- KONDÉR I. 1948: A mágnesség és az iránytű története. *Térképészeti Közlöny* **7**, 1 (az 1943–48. évekre)
- MARSIGLI L. F. 1696: Kéziratoss feljegyzés a bolognai Marsigli-gyűjteményben. Másolata az Országos Vízügyi Múzeumban, Esztergomban
- MARSIGLI L. F. 1700: *Danubialis Operis Prodromus, Ad Regiam Societytem Anglicam. Norinbergae* (Nürnberg)
- MCCONNELL A. 1985: Írásbeli adatközlések és tájékoztatások a szerző számára Londonból
- MCCONNELL A. 1986: L. F. Marsigli Voyages to London and Holland, 1721–1724. *Notes and Records of the Royal Society* **41**, 29–76. p. London
- MCCONNELL A. 1993: L. F. Marsigli's Visit to London in 1721 and his Report on the Royal Society. *Notes Rec. Royal Society* **47**, 2, 179–204. p. London
- MACPIKE E. F. 1939: Dr. Edmond Halley (1656–1742), a bibliographical guide. London, 43–44. p.
- MULTHAUF R. P., GOOD G. 1987: A Brief History of Geomagnetism and a Catalogue of the Collection of the National Museum of American History. *Smithsonian Inst. Press* 4–5. p. Washington D. C.
- STOYE J. 1994: Marsigli's Europe 1680–1730. *The Life and Times L. F. Marsigli, Soldier and Virtuoso*. Yale Univ. Press
- THROWER N. W. J. 1978: Edmond Halley and the Thematic Geocartography. *In: The Compleat Platemaker* (Ed. N. J. W. THROWER). Univ. of California, 208–222. p.
- VÉKONY L. 1984: Egy olasz polihisztor a Kárpát-medencében. *Újvidék – Novi Sad*

Bartha Lajos



MFT-MGE III. GEOTUDOMÁNYI ANKÉT

Nagykanizsa, 2003. november 21.



Immár harmadik alkalommal került sor előadói nap megrendezésére az MGE Zala megyei csoportjának, illetve az MFT dél-dunántúli területi szervezetének közös szervezésében 2003. november 21-én. Noha a szűkebb körű év végi rendezvényeknek már hagyományuk van Nagykanizsán, úgy tűnik, hogy a szakmai profiljában három éve jelentősen kibővített rendezvénynek egyre nagyobb sikere, és most már — mondhatni — hagyománya is van. 2001 óta az érdeklődők száma egyre növekszik, az idén 83 regisztrált résztvevő hallgatta a geotudományok széles skáláját felölelő tíz előadást és tekintette meg a hat poszttert. A rendezésben nagy segítséget jelentettek a szervezők számára a Zsigmond Vilmos Szakképző Iskola végzős mélyfúró technikus hallgatói. Az ankét kinőtte a MOL Rt. épületében rendelkezésre álló helyiséget, ezért a nagykanizsai Halis István Városi Könyvtár épületében találtunk minden tekintetben megfelelő termet, amely — a növekedés ütemét figyelembe véve — talán néhány évig képes lesz otthont adni a színvonalas rendezvénynek, amelyre egyre nagyobb számban érkeztek „távoli” vidékekről is. Valószínű, hogy az előadások után tartott állófogadás szintén növeli az ülés ázsioját, ahol régen látott ismerősök köszönthették egymást és új szakmai-üzleti ismeretségek is születtek a fimon falatok, italok mellett, amelyeket — szakmai gyakorlat gyanánt — a nagykanizsai Thury György Kereskedelmi és Vendéglátó-ipari Szakközépiskola diákjai szolgáltak fel a tudományokban megfáradt résztvevőknek.

Mind a rendezők, mind pedig a hallgatóság reményét fejezte ki, hogy „jövőre veletek ugyanitt”.

Az ankéton elhangzott előadások kivonatai

IVANCSICS Jenő (MGSZ, Sopron): *Zala megye nyersanyag-ellátottsága, a piaci igények tendenciái, és a megye földtani környezetpotenciálja*

Zala megye hagyományos ásványi nyersanyaga a kőolaj. A telepek fokozatos kimerülése után nem összehasonlítható értékben, de egyre nagyobb szerep jut a felszíni szilárd ásványi nyersanyagok kitermelésének. A talajjavító és építőipari nyersanyagok feltárásában és termelésében nagyon jól követhető piaci tendenciák figyelhetők meg. A rendszerváltozás előtt jelentős szerepük volt az állami do-

tációknak, melyek a talajjavító dolomit, tőzeg-lápföld és lápi mész termelésének felfutását segítették. Zala megye építőipari potenciálja ezen időszakban alacsony volt, így a kötődő kavics-, homok-, agyagtermelés is inkább helyi igényeket elégített ki.

Az 1993. évi bányatörvényt követően megindult privatizáció után még mindig inkább a területlefedő helyi igények kielégítése volt a cél. A néhány éve megindult vasút- és közútépítések egyértelműen a projektekhez köthető nagy mennyiséget adó, rövid élettartamú bányák felé fordították az érdeklődést. Olyan új nyersanyagok feltárására került sor, melyekre korábban még véletlenül sem nagyon volt igény. A nyersanyag-igény ilyen típusú eltolódása azzal is együtt jár, hogy nem várható ezen üzemektől tartós működés, számuk gyorsan visszaáll a „normál”, építőipart kiszolgáló és gazdaságosan működni képes számra. A megye gazdasági potenciáljának bővülése talán a téglá- és cserépipar jelentős fejlődését hozhatja magával.

Zala megye morfológiai tagoltsága, változatos földtani felépítése miatt földtani környezetpotenciálja is magas. A nagy területet (elsősorban a dombhátságok) befedő agyagos, löszös és vályogos üledékek felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny területek, ezeknek az országos átlagnál nagyobb gyakorisága komoly könnyebbséget jelent a jövőben építendő hulladéklerakók optimális elhelyezésénél.

SCHUBERT József (DDVIZIG, Pécs): *A Dél-Dunántúl vízkészlete és a vízgazdálkodás jövője az európai uniós Magyarországon*

A Dél-Dunántúl, mint nagyrészt dombvidéki és a nagy befogadók (Duna, Dráva, Balaton) vízváltóján elhelyezkedő terület, vízgazdálkodási szempontból eltér az ország nagyobb részére jellemző „alvízi medence jellegtől”. A helyben keletkező vízkészletek több nagyságrenddel kisebbek, mint a határ menti folyókban található, ami a terület belsejére koncentrálló vízigények kielégítését megnehezíti.

A felszíni vizek kedvezőtlen területi eloszlását a felszín alatti vízkészletek kiegyensúlyozottabb jelenléte részben kompenzálja. A részlegesség azt jelenti, hogy a kommunális vízigények gyakorlatilag kielégíthetők, azonban a mezőgazdaság számára öntözésre vagy halgazdálkodásra felhasználható vízmennyiség korlátozott. A vízbázisok igénybevétele fizikai és jogi korlátai vannak az érvényes jogszabályok szerint is, amit az EU Víz Keretirányelv

még megerősít az ökológiai szempontok prioritása, a fenn tartható fejlődés és a gazdasági visszatérülés elvei alapján.

A vízgazdálkodás jövője a gyakorlatban is megvalósított integrált vízgyűjtő gazdálkodás, vagyis a tevékenységeknek, azok vízigényének a vízkészletekkel és a hidrológiai folyamatokkal történő összehangolása térben és időben.

VARGA Péter (MTA GGKI, Sopron): *Magyarország szeizmicitása és földrengéskockázata*

A Kárpát-medence szeizmicitása közepes erősségű. Ennek ellenére időről időre (évszázadonként két-három esetben) előfordulnak erős, $M = 5,5-6,0$ méretű, sőt nagyrítkán még nagyobb földrengések is. Komoly épületkárokat okozó szeizmikus eseményre ($M \geq 4,5$) 15–20 évente lehet nálunk számítani. A hazánkban és közvetlen környezetében kaptant földrengések területi és időbeli eloszlása egyenlőtlen. A lemezen belüli földrengésekre jellemző, hogy térbeli eloszlásuk nem egyértelműen kötődik a nagy földtani szerkezeti egységekhez, és hogy esetenként jelentős idő telik el a nagyobb szeizmikus események között. Így van ez Magyarország esetében is.

A Kárpát-medencén belüli rengések vizsgálata képezi az MTA GGKI Szeizmológiai Observatóriumának egyik legfontosabb feladatát. Ennek érdekében működtetjük rövid periódusú állomás hálózatunkat és telepítünk új, széles sávú műszereket.

A helyi földrengések értelmezése az obszervatóriumban dolgozó kutatók másik fontos feladata. Ezzel a tevékenységgel kapcsolatban két új eredményről számol be az előadás. Az egyik a földfelszínen mért deformációk, valamint a földrengés-gyakoriság és a fészekméret közötti kapcsolat kérdésével foglalkozik. A másik a gyenge ($M \leq 3,0$) földrengések most felismert tulajdonsága. Ezek — eltérően a nagyobb szeizmikus eseményektől — eltérő valószínűséggel fordulnak elő különböző napszakokban, ami arra utal, hogy a kis rengések kialakulásában a nagyobbaktól eltérő folyamatok is szerepet kapnak. Mindez felveti a statisztikus földrengésprognózis bizonyos szempontból történő felülvizsgálatának igényét.

Példákon kerülnek bemutatásra a földrengések előre prognosztizált és a valóságban megfigyelt hatásai közötti eltérések. Az esetenként jelentős különbségek mértékének csökkentéséhez fontos gazdasági érdek fűződik, mert ennek a károk számottevő csökkenéséhez kell vezetnie. Jelenleg világszerte ellenkező hatások érvényesülnek: 1980 és 2000 között az anyagi károk exponenciális jelleggel nőttek évi 20 milliárd \$-ról 80 milliárd \$-ra. A XX. században hazánkban kb. 600 milliárd forint kár keletkezett földrengések következtében és a világtendenciát szem előtt tartva elképzelhető, hogy a XXI. században ez a veszteség esetleg jelentős mértékben növekedni fog.

KONRÁD Gyula (PTE Földtani Tanszék, Pécs): *Új módszerek a líbiai földtani térképezésben*

Az R-petro Kft. szervezésében a Magyar Állami Földtani Intézet — külső szakértők bevonásával — földtani térképezést végez Líbia középső részén, a Haruj al Aswad és a Bin Ghanima hegység területén. A terepi felvétel digitális adatrögzítéssel történik. A GPS készülékkel összekapcsolt kézi számítógép programja a kiválasztott képződménycsoportokhoz illeszkedő menürendszerben kéri a földtani adatokat, jellemzőket. Minden csoport adatait naponta adatbázisba töltik, a digitális fényképekkel együtt.

Az észlelési pontok kiválasztása az előzetesen értékelt űrfelvételek, 100 000-es, valamint 40 000-es légi fényképek és korábbi földtani térképek alapján történik. A felvétel kondíciója 100 000-es, a nyomtatott változat 1:250 000 méretarányú. Az előadás a paleozoós–mezozoós törmelékes üledékekből álló Bin Ghanima hegység északi részének, a pliocén bazaltból felépülő Haruj DNY-i részének és a közöttük húzódó, késő mezozoós törmelékekből és paleogén, valamint harmadidőszaki–negyedidőszaki karbonátokból, alárendelten prekambrium gránitból és metamorfotokból álló területnek a térképezési tapasztalatait ismerteti.

ZILÁHI-SEBESS László (ELGI, Budapest), SZONGOTH Gábor (GEO-LOG Kft., Budapest): *Geomechanikai paraméterek becslése mélyfúrás-geofizikai mérések alapján*

A mélyfúrás-geofizikai mérésekből számított paraméterek két szempontból különböznek a fúrómagokon mért megfelelőjüktől. Egyrészt a mélyfúrás-geofizikai mérések in situ körülmények közt, nyomás alatt történnek, míg a laborvizsgálatokig a mag sok elváltozást szenved. A tapasztalatok szerint minél kevésbé állékony egy kőzet, annál nagyobb a különbség a geofizikai és a labor paraméterek közt. A másik döntő különbség az, hogy a mélyfúrás-geofizikai mérések gyakorlatilag folyamatos információt szolgáltatnak, míg a magvizsgálatnál ez nem mindig teljesül, különösen a zúzott, tektonizált zónáknál, ahonnan a legtöbb esetben nem is lehet a kőzetet valóban reprezentáló magmintát venni.

Az információ folytonosságából következik, hogy a kvantitatív becslésen kívül a tömörödéssel, illetve a mállással kapcsolatos fellazulási trendek is vizsgálhatók. A fellazulási trendek nem mindig jelentenek tényleges sűrűség-változást, hanem csak az elektromos, ill. az akusztikus mérésen mutathatók ki, ezért jelenlétük, kimutathatóságuk az in situ vizsgálati állapothoz kapcsolódik. A labormérések és a mélyfúrás-geofizika alapján számított paraméterek különbsége nagy valószínűséggel összefüggésbe hozható a kőzet bányavágat-hajtáskor mutató mechanikai tulajdonságaival.

Összevetettük a mélyfúrás-geofizikából közvetlenül számított geomechanikai paramétereket a bányászatban, a kőzetek állékonyságának jellemzésére használt RMR (Rock Mass Rating) vizsgálatokkal. Az RMR értékeket a fúrómag tagoltsága alapján a vágathajtás követelményeinek megfelelően előre kijelölt intervallumokra vett átlagértékeként határozzák meg, ezért a mélyfúrás-geofizikai mérésgörbéket az összehasonlítás érdekében futó átlagolással szűrtük, majd normáltuk. Az így nyert szelvények megfelelően jól korrelálnak az RMR értékekkel.

Az összehasonlító vizsgálatok ismeretében a mélyfúrás-geofizikai mérések alapján számított kvantitatív rugalmassági paraméterekből a bányászati tervezés számára hasznos paraméterek reálisan becsülhetők. Ezek, miután az SI rendszerbe illeszkedő folyamatos információt jelentenek, mindenféle áttétel nélkül a bányászati tervezéshez felhasználhatók.

ÁBELE Ferenc (MOL Rt., Budapest): *Szeizmikus és petrofizikai értelmezések integrációja*

A szeizmikus képfájlok és az időskálában megjelenített petrofizikai litológiai oszlopok illesztését lehet elérni a VSP és integrált akusztikus terjedési idő segítségével. Az

előadásban ismertetett eljárás segítségével a litológiai információk a szeizmikus metszetbe kerülnek, s ezúton könynyíti meg a szeizmikus szelvény felhasználását a geológiai modellalkotásban. Az előadás két hazai és egy külföldi területen végzett munkát ismertet.

KONCZ István, CSÁSZÁR János, MARTON Tibor, TÓTH László (MOL Rt., Nagykanizsa): *Szervesanyag-tartalom meghatározásának lehetőségei lyukgeofizikai módszerekkel*

Az üledékes medencékben képződött kőolaj mennyiségének meghatározásában fontos az anyaközetekben keletkezett szerves anyag mennyiségének becslése. Az anyaközetek általában agyagos, karbonátos közetek, amelyekben számottevő mennyiségű szerves anyag van. A nem anyaközet jellegű közetek szintén tartalmazhatnak szerves anyagot, de a mennyiség ezekben a közetekben általában nem jelentős.

A meghatározás közvetlen módja az anyaközetből vett mintán végzett laboratóriumi vizsgálat (teljes szerves szén — TOC — analízis; pirolízis; vitrint reflexió; elemi analízis; gázkromatográfia; vizuális kerogén leírás). Mivel a magminták túlnyomó része nem anyaközetből származik, ezért kísérletet tettünk arra, hogy a szervesanyag-tartalmat lyukgeofizikai módszerek segítségével becsüljük.

Mivel a szerves anyag karotázs paraméterei ismertek, így lehetőség nyílhat arra, hogy megfelelő módszerrel kísérletet tegyünk a szervesanyag-tartalom mennyiségének meghatározására.

A különböző típusú mélyfúrás-geofizikai szelvények, szelvénykombinációk alkalmazhatósága az anyaközet szervesanyag-tartalmának kimutatására eltérő mértékű. Röviden áttekintjük az irodalomban előfordult próbálkozásokat, majd az ún. ΔR módszer alkalmazhatóságát vizsgáljuk hazai példákon keresztül.

BOCK János (GEOINFORM Kft., Nagykanizsa): *Speciális kútgeofizikai műveletek*

A világban széles körben alkalmazott gyakorlat a kútgeofizikai kábelrel való bridge plug elhelyezés béléscsőben, esetenként termelőcsövön keresztül is, mint a perforáció kizárás módja. Ezzel a módszerrel jelentősen csökkenthető a perforációk kizárásához szükséges idő és költség, a mélységpontosság jelentősen növelhető, így kis hely esetén is használható. A módszer hazai bevezetésére már sor került, az előadás az alkalmazás sajátosságait és eddigi eredményeit taglalja.

A rétegmegnyitás a kutatási folyamat fontos eleme. Az elmúlt időszakban, mint az olajipar minden más területén is — jelentősen nőtt a perforáló eszközökkel szembeni követelmény. A szolgáltatók jelentősen növelték a választékot és elterjedtek a testre szabott megoldások. Az előadás a rendelkezésre álló legújabb lehetőségeket mutatja be.

VÁRHEGYI András, GORJÁNÁZ Zorán (Mecsekérc Rt., Pécs), SOMLAI János (Veszprémi Egyetem radiokémiai tanszék), TIRPÁK Gábor, KOVACSICS Árpád (Bakonyi Bauxitbányák Kft.): *Radontól származó dolgozói sugárterhelések néhány magyarországi barlangban*

Az átlagos talajok pórusaiban uralkodó radon- (^{222}Rn -) koncentráció igen magas a tipikus emberi tartózkodási helyekhez (kültéri és beltéri levegő) viszonyítva, az eltérés több nagyságrend. E tekintetben a barlang egy nagyra nőtt talajpórusnak is tekinthető, amelyben jellemzően néhány

vagy néhány száz 10 kBq/m³-es radonkoncentráció mérhető. Ráadásul ez az érték — a légcseré mechanizmusaitól és intenzitásától függően — időben igen jelentős ingadozást mutathat.

A legújabb magyarországi sugárvédelmi szabályozás (16/2000. EÜM rendelet) a munkahelyi radonkoncentráció „beavatkozási szintjét”, vagyis az a szintet, amely fölött intézkedni kell a szintek vagy a dolgozót érő terhelés csökkentéséről, 1 kBq/m³-ben állapítja meg. Következésképpen azon a dolgozók, akik munkaidejük jelentős részét barlangokban töltik (pl. barlangi túravezetők, terapeuták), jelentős sugárterhelésnek vannak kitéve, megfelelő egészségvédelmükről gondoskodni kell. Előadásunkban néhány hazai barlangunkban mért radonszintről (pl. a Tapolcai Tavasbarlangban a közelmúltban végzett méréseink eredményeiről) és a becsült dolgozói sugárterhelésekről, a javasolt sugárvédelmi teendőkről adunk rövid áttekintést.

BERTA Zsolt és a MECSEKÉRC Rt. műszaki gárdája, Pécs: *Az uránbányászati rekultiváció jelenlegi helyzete és hosszú távú feladatai*

Az uránipari rekultiváció beruházási programja a vége felé közeledik és a feladatok súlypontja fokozatosan a helyzet stabilizálása és hosszú távú fenntartása, ellenőrzése irányába tolódik el. Jelenleg a rekultiválandó objektumok közül a nagyobbik, 1. sz. zagytározó takarási, növényesítési munkálatai vannak még hátra, a 2. sz. zagytározó és az összes többi bányászati, ércfeldolgozási létesítmény (meddőhányók, perkolációs terek, aknák, üzemudvarok stb.) tájrendezése, helyreállítása gyakorlatilag befejeződött, ill. a hatósági elismertetés stádiumában tart.

Az ivóvízbázisok hosszú távú védelmét biztosító víztisztítási (uránmentesítés, sómentesítés) és vízkezelési munkálatokat azonban még néhány évtizedig folytatnunk kell. A helyreállított környezet stabilitását, a megfelelő környezeti paraméterek állandóságát hosszú távon biztosítani és ellenőrizni szintén néhány évtizedes távlatú feladat, amelynek legfontosabb hidrogeológiai, geofizikai és geotechnikai aspektusát foglaljuk össze előadásunkban, illetve a bemutatott poszteren.

JÓSVAI József, NÉMETH András, KOVÁCSVÖLGYI Sándor, CZELLER István, SZUROMINÉ KORECZ Andrea (MOL Rt., Budapest): *A Balaton-vonal zalai szakaszának földtani modellje*

Új anyagvizsgálatok és 3-D szeizmikus mérések értelmezései alapján továbbfejlesztettük a Balaton-vonal zalai szakaszának földtani modelljét, mely az elmúlt két évtizedben kidolgozott nagytektonikai elképzeléseket megerősíti és finomítja. A vonal zónájában új paleogén előfordulásokat igazoltunk: az egymástól területileg elkülönülő felső eocén mocsári sorozatot, illetve oligocén tengeri homokos-pélites összleteket strike-slip duplexeknek tekintjük, és szlovéniai előfordulásokkal párhuzamosítjuk. Körvonalaztuk a zalai vonalszakaszon végighúzódo magmás-metamorf zóna heterogenitását és öves felépítését. Középső triász karbonátos közetek fáciesvizsgálata alapján tektonikusan elkülönülő kőzetblokkokat határoltunk el.

A szeizmikus és fúrás adatok szerint egymástól eltérő felépítésű tektonikai egységek (mágmás-metamorf zóna, triász karbonátos képződmények, paleogén medence-fragmentumok) kerültek egymás mellé az alsó miocén oldalelmozdulási fázisban, segédterésekkel kísért mar-

káns strike-slip vetők mentén. A területen ebben a fázisban több kilométer szélességű pozitív virágszerkezetek, felpikkelyeződések és back thrust szerkezetek jöttek létre. A kárpáti – középső miocén extenzió a Budafai-medence és a Kanizsai-mélyzóna kinyílásához vezetett. A felső miocén és pliocén folyamán fel-felújuló transzpresszió a strike-slip törések reaktiválódását és nagy amplitúdójú antiklinálisok (Budafa, Lovászi) létrejöttét eredményezte.

Magyar Olajipari Múzeum, Zalaegerszeg: *Olajipari emlékhelyek Zala–Mura térségben*

Az „Olajipari emlékhelyek Zala–Mura térségben” elnevezésű projekt az Európai Unió „PHARE CBC Magyarország–Szlovénia 2000 Kisprojekt Alap” támogatásával jött létre a 2003. évben. A projekt célja volt feltérképezni, és sorszámozott emléktáblákkal ellátni minden olyan Zala–Mura térségbeli objektumot, amelyek olajipar-történeti jelentőséggel bírnak és meghatározók az iparág fejlődése szempontjából.

Az EU által támogatott programban a Magyar Olajipari Múzeum Alapítvány munkatársain kívül projektpartnerként vettek részt a szlovéniai Petesházi Helyi Közösség elnöke és képviselői, továbbá a lendvai székhelyű Nafta-Geoterm Kft. szakemberei is. A program keretében Zala megyében eddig 15, Vas megyében 1 emléktábla elhelyezésére került sor, további 6 emlékhely-avatás történt Szlovéniában, illetve 3 Horvátországban. A poszter kiállítás a már olajipari emlékhelykké avatott objektumokból ad ízelítőt. Az emlékhelyek — az elkészített térképek segítségével — egyben olyan túraútvonal lehetőségeket kínálnak az érdeklődőknek, amelyek átfogó képet nyújtanak a magyar, szlovén és horvát olajipar múltjáról és jelenéről egyaránt.

A Magyar Olajipari Múzeum Alapítvány elkötelezett a program továbbfejlesztésében és nyitott az emlékhelyek bővítésére vonatkozó további javaslatok, kezdeményezések tekintetében. A projekt nemzetközi sikere záloga annak, hogy a későbbiekben egy európai olajipari emlékhely hálózat épülhessen ki.

GEO-GENESIS Műszergyártó és Kutató Bt., Várpalota: *Cégbemutató poszter kiállítás*

Az 1989-ben alapított társaság geofizikával, vízkutatással, kűtfúrással és kűtjavítással, valamint műszergyártással foglalkozik. A mélyfúrás-geofizikai vizsgálatokhoz három mérőberendezés áll rendelkezésre 2500 m mélységkapacitással. Szondaparkunk lehetővé teszi, hogy mindig a fúrás kitűzött céljának megfelelő mérési programot választhassunk, legyen az szerkezet-, ásványinyersanyag- vagy vízkutatás. Tevékenységünkben alapvető fontosságú az új és régi kutak, valamint termáلكutak geofizikai vizsgálata, hidrodinamikai vizsgálata, a kűtjavítás megtervezése.

Munkáink jelentős részét képezik a környezetvédelemmel kapcsolatos különböző feladatok: szakvélemények és hatástanulmányok készítése, környezetvédelmi felülvizsgálatok végrehajtása. A kezdetektől fogva részt veszünk az országos vízbázisvédelmi program munkálataiban. Két fűróberendezésünkkel fővállalkozóként végezzük régi kutak felújítását, valamint új vízkutak, megfigyelőkutak és monitoring rendszerek kivitelezését.

A minőségi és szakmailag megfelelő színvonalú szolgáltatás biztosításához folyamatosan törekszünk műszer- és

gépparkunk fejlesztésére. Ennek keretében sikerült 2002-ben beszerezni és alkalmazásba állítanunk a jelenlegi csúcstechnológiát képviselő optikai és akusztikus képalkotó karotázsszondákat, amelyek a fűrólyuk vagy béléscső faláról képesek kiterített 360°-os képet készíteni. A két szonda egymást jól kiegészítő párost alkot, ugyanis amíg az akusztikus műszer bármilyen — akár zavaros, iszapos — folyadékban működik, addig az optikai szonda tiszta vízben és levegőben ad képet.

A poszter bemutatón a szondák használata során szerzett tapasztalatainkat kívánjuk átadni.

VINCZE László geológus (Gellénháza): *Fotóválogatás „Útközben” címmel*

Harminc éve foglalkozom földtannal, és kötődöm a dunántúli olajiparhoz. Húsz éve használok számítógépet, jelenleg elsősorban alkalmazott informatikával foglalkozom. MOL-os munkáim dokumentációk és adatbázisok. Részt vállalom a Sulinet tudásbázishalmaz természet-tudományi szegmensének feltöltésében.

Abban a szerencsében részesültem, hogy munkám és hobbijaim csaknem egybeesnek. Ennek hozadékaként „szoktam rá” a szkennelésre és a digitális fényképezésre. A szkenneléssel a Magyar Elektronikus Könyvtár állományát tucatnyinál több könyv digitalizált változatával sikerült gyarapítanom.

Hat éve készítek digitális fényképeket. Megpróbálok ötvözni a digitális fényképezés előnyeit a korlátozott mozgásképeség előnyeivel. Természetfotóim száma több ezer, ezek közül választottam ki néhányat.

PERKÓ Zsolt (Nagykanizsai AmatőrCsillagász Egyesület): *A planetán kívűl*

A Nagykanizsai AmatőrCsillagász Egyesület 2002. július 13-án alakult 10 fővel. A tagok nagy része ezt megelőzően a Nagykanizsai AmatőrCsillagász Klub (NAK) tevékenységét segítette. A NAK szakköri foglalkozásait a nagykanizsai Canis Maior csillagdában tartotta ez idáig. Sajnos a csillagda 1981-es építési helyszíne akkor még jó választásnak tűnt, azonban mára a város körbeépülte, és annak „fényszennyezése” teljesen ellehetetlenítette működését. Ezért megfogalmazódott egy új csillagda felépítésének gondolata, egy várostól távoli, zavaró fényektől mentes, jól megközelíthető helyen. Ennek a tervnek a megvalósításához és a szükséges anyagi háttér megteremtéséhez az egyesületi formában való működés látszott a legmegfelelőbbnek. Alkalmas építési területet találtunk a kb. 20 km-re lévő Becsehely község melletti hegyen 320 m tengerszint feletti magasságon. Észleléseinket a megalakulásunk óta innen végezzük.

Rendszerek távcsöves bemutatóink, előadásaink. Havonta két alkalommal nyílt szakköri foglalkozást tartunk a Hevesi Sándor Művelődési Központban. Észleléseink nagy részét meteor-, mélyég-, bolygó- és Hold-észlelések teszik ki. Eredményeinket rendszeresen megküldjük a Magyar Csillagászati Egyesületnek. Ahhoz, hogy ezen észlelések körét bővíteni, ill. minőségét javítani tudjuk, elengedhetetlen egy megfelelő műszerekkel felszerelt csillagda. Jelenleg Zala megyében nincs működő bemutató csillagvizsgáló. Mi ezt a hiányt is szeretnénk pótolni.

A rokon tudományterületek képviselőivel is igyekszünk jó kapcsolatokat kialakítani. Jelenleg nagyon jó a kapcsolatunk a helyi meteorológiai állomással és természetesen

nyitottak vagyunk mindenki felé, akivel kölcsönösen segíteni tudjuk egymás munkáját. Ennek szellemében csatlakoztunk az MFT–MGE nagykanizsai rendezvényéhez.

A kiállított tablókon az egyesület története, és a tagok által készített fotók láthatók. Várjuk az érdeklődőket, és mindazokat, akik bármilyen formában segíteni tudják felvázolt céljaink elérését.

Az ankétot támogatták:

Dolomit Kft.

8360 Keszthely, Georgikon út 23.

Tel.-Fax.: (83)310-175

Dolomit9@axelero.hu

GeoGenesis Műszergyártó és Kutató Bt.

8103 Várpalota, Thököly u.17.

Tel.: (88)587-730, (88)475-469

Fax: (88)587-730

E-mail: geo-genesis@vnet.hu

Webcím: www.geogenesis.vnet.hu

Geoinform Mélyfúrás Információ Szolgáltató Kft.

8800 Nagykanizsa, Vár út 8.

Tel.: (93)537-470

Fax.: (93)537-471

Webcím: www.geoinform.hu

OÁZIS Kútfúró Talajmechanikai Kft.

8800 Nagykanizsa, Pivári u. 6.

Tel., fax: (93)310-812

E-mail: oaziskft@tvn.hu

Horváth Zsolt, Császár János

OTKA '2004

Az OTKA a kutatók számára a rendszerváltozás egyik legelső kézzelfogható megnyilvánulása volt: ez az intézményfüggetlen pályázati rendszer adott először hivatalosan lehetőséget a tudományos minősítéssel rendelkező fiataloknak arra, hogy elképzeléseiket szabadon és önállóan megvalósíthassák. Az OTKA-ban a döntést és ellenőrzést — jól-rosszul — maga a tudományos közösség gyakorolja.

2002 őszén, a geofizikai OTKA-projektek III. sereg-szemléjén (ld. a Magyar Geofizika 2002. évi OTKA különszámában) az OTKA Élettelen Természettudományi Kuratórium elnöke felhívta a figyelmet az OTKA döntési és elosztási mechanizmusának egy apró, de fontos elemére. Nevezetesen arra, hogy egy-egy tudományterületen minél nagyobb a pályázati igény, annál nagyobb a szétosztható pénz.

A Földtudomány I. zsűriben 2003-ban negatív szenzáció volt a geofizikai pályázatok minden addiginál kevesebb száma. Bizonyára van egy természetes hullámmás a pályázati aktivitásban (az átlagos futamidőnek megfelelő 3–4 éves periódusidővel), de összesen három pályázat a geofizikusok részéről tényleg kirívóan kevés. A geofizikusok tudományos aktivitása ennél lényegesen nagyobb. Még akkor is, ha a 2003. eleji pályázatbeadáskor már tudható volt, hogy a 2003-as támogatási összeg nemcsak hogy nem nőtt az előző évihez képest, hanem — a kutatás ÁFA-jának 12%-ról 25%-ra emelkedése következtében — kb. egytizedével csökkent.

Figyelemfelhívásként körülbelül ennyit terveztem írni a Magyar Geofizika 2004-ben megjelenő első számába, amikor január végén, február elején újabb lappangó, pesszimizista OTKA-jóslatok teljesedtek be.

Az első fejlemény a szavahihetőség példázata. LIPTÁK András OTKA-elnöknek az ÁFA-emelés tárgyában írt reklamáló levelére adott pénzügyminiszteri választ tavaly év végén saját szememmel láttam: LÁSZLÓ Csaba pénzügyminiszter az ÁFA-emelés indokaként az EU-jogharmonizációt nevezte meg. 2004. január elején Sopronban járt hazánk brüsszeli tudományos attaséja, aki előadása végén feltett kérdésemre elmondta: 1. ilyen magas ÁFA sehol Európában nem terheli a tudományos

kutatást, 2. a kutatás ÁFA-ja az EU-ban nem egységes, 3. ezen a téren nem is terveznek EU-jogharmonizációt.

A második fejlemény már a tettek mezejéről tudósít: az ideai OTKA-támogatást a kormány bruttó 7 Mrd Ft-ról 5,1 Mrd Ft-ra csökkentette (változatlanul 25% ÁFA-teherrel)! A mellékelt ábra az OTKA-támogatás évenkénti alakulását mutatja Mrd Ft-ban, ahol a fekete oszlopok egységesen 12% ÁFA feltételezésével mutatják az évenkénti OTKA-támogatás alakulását 1991 óta. Egy növekedési trendet és hullámmásokat látunk az ábrán. A növekedési trend ne tévesszen meg senkit: a 2002-es csúcscélt dollárra átszámítva nagyjából az 1993-as maximumnak felel csak meg. A hullámmásban látható mintegy 8–9 éves periódusidő nyilván nem az OTKA-futamidőkkel, hanem egyértelműen a kormányzati időszakok váltakozásával kapcsolatos.

További elszomorító hír, hogy megszűnik a tudományos iskolai projekt, és az OTKA műszerpályázatot sem írják ki az idén. A 2004. évi tematikus pályázatok kiírása több hónapos, az OTKA történetében példátlan késedelmet szenvedett: a pályázati felhívást www.otka.hu szerint csak márciusban teszik közzé...().*

Két-három éve még a hazai kutatócsoportok további erősítését, európai versenyképességének növelését reméltük. Ma már pusztán létünkért kell küzdeni (ld. az MGSZ központi hivatalának megszüntetéséről, valamint az MTA GGKI gazdasági önállóságának elvesztéséről felröppent kőszá [?] híreket). Ha mindehhez hozzátesszük, hogy a miniszterelnök a minap a mai kor követelményeinek megfelelő munkavállalóként BÉKÉSY György (1899–1972) Nobel-díjasunkat hozta fel példaként (mint aki élete során

* A Magyar Geofizika szerkesztőségéhez február 23-án beküldött írásom az MGE-évfordulóra készült különszám miatt mindaddig nem jelent meg. Azóta több fejlemény történt: (1) kialakult a végleges OTKA-költségvetés (megközelítőleg a februárban sejtett számadatoknak megfelelően); (2) a 2004-ben kezdődő pályázatok jelentősen csökkentett támogatással indulhattak el, sőt (3) az OTKA vezetői kénytelenek voltak a korábban elnyert pályázati összegeket is 14%-kal redukálni (ami magyarul a megkötött szerződések felrúgását jelenti); (4) az is 2004 elején tudatosult a legtöbb OTKA-témavezetőben, hogy a 25%-ra felemelt ÁFA ezentúl nem visszatéríthető...

többször is képes volt váltani), szavait úgy is lehet értékelni, hogy a tudomány hazai képviselői ne itthon keressék boldogulásukat.

Mindenesetre a remény hal meg utoljára. Bízunk a jövőben, és 2004-ben minél többen pályázzunk OTKA-ra is!

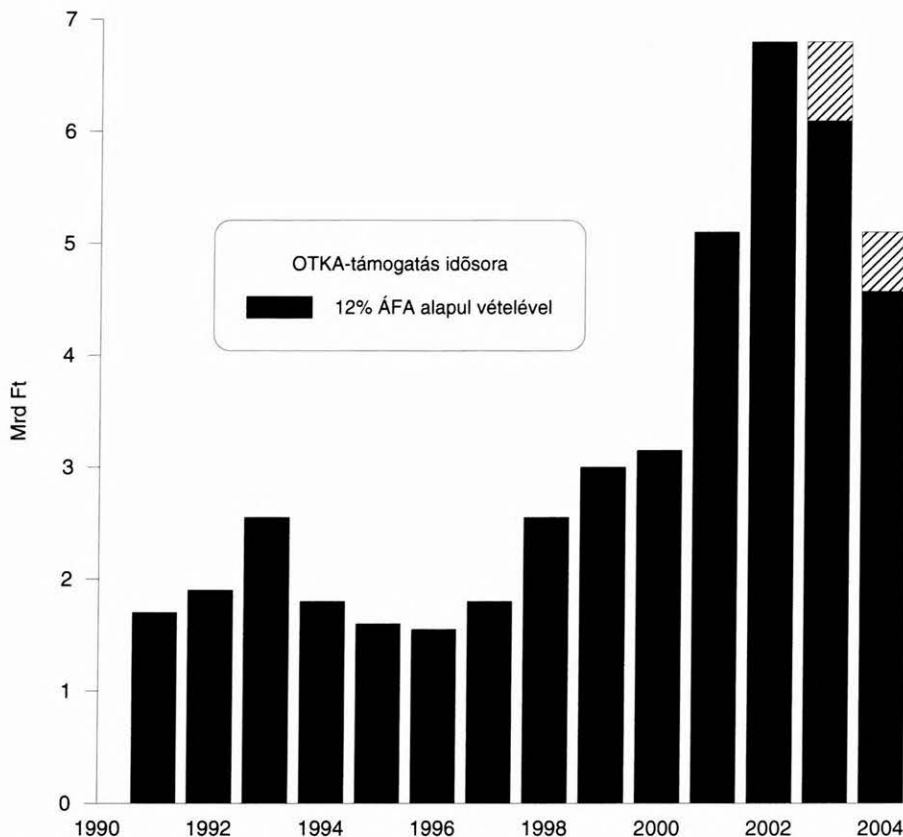
Az egyetlen jó hír, hogy a tudományos iskolai projekt

mégsem szűnik meg (csupán a pályázati összeg lesz feleakkora, mint az első kiírás alkalmával volt).

Reményünket egy szebb jövőben a 2004-es pályázati úrlapok hihetetlen bonyolultsága ellenére se veszítjük el!

2004. április 28.

Szarka László



Az OTKA támogatása 1991 és 2004 között. A 2003-as és 2004-es bruttó értékeket a sávozott oszlopok mutatják, de ezeket már nem 12%, hanem 25% ÁFA terheli

A PRO GEOPHYSICA EMLÉKÉREM 2003. ÉVI KITÜNTETETTJEI

2003. december 4-én 14 órára megtelt az ELGI konferenciaterme. Ünnepelni gyűltünk össze: megtisztelni azokat a munkatársakat, akik sokat tettek a Geofizikai Intézetért és ezen keresztül a magyar geofizikáért, ahogyan az alapítók (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány) által megfogalmazott alapszabály ezt rögzíti.

Hagyomány most már az intézetben, hogy a Bányásznapon adjuk át a kitüntetést, mint ahogyan az is hagyomány, hogy erre az alkalomra meghívást kapnak az MGSZ és az együttműködő társintézet, a Magyar Állami Földtani Intézet vezetői is.

Gazdagította az ünnepséget, hogy élve a megtisztelő alkalommal, ezúttal ünnepélyesen búcsúztattuk az év folyamán nyugdíjba ment kollégáinkat, azaz Czövek Gábort, Mészáros Ferencet, dr. Simon Andrást és Verő Lászlót. Az ELGI igazgatója útravalónak egy-egy háromputtonyos tokaji aszút adott át mindannyiuknak.

Dr. BODOKY Tamás, az ELGI igazgatója és PÁLYI András, az ELGA kuratóriumi elnöke méltató szavának kísére-

tében adták át a kitüntetetteknek a PRO GEOPHYSICA Emlékérmét és kísérőként az *Eötvös Loránd Geofizikai Intézet története I. (1907–1964)*, valamint *Báró Eötvös Loránd, a tudós fotográfus* c. könyveket.

A PRO GEOPHYSICA Emlékérem 2003. évi kitüntetettjei ábécérendben a következők:

HERMANN LÁSZLÓ

1945-ben született Tamásiban. A helyi Béri Balogh Ádám Gimnáziumban érettségizett. Katonai szolgálata után az ELTE-n fizikusi diplomát szerezve az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézetében dolgozott. Az ELGI Szeizmikus és Számítástechnikai Főosztályának mélyszerkezet-kutató osztályára 1976 végén került. Eleinte a vibroszeiz eljárás számítógépes módszertanának elméleti és gyakorlati fejlesztésével foglalkozott, majd a bányageofizikai osztályon bekapcsolódott a Mecseki Szénbányák megbízásából kezdett bányageofizikai kutatásba.

Az itt a '80-as évek elejére nemzetközi viszonylatban is elsők között megalkotott görbült sugárútas szeizmikus tomográfia algoritmusának kidolgozásában végzett munkáját tartja ma is legjelentősebbnek. Részt vett a telephullám átvilágító mérések módszertanának fejlesztésében, valamint a bányabeli mérésekben nemcsak itthon, de Kínában, Törökországban és Szlovákiában is. 1983-tól a Mérnök-geofizikai Főosztályon dolgozik. Itt közreműködött a hazai P és S crosshole mérések eszközparkjának kidolgozásában és mérnök-, valamint környezet-geofizikai, sekélyszeizmikus feladatok megoldásában (üregkutatás, rezgésterjedési viszonyok, vonalas létesítmények roncsolásmentes vizsgálata, a földrengések helyi hatását befolyásoló tényezők térképezése). Jelenleg is fő kutatási területe a szeizmikus sebességtér meghatározása különböző hullámtípusok és mérési geometriák esetén.



A kitüntetettek egyik része (balról jobbra: MÉSZÁROS^{NÉ} JELINEK Beáta, RÁNER Gézáné RISKÓ Erszébet, SÉDY Lorándné és HERMANN László)

A '80-as években féltucatnyi diplomázó témavezetője, ipari konzulense volt.

1998-tól az ELGI TUDOSZ alapszervezet titkára.

Tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének és az Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) európai szekciójának.

MÉSZÁROS^{NÉ} JELINEK BEÁTA

1952-ben született Budapesten, 1970-ben angol tagozaton érettségizett a Kossuth Zsuzsa Gimnáziumban. Egy évet a Papíripari Vállalatnál, majd 1971–73 között a TAU-RUS Gumiipari Vállalat műszaki könyvtárában dolgozott. 1973. május 3-ától dolgozik az ELGI könyvtárában. 1971–74 között az Országos Műszaki Könyvtár és Dokumentációs Központ szervezetében műszaki könyvtárosi végzettséget szerzett, majd, 1978-ban a Szombathelyi Tanárképző Főiskolán könyvtárosi diplomát kapott.

1993-tól az ELGI könyvtárának vezetője.

1972-ben Igazgatói dicséretben, 1984-ben Elnöki dicséretben részesült.

1999–2002 között vezetőségi tagként részt vett a Magyar Könyvtárosok Egyesülete műszaki könyvtáros szekciójának munkájában.

Magas színvonalon végzi könyvtárosi munkáját, segíti a geofizikusok tevékenységéhez szükséges háttéranyag megszervezését, jó kapcsolatot tart fenn a különböző szakmai és más könyvtárakkal is.

Csendben végzett megbízható könyvtárosi munkája jelentősen hozzájárul az ELGI eredményes szakmai tevékenységéhez.

A Magyar Könyvtárosok Egyesületének tagja.



Hölgykoszorú. A legelégedettebb (MÉSZÁROS^{NÉ} JELINEK Beáta, balról a második) fogadja a többiek pezsgős gratulációját

NÉMETH LÁSZLÓ

1919-ben született Magyarpécskán. Gimnáziumi tanulmányát Gyulafehérváron kezdte, majd Magyarországon (Szentendre, Ócsa) végezte a négy polgárit. 1933-ban fogtechnikát tanult Budapesten, majd 1940-ben behívták katonának, ahol légfényképész és kiértékelő szakkiképzést nyert. 1945 tavaszán szovjet hadifogságba esett, ahol felcserként dolgozott.

1952-ben került az intézetbe, s nyugdíjas koráig, 1980-ig itt dolgozott. Kiváló finommechanikai műszerész és vákuumtechnikus volt.

Fogtechnikusi képesítését és gyakorlatát jól hasznosította a mélyfúrás-geofizikai kutatások területén. Bármilyen feladatot bíztak rá, nagy alaposággal, tartós, szívós munkával megoldotta. Az adott téma sikerre vitele érdekében elméletileg is mindig felkészült az adott szakterületen, s így felnőtt a feladathoz.



BODOKY Tamás, az ELGI igazgatója átadja a kitüntetést NÉMETH Lászlónak, a „GM-cső királynak” és az ez alkalomból mindenkinek járó könyveket

Az első magyar, jól és megbízhatóan működő Geiger-Müller (GM) csövet ő fejlesztette ki és gyártotta. Ezeket a GM-csőveket mind a felszíni, mind a mélyfúrás geofizikában sikerrel alkalmazták. Nem véletlenül ragadt NÉMETH Lacira a „GM-cső király” név. Különösen jelentős elisme-

rést váltottak ki a nagy hőmérsékletre (200 °C-ra) kifejlesztett GM-csővei, amelyeket eredményesen alkalmaztak az olajiparban is.

Másik kiemelkedő kutatási eredménye a fém Dewar elkészítése, amelynek előállításához szükséges vákuumot a saját maga által létrehozott készülék biztosította. Ezekkel a Dewar-edényekkel 4–5 órán keresztül lehetett tartani a belső hőmérsékletet úgy, hogy nem érte el ez idő alatt a 150 °C-ot 230–240 °C külső hőmérséklet esetén.

Munkájával maradandókat alkotott és kivívta kollégái elismerését. Nyugdíjazásáig a maga területén sokoldalúan és eredményesen szolgált a mélyfúrású geofizikát.

RÁNER GÉZÁNÉ

1944-ben született Budapesten. 1962. szeptember 22-től az ELGI dolgozója. 1968-ban végezte el a Szabó József Geológiai Technikumot, 1980-ban pedig a felsőfokú geofizikai speciális tanfolyamot.



PÁLYI András, az ELGA kuratóriumának elnöke gratulál RÁNER Gézáné RISKÓ Erzsébetnek

1962–1968 között az ELGI szeizmikus osztályán az adatfeldolgozásban kutatási segéderőként, majd a technikum elvégzése után műszaki ügyintézői beosztásban dolgozott. 1970-től a Szeizmikus és Számítástechnikai Főosztály mélyszerkezet-kutató osztályán mint önálló részlegvezető tevékenykedett. Munkáját mindig nagy gonddal, pontossággal és ízléses kiállásban végezte. Felettesei, munkatársai pontos, megbízható munkavégző stílusáért, kollegiális magatartásáért tisztelték és nagyon becsülték.

Feladatköre elsősorban a szeizmikus kiértékelői munkában való részvétel volt, ezen belül térképszerkesztés, speciális ábrák, diagramok elkészítése, továbbá a geofizikai szakjelentések összeállítása és nyilvántartása.

1996-tól az intézet adatkezelési főosztályán ideiglenesen a geofizikai mérési anyagok, térképek, jelentések összegyűjtésében, rendezésében és nyilvántartásában vett részt. 2001. december 31-én a mérési főosztály állományából ment nyugdíjba.

1966-ban a Központi Földtani Hivatal Elnöki dicséretében, 1969-ben Igazgatói dicséretben, 1985-ben a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója kitüntetésben részesült.

SÉDY LORÁNDNÉ

SÉDY Lorándné KOVÁCS Judit 1951 nyarán jött az Eötös Loránd Geofizikai Intézetbe. Első intézeti éveit 1956-ig terepen, észlelőként, kitűzőként, majd csoportvezető-

helyettesként töltötte egy szeizmikus csoportnál. 1956-tól 1959-ig férjével együtt a Kínai Népköztársaságban a magyar geofizika egyik legsikeresebb vállalkozása, a Kínai–Magyar Olajkutató Geofizikai Expedíció tagjaként dolgozott. Hazatérte után az intézet szeizmikus karbantartó laboratóriumába helyezték, ahol a szeizmikus terepi felszerelések (mérőkábelek, geofonok) karbantartása és felújítása tartozott felelősségi körébe.



A hallgatóság egy része

Új munkakörében, ahogy azt már egy 1971-es minősítésében is olvashatjuk, „munkáját, sok éves tapasztalat birtokában nagy hozzáértéssel, lelkiismeretességgel és sokszor erejét meghaladó intenzitással végzi. A terepi csoportok zavartalan munkájának biztosítása érdekében gyakran feláldozza szabad idejét is.” A jellemzés egyáltalán nem túloz. Bármilyen gond adódott is a terepi csoportoknál, SÉDY Jutkára mindig számíthattak — nemcsak az eszközök karbantartásánál vagy új eszközök beszerzésénél, de még az új ötletek megvalósításához szükséges, addig soha nem látott eszközök elkészítésénél is. Jutka forrasztott, adminisztrált, odafigyelt, és ha valami olyan gond akadt, mint amilyen egy zöldfülű terepi csoportvezető öröklött leltárihiánya, arra is tudott jó és működő megoldást.

Munkájáért 1971-ben Igazgatói dicséretben, 1976-ban a Központi Földtani Hivatal elnökének dicséretében részesült.

A szeizmikus csoportoknál a terepi geofizikusok, csoportvezetők, helyetteseik jöttek és mentek, négy-öt évenként változtak. Ami nem változott évtizedeken keresztül, az a biztos háttér volt, amit SÉDY Jutka és a karbantartó labor jelentett számukra. Az intézetért végzett kiemelkedő munkáért adható PRO GEOPHYSICA Emlékéremmel ezt szeretnénk ismét megköszönni neki.

VERŐ LÁSZLÓ

1940-ben született Sopronban. Középiskoláját a budapesti II. Rákóczi Ferenc Gimnáziumban végezte. Az 1959. évi érettségit követően az ELTE TTK fizikus szakára jelentkezett, de jelentkezett, de oda nem vették fel, hanem „átirányították” geofizikusnak. Ezen a szakon diplomáját jeles eredménnyel védte meg. 1964-ben tudományos gyakornokként kezdett dolgozni az ELGI-ben — első és utolsó munkahelyén.

Három évtized alatt végigjárta a teljes intézeti ranglétrát: gyakornok – tudományos segédmunkatárs – tudományos munkatárs – csoportvezető – laboratóriumvezető – tuda-

mányos főmunkatárs – osztályvezető – főosztályvezető – igazgatóhelyettes – megbízott igazgató. Ez utóbbi tisztségében „válságmenedzseri” feladat is jutott neki, amelyet az ELGI szempontjából elfogadhatóan oldott meg. Végül tudományos igazgatóhelyettesként ment nyugdíjba 2003 tavaszán.



A PRO GEOPHYSICA Emlékérem mellé a tokaji aszút is megkapja az ELGI igazgatójától az év folyamán nyugállományba ment VERŐ László

1979–80-ban nemzetközi expedíció tagjaként Irakban dolgozott. Ezt megelőzően a hetvenes években egyéves ösztöndíjat nyert Kanadába, aminek eredményeképpen a gerjesztett polarizációs módszer egyik legkiválóbb hazai szakértője lett. A következő évtizedben ERKEL András-sal, főosztályvezetőjével együtt oroszlánrésze volt abban, hogy a GP műszer- és módszerfejlesztés terén az ELGI a legjelentősebb keleti és nyugati kutatóintézetekkel egy szintre jutott. Képességei és széles látóköre révén nemcsak az összes többi elektromos és elektromágneses módszer fejlesztésében, alkalmazásában és értékelésében volt otthon, hanem a más geofizikai módszerekben is. Munkáját számos intézeti és magasabb kitüntetéssel ismerték el.



A hallgatóság tisztelettel figyeli a kitüntetetteket

Színvonalas előadások és szakkikkek hosszú sorát állította össze hazai és nemzetközi rendezvényeken, illetve folyóiratokban és kézikönyvekben. A geofizikus-technikusi tankönyv egyik szerzője volt, oktatott a Budapesti Műszaki Egyetemen és a Miskolci Egyetemen, számos alkalommal volt konzulense végzős hallgatóknak

Aktív tagja volt a tudományos közéletnek: a Magyar Geofizikusok Egyesületének több ízben volt titkára, illetve

elnöke. Hasonló tevékenységét — szakmai tudása és jó angol nyelvismerete révén — nemzetközi fórumokon is folytatta. Aktívan vett részt az amerikai Kutató Geofizikusok Egyesületének (SEG) és az Európai Geofizikusok Egyesületének (EAEG, majd EAGE) munkájában, ez utóbbinak tudományos bizottságában az éves nagyrendezvények szakmai előkészítésében dolgozott. E kapcsolatainak felhasználásával önzetlenül segítette munkatársait, hogy a nemzetközi fórumokon előadásokkal, cikkekkel vehessenek részt.

A hazai és nemzetközi geofizikai életen végzett fontos tevékenységét most a PRO GEOPHYSICA Emlékéremmel ismerjük el.

ZSILLE ANTAL

1932-ben született Budapesten. Középiskolába az Árpád Gimnáziumba járt, majd felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetem földmérőmérnöki karára Sopronba, ahol 1954-ben szerzett diplomát.

1954. július 1-én lépett munkába a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet földmágneses osztályán, ahol részt vett az országos 1:200 000 méretarányú földmágneses áttekintő térképek készítésében. 1956 tavaszától mint csoportvezető részt vett a nyersanyagkutatás céljából végzett részletező terepi földmágneses mérésekben.



Az új PRO GEOPHYSICA-s ZSILLE Antal vidám társalgása a régi PRO GEOPHYSICA-s id. ZILÁHI-SEBESS Lászlóval és fiával

1963. március 1-től az Országos Földtani Főigazgatóságra került szakági főmérnöki beosztásba. Feladata a geofizikai témák rányitása, valamint a főigazgatóság nemzetközi együttműködésének vezetése volt. 1964-ben a főigazgatóságot átszervezték, jogutóda a Központi Földtani Hivatal lett, ahol tevékenységi köre változatlan maradt.

1965 februárjától Mongóliában vízfeltárási munkában vett részt, geoelektromos szondázásokkal több mint 100 területen jelölte ki a vízfúrások helyeit.

1968-tól 1970-ig az ELGI gravitációs és földmágneses osztályán dolgozott.

1970–1972 között Mongóliában érc indikációkat ellenőrző komplex földtani-geofizikai expedíciót vezetett, itt több érc indikáció perspektivitását vizsgálták meg.

Hazatérése után az Érc- és Mérnök-geofizikai Főosztály helyettes vezetője, az érckutató osztály helyettes vezetője, majd vezetője volt. Jelentős munkákat végeztek a Börzsöny hegység, a Darnó vonal, valamint a recski rézérc-előfordulás kutatásában.

1975-ben megbízást kapott az előkutató osztály, majd a nemzetközi földtani expedíciók osztályának vezetésére. 1976 és 1990 között szervezte a Mongóliai Nemzetközi Földtani Expedíció geofizikai berendezések szállítását.

Fenti munkái mellett 1988-ban megbízást kapott a humánpolitikai osztály vezetésére is. Ezt 1992-es nyugdíjazásáig, majd utána megbízási szerződéssel végezte. A Magyar Geológiai Szolgálat 1993. évi megalakulásakor ki-

nevezték a humánpolitikai osztály vezetőjévé, amelyet állományban, majd megbízással 1999-ig látott el.

Szakmai munkáját Magyarországon két alkalommal a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója címmel, Mongóliában a Vízügyi Minisztérium miniszteri dicséretével, majd a Geológiai Minisztérium Kiváló Dolgozó kitüntetésével honorálták.

Baráth István

6. KÍNAI NEMZETKÖZI GEOELEKTROMÁGNESES KONFERENCIA

Peking, 2003. november 7–9.

A BGP (Bureau of Geophysical Prospecting) Inc. National Petroleum Corporation és Geophysical Society of Hebei Province rendezésében került sor Pekingben a 6. kínai nemzetközi geoelektromágneses konferenciára, amelyen az egyik külföldi meghívottként vehettem részt.

E rövid beszámoló célja az, hogy a hazai szaktársadalom figyelmét felhívjam arra a nagy fejlődésre, amelynek tanúja lehettem a kezdetektől, azaz amikor 1955-ben a magyar kőolajkutató geofizikai expedíciót előkészítettük KÁNTÁS professzor vezetésével. Ennek a fejlődésnek — mint minden tudományterületen, így a geofizikában is — a „népi forradalom” évtizede(i) alatt voltak megtorpanásai, de a 90-es évektől, amikor 30 év kényszerű kihagyása után szinte folyamatosan ismét követni tudtam, rohamos fejlődést tapasztaltam elsősorban szűkebb szakterületemen, az elektromágneses kutatások terén. (Ezt NAGY Zoltán kollégám is igazolhatja, akivel 1991-ben és 1997-ben volt szerencsém közös kínai előadóúton vagy tanulmányúton részt venni.)



A konferenciaközpont Peking környékén

A konferenciát (workshopot) a BGP a Míng-sírok közelében lévő szállodájában nagy gonddal rendezte meg 250 vezető kínai szakember részvételével. A gondosság a hely megválasztása mellett a kínai előadások megválogatásában is megnyilvánult. Valamennyi kínai előadást előre számítógépen megtervezték és az előadást is azzal tartották. A tartalmi kivonatokat, színes ábrákkal gazdagon illusztrálva, a kínai mellett angolul is tartalmazta a „Collection”-nak nevezett vastag könyv. A nemzetközi jelleg sajnos a külföldi résztvevők számában nem tükröződött. (Rajtam kívül SZARAJEV orosz és VERMA indiai professzor és az egyik támogató cég, a Phoenix elnöke, L. FOX, valamint

egy kínai munkatársa Torontóból vett részt.) A külföldiek távolmaradásának oka abban is kereshető, hogy a SARS megbetegedések miatt az eredeti augusztusi — időjárásilag kedvezőbb — kezdési időpontot novemberre kellett halasztani.

A 40 szóbeli előadás a geoelektromágnesség széles spektrumát próbálta átfogni mind módszertanilag, mind a kutatás feladatát, tárgyát illetően is, amelyekben érződött a rendező intézmény kőolaj-kutatási érdeklődése és érdeke is.

Néhány, számomra érdekesnek tűnt előadásról szinte csak címszavakkal az alábbiakban számolok be. A 40 előadásból 15 valamilyen kapcsolatban volt a magnetotellurikával (MT), illetve annak különböző változataival (AMT, CSAMT). A kínaiak MT műszereiket jórészt a kanadai Phoenix vagy a német Metronix cégtől szerzik be, tehát világszínvonalú eszközökkel dolgoznak. Igen kiterjedt kutatást végeznek, amely a jobb zajszűréstől a közös inverzió keresztül a 3-D inverzióig, a víz- (melegvíz, vízellátás) és kőolajkutatótól a Himalája mélyszerkezetének dél-tibeti kutatásáig terjed, hogy csak a végleteket említsem. Ez utóbbi az ún. INDEPTH project keretében USA-beli és kanadai kutatók együttműködésében folyik. A mélyebb földköpeny vizsgálatára telefonvonalakat használnak. (Csak emlékeztetőül annyit, hogy az első Poláris Években FRÖHLICH Izidor a 19. század végén a tellurikus áramokat mérte telefonvonalakon!) Pár gyakorlati MT eredményt említenék még: a Phoenix cég üzbeisztáni MT méréseivel közvetlenül mutatta ki a szénhidrogén-előfordulást. Mind az indiai VERMA, mind az orosz SZARAJEV professzor a kimberlites kűrtök (gyémánt-előfordulások) sikeres MT, AMT és más EM módszereivel végzett kutatásáról adott számot.

A magnetotellurikával kapcsolatban egy régi problémát is tárgyalt az egyik előadás, mégpedig a mágneses permeabilitás (μ) szerepét (μ a hullámszámban a vezetőképeséggel (σ) együtt szerepel: $\sqrt{i\mu\omega\sigma}$), amely a magnetotellurikát rosszul meghatározottá („ill posed”) teheti.

NAGY Zoltánnak éppen a Magyar Geofizika 2003. évi 2. számában közölt vizsgálataihoz hasonló kérdésekkel foglalkozott az egyik előadás, amely a Cole-Cole relaxációs modellnél több τ időtényezővel számította a komplex fajlagos ellenállást (CR) és használta a CR-módszert a DaGong-i olajmező detektálására.

Kína hatalmas területén gyakori a földrengés. Így ebbe a konferenciába és „beszűrődött” néhány figyelemre méltó előadás, így pl. a földmágneses nyugodt napi járás (Sq)

szerepéről, valamint a földrengés előtti EM jelek (SEMS = seismic electromagnetic signal) vizsgálatáról. Ez utóbbival kapcsolatban a japán Kobe-i földrengés (1995. január 17., $M = 7,2$) előtt észlelt ELF és VLF jeleket említették. A geomágnességgel kapcsolatban pedig az előadó azt hangoztatta, hogy nemcsak a belső feszültségek határozzák meg a földrengés kipattanását, hanem a külső körülmények is!

A szénhidrogén- (CH-) tárolók kiterjedését rutinszerűen (!) gerjesztett polarizációval (IP) és fajlagos ellenállásméréssel vizsgálják. (Itt ismét NAGY Zoltán tapasztalatára kell hivatkozni.) A CH-tároló polarizációját és fajlagos ellenállását kombinálva közvetlen indikációt kapnak a telepről. Keresik az összefüggést a CH-telepek és a különböző eredetű természetes potenciál (PS) anomáliák között, így pl. a gázbuborékok migrációja és a vibráció által keltett PS között.



A konferencia szervezőivel. Balról jobbra: Zhao Guoze, Wang Jiaying, Ádám Antal, Liu Guodong

Az elektromágneses módszerek, így a teljes terű TEM, alkalmazást nyernek a szénbányászatban a vízbetörések

csökkentésében. Kisméretű tekercsekkel a vágatokban mérnek.

Bár a BGP-nek külön nagy vállalata van az országba kihelyezett több telephellyel a „nemszeizmikus kutatásokra”, a mérési eredményeiket legtöbbször a szeizmikus mérések adataival kombinálva értékelik ki. Az érdekesebbnél érdekesebb előadások sora folytatható, hiszen a kínai geofizikai vállalatok, intézmények, egyetemi tanszékek tapasztalataikat ma már a világ többi részén is hasznosítják és újabbakat gyűjtenek.

Előadásaim a szűkebb érdeklődési területemről hangzottak el, részben társszerzővel:

— ÁDÁM A.: Earthquake belts derived by magnetotellurics (MT) in Transdanubia (Hungary);

— ÁDÁM A.: Asthenosphere in the Pannonian Basin as a high heat-flow area (East-Central Europe);

— ZHANG D. H., SZARKA L., ÁDÁM A.: Békés Basin MT modelling responses. Correlation analysis.

Megalakították a Kínai Geofizikai Társaság (CGS) keretében a Geoelektromágneses Bizottságot, amelynek egyik külföldi tanácsadó tagjává választottak. Elnöke Zhao Guoze professzor lett. Hosszas vitát folytattak a hatékonyabb együttműködést illetően. A Geofizikai Társaságnak, valamint a kínai intézményeknek reprezentatív kínai és nemzetközi (angol nyelvű) folyóiratai vannak, pl. *Applied Geophysics*, *Seismology and Geology* stb. A konferencia után meghívóim vendégeként érdekes kultúrtörténeti kiránduláson vehettem részt Pekingtől kb. 500 km-re a Taihang hegység nyugati oldalán Sanhszi tartományban Tajjüan, a karbonkorú szén bányászatának központjában és környékén, ahol a kultúrtörténeti emlékeken kívül még a gondosan megőrzött „3000 éves fák” is Kína nagy múltjáról mesélnek.

Ádám Antal

KÖNYVISMERTETŐK

Pápay József: Development of Petroleum Reservoirs. Theory and Practice

Akadémiai Kiadó, Budapest, 2003

A hézagpótló és egyedülállóan komplex rendszerszemléletű mű angol nyelven jelent meg. Remélhetőleg — jelentőségének megfelelően — a későbbiekben magyar nyelven is tanulmányozható, használható lesz.

Mielőtt érdemben ismertetnénk a 940 oldalas kézikönyv tartalmát, célszerű röviden áttekinteni szerzőjének szakmai pályafutását.

Dr. PÁPAY József 1962-ben végzett olajmérnökként a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1969–1970-ben posztgraduális képzésben vett részt az olaszországi Milánóban. 1974-ben szerzett műszaki tudományok kandidátusa fokozatot. 1984-ben lett a Magyar Tudományos Akadémia doktora. 1998-ban választotta tagjai közé a Magyar Tudományos Akadémia. Az ipari gyakorlatban is kivette részét, számos hazai kőolaj- és földgáz-előfordulás rezervoármérnöki munkálatainak vezető egyénisége volt és a kitermelés hatékonyságát saját tudományos kutatásainak ipari alkalmazásával is növelte. Vezetője volt annak az ipari-

tudományos tevékenységnek, mely a hazai olajiparon belül létesített tudományos bázis keretein belül folyt. Számos európai országban és Líbiában, Irakban, Japánban végzett rezervoármérnöki tevékenységet mind tudományos, mind gyakorlati téren. Tárgyidőszakban a Magyar Olaj- és Gázipari Rt. vezető szaktanácsadója rezervoármérnöki témakörökben.

A könyv jelentőségét jelzi, hogy jelenleg kőolaj és földgáz (szénhidrogének) termeléséből származik a Föld energiaigényének több mint 50%-ban történő kielégítése.

A szénhidrogénekkel foglalkozó — rendkívül jelentős — ipar alapját a földkéregben található, geológiai folyamatok során keletkezett, iparilag hasznosítható mennyiségben felhalmozódott kőolaj- és földgáz-előfordulások képezik.

Tekintettel a szénhidrogének egyre növekvő használati értékére és alkalmazásuk elterjedésére, az emberiség igyekszik egyre nagyobb szénhidrogénvagyon birtokába jutni.

Ez a törekvés egy szorosan egymásba kapcsolódó tevékenységi lánc segítségével történik, amelyben a különböző tudományágak és ipari tevékenységek — egymásra épülve, egymást kiegészítve, egymás eredményeit felhasználva és

azokhoz rendszeresen, módszeresen visszacsatolva — munkálkodnak együtt.

A szerzőnek óriási érdeme, hogy ebben a szemléletben vezeti végig az olvasót a témakörökön.

Iparilag hasznosítható szénhidrogénekhez kétféle módon lehet hozzájutni: szisztematikus mélyföldtani kutatásokkal, továbbá a felkutatott, mélyben lévő földtani készletek minél nagyobb hányadának kinyerésével. Ezt a csapatmunkát geológusok, geofizikusok, fúrómérnökök, olajmérnökök, gázmérnökök, rezervoármérnökök, kémikusok végzik világszerte. És hogy milyen eredménnyel, azt egyetlen tényre hivatkozva is jól lehet érzékeltetni.

Emberöltönyi idővel ezelőtt a neves személyiségeket tömörítő Római Klub megkongatta a vészharangot: hamarosan kimerülnek a Föld olajtartalékai! Azóta mintegy 100 milliárd tonna olajat termeltek ki és változatlanul szaporodnak a gépkocsik, terjed a szénhidrogének felhasználása. Ez a helyzet pedig két tényezőnek köszönhető: a sikeres kutatási tevékenységnek és a hatékony rezervoármérnöki munkálatoknak.

A könyvben ragyogóan érvényesül ez az egymásra épülés és egymást kiegészítés, valamint az a tény is, hogy mindegyik gyakorlati szakmának van tudományos háttere is.

Nagyon szerencsés esetben, mint a könyv szerzőjének esetében is, van, aki egyaránt végez elmélyült tudományos munkát és tudományágazatát új ismeretekkel gyarapítja, ugyanakkor a gyakorlatban is meghatározó módon tevékenykedik. Ez azért kedvező, mert az újabb, korszerűbb metodikák, tudományos megalapozottságú eljárások közvetlenebbül és gyorsabban átmehetnek az ipari szférába.

A Föld szénhidrogén-készletei természetesen nem kimeríthetetlenek. Azok is végesek, mint minden olyan, természet adta nyersanyag, melynek felhasználási üteme jóval meghaladja a képződési ütemét. Hosszú távú prognózisok készítésénél azonban mindig célszerű figyelembe venni a tudományos kutatások várható eredményeit és hatását a gyakorlatban. Ha azonos karakterű (tároló-kőzetű, rezsimű, anyagú) szénhidrogéntelep esetén pl. 20%-os kihozatali hányadossal számolunk, az nemcsak azt jelenti, hogy relatíve rövidebb ideig tart a termelhetősége, hanem azt is, hogy a földtani vagyonnak 80%-a kitermeletlenül visszamarad. Ha viszont korszerű rezervoármérnöki ismeretek alapján modern eszközöket és eljárásokat alkalmazva 60%-os kihozatali arányt sikerül elérni, akkor lényegesen meghosszabbodik az előfordulás termeltetési ideje, valamint a felszínre hozott mennyiség az előzőnél háromszor több lesz, ez pedig nagyon fontos dolog és komoly pozitív gazdasági következményei vannak.

A szerző folyamatosan, minden fejezetnél hangsúlyozottan rámutat arra, hogy a metodikák, számítások, új eljárások alapfeltétele a mélyföldtani helyzet minél alaposabb és pontosabb ismerete, mert ezáltal a rezervoármódellek is valóságosabbak lehetnek. Az alapadatok, információk sokoldalúsága, száma, minősége végig meghatározza az ezekre épülő tevékenységek sikerét.

Állandó hangsúlyt kap az az igény, hogy az egyes szak- és tudományágak művelőinek együttműködése mennyire lényeges. Imponáló, hogy milyen rutinosan és praktikusán kezeli és használja fel a szerző a geológiai, geofizikai, mélyfúrás, kőolaj- és földgáztermelési, kémiai, matematikai diszciplínákat. A konkrét gyakorlati példák pedig azt

bizonyítják, hogy azon a területen is nagy jártassággal rendelkezik.

A könyv logikai sorrendben tárgyalja a témakörök ismeretanyagait. A tájékozódást és visszakeresést nagyban megkönnyíti a decimális felosztás. Mind a négy rész végén megtalálható a felhasznált irodalom jegyzéke, amely óriási áttekinthetőségről tesz tanúbizonyságot. 995 irodalmi hivatkozás egy komplex 940 oldalas könyv esetében is kiemelkedő!

A könyv példával elől járva rámutat a geológia, geofizika, kőzetfizika, művelés, termelés szoros kapcsolatának szükségességére, melynek feltétele az egységes fogalomrendszer kialakítása és egy folyamatosan bővülő, korszerűsödő információs adatbázis megteremtése.

A szerző végig a könyv során azonos logikai módon kezeli az adatokat a forrástól (a fúrt kúttól), a telep-tárolón, rezervoáron át a medenceméretű és regionális felhasználásig, azon ismeretanyag feldolgozása során az adatgyűjtés (hazai és nemzetközi viszonylatban), adatfeldolgozás és -rendszerezés, adatkiértékelés, értelmezés, elemzés, matematikai modellalkotás, következtetés munkafázisain, rámutatva a gazdasági kihatásokra. Örvedetes, hogy a könyvben megtalálható a szerző saját kutató-fejlesztő munkásságának eredményei is.

A könyvet olvasva szinte maguktól értetődően kapcsolódnak össze a geológiai, geofizikai, kőzetfizikai, rezervoármérnöki és termelési tevékenységek, bemutatva a kapcsolódások regionális, medencebéli, tároló méretű és helyi (kút, fúrás) jelentőségű vonatkozásait.

A könyv egyedülálló komplexitással fogja össze a tudományos és gyakorlati ismeretanyagot egyaránt, rámutatva, hogy a mélyfúrásokról szerezhető információk miként hasznosíthatók a regionális, medenceméretű területek és a rezervoárok egyre természetesebb megismerése érdekében.

Az egyes tudományágakat, szakmákat mindvégig egyenrangú, együttműködő partnerekként kezeli a szerző, bár szerepük a komplexitásban a tevékenység szerint változó arányú. A tevékenység kutatási fázisában a geológiáé és a geofizikáé a nagyobb szerep, de már itt is gondolni kell a kőzetfizikai vizsgálatokhoz és a műveléshez szükséges információk megszerzésére. A felfedezett szénhidrogén-előfordulás fejlesztési szakaszában a rezervoármérnöki tevékenysége a fő szerep, de természetesen még geológiai, geofizikai, kőzetfizikai tevékenységre is szükség van és már nem is kevés termelési tevékenységre is sor kerül. A rezervoár termelési szakaszában legtöbb dolga a termelőmérnökségnek van, de tevékenysége nem nélkülözheti az említett társszakmákét sem.

A könyv címe egyszerűen magyarra fordítva: Olajtárolók művelése. Ennél azonban sokkal több. Tekintettel arra, hogy gáztárolókkal is foglalkozik, kibővítve a címet: Szénhidrogén-tárolók művelése is lehetne. De ez sem fedti a mű belső tartalmát, mert a kutatás (exploration) során felfedezett, mélyben lévő kőolaj- és földgáz-, ill. csak kőolajat, vagy csak földgázt tartalmazó telepeket továbbfejlesztéssel körülhatároljuk, anyagukat, formájukat, kiterjedésüket, készleteiket determináljuk. Ide a „development” szó fejlesztési jelentése illene. A rezervoárok művelési előkészítése és művelése (exploitation) másfajta tevékenység, mint maga a termelés (production). A földtani (oil, gas in place) készletből felszínre hozott ipari hasznosíthatóságú szénhidrogéneket pedig kinyerjük (recovery). Amennyiben

nagyobb arányt kívánunk birtokba venni a földtani készletekből, akkor kerül sor a kihazatalnövelő eljárásokra (enhanced recovery). A szerző érdeme, hogy mindezeket a helyükön és a szakértelmezésnek megfelelően tárgyalja könyvében. Az előbbi kis szakmai áttekintésből is látható, hogy a könyv sokkalta gazdagabb tartalmú, mint amit a címe kifejezhet.

A könyv a kőolaj- és földgáztermelés technológiájával foglalkozik és témája mind elméleti, mind gyakorlati szempontból kiterjed a szénhidrogén-tárolókra. Elemzi és értékeli a nemzetközi szakirodalmat. Foglalkozik az általános geológia és a kőolaj-geológia diszciplínáival. Tárgyalja a szénhidrogén-termelés klasszikus és kihazatalnövelő módszereit egyaránt, beleértve a mélyföldtani telepekben végzett földgáztárolás elméleti és gyakorlati vonatkozásait. Bemutatja a termelési módozatok tudományos és elméleti alapjait, a klasszikus és legmodernebb metodikákat. Modellezési eljárásokat ismertet és elemzően értékeli azok praktikumát.

Számos gyakorlati, olajmezei adattal mutatja be a termelési technológiákat és a kihazatalnövelő eljárások hatékonyságát.

A szöveget hatalmas számítási anyag, matematikai levezetések sora, nagyszámú vonalas ábra, grafikon, táblázat, különféle ábra, fénykép, térkép, szelvényanyag egészíti ki. A vonalas ábrák, grafikonok, táblázatok, matematikai formulák, térképek jól tanulmányozhatók, olvashatók, elemezhetők. A fényképek vonatkozásában azonban jobb minőséget érdemelt volna ez a mű. Vonatkozik ez az egyes ábrákra is, ahol a helytakarékoság miatt túlzott kicsinyítés következtében nehéz az olvasás.

A könyv négy részre tagozódik. A részeken belül a fő- és alfejezetek stb. decimális jelölést kaptak, ezért a tartalomjegyzékről könnyen azonosíthatók.

I. rész

142 oldal terjedelemben tárgyalja a termelési folyamatok számára fontos geológiai ismereteket. A könyv fő célkitűzéseire képest, az átlagos szakirodalomhoz viszonyítva, jelentős részt szentel a geotudományoknak. Imponáló biztonsággal kezeli a rétegtani, litológiai, tektonikai ismereteket. A kőolajföldtani vonatkozásokat részletesen tárgyalja és azt is, hogy az általános földtani ismeretek a nevezéktani alapokon, a tárolók földtani és energetikai rezsimszerinti osztályozásán keresztül miként kapcsolódik a műveléstudományhoz. Rámutat arra, hogy a mélyföldtani felépítés területén milyen lényeges a tároló kőzetek és anyakőzetek tanulmányozása. A kőzetfizikai fejezet alapos ismeretanyagot nyújt a kőzetek eredete, a kőolaj és földgáz tekintetében oly lényeges porozitás, permeabilitás mérésére és oknyomozó vizsgálatára alkalmas metodikák bemutatásával. Külön részletesen tárgyalja a granulált szemcséjű tárolók, valamint a repedéses, kettős porozitású és karbonát anyagú, karsztos képződményeket, továbbá bennük a fluidumok viselkedését.

Bemutatja, hogy a mélyfúrások során hogyan lehet hozzáférni vizsgálati anyaghoz, közvetlen és közvetett úton szerezhető információkhoz. Gyakorlatból is számos példát mutat be ábrákon, fotókon. A geológiai, geofizikai, kőzetfizikai és fizikokémiai adatokból szerkeszthető térképek, szelvények, a szénhidrogén-telepek térbeli helyzetének pontos ismeretét alapvetően fontos bázisnak tekinti a rezervo-

voármérnöki tevékenység számára. Az elméleti ismereteken túl számos külföldi és hazai gyakorlati példát is bemutat. A rétegtartalom egyes fázisának (gáz, olaj, víz) térbeli megjelenítése és a kőzetfizikai, valamint a rétegfizikai paraméterek lehetővé teszik a kőolaj-geológia tevékenységének megkoronázását: a készletbecslést, mely egyúttal alapja a további gazdasági megítéléseknek. Ismerteti a számítási módszereket, elemzi azok megbízhatóságát és használhatóságát.

A helyi információforrásból a kútdiagnosztikával a telepek tanulmányozása során nyert ismeretanyagok alkalmazásától a szerző átvezeti az olvasót a medenceanalízis rejtelmeibe, melynek végső célja és feladata a korrekt mélyföldtani szelvények és különböző célzatú (sztratigráfiai fációs, tektonikai ösföldrajzi) térképek szerkesztésén túl a prognóziskészítés. Válasz arra a nagyon nagy horderejű kérdésre, hogy az adott területen mennyi szénhidrogén képződhetett, mi a medence potenciális kőolajföldtani értéke. A sztratigráfiai, tektonikai, ösföldrajzi ismeretek alapján ez a fejezet a vizsgálódást kiterjeszti nagyobb földtani régiók értékelésére és modellezésére. Logikusan levezeti, hogy a kutató mélyfúrások egymástól távol eső pontszerű adatforrásait a tudomány, a gyakorlatban alkalmazott mérés-technikai módszerekkel és matematikai modellezéssel miként lehet összekapcsolni, valamint a kimunkált markáns paramétereket korrelálni.

Ez az I. rész egy komplett kőolaj-geológiai könyvnek is tekinthető. Alaposságát, terjedelmét, korszerűségét, rendszerszemléletét tekintve — egy kőolaj- és földgáztermeléssel foglalkozón könyvben — egyedülálló. Schol a vonatkozó szakmai világirodalomban ilyen nem tapasztalható. Minden szakmabeli kőolaj-geológus, de más területen dolgozó geológus és geofizikus is nagy haszonnal tanulmányozhatja ezeket az oldalakat, melyeken a leírtak nemcsak a földtani és rezervoármérnöki munkák szoros együttműködésére utalnak, de egyben a földtani, geofizikai, geokémiai tevékenység nagyfokú megbecsülését is jelenti!

II. rész

310 oldal terjedelemben tárgyalja a klasszikus termelési folyamatokat, különös tekintettel a termelésre és a technológiák elemző értékelésére. Megismerteti az olvasót a kihazatali hányados fogalmával, annak alakulásával különböző típusú rezervoárok esetén. Bemutatja a telepek — működés szempontjából — rendkívül fontos tulajdonságát, a rezsimsíkját, az energetikai működését, valamint azt a mechanizmust, mely a tároló megfúrása és megcsapolása esetén az olajat a tároló kőzetből a kút felé tereli, hajtja. Ezért víz, gáz és víz-gáz vegyes kihajtású rezsimekről beszélünk.

A fejezet bemutatja, hogy miként helyezkednek el a tárolóban a víz-, olaj-, gázfázisok és ezek energetikai rendszerének ismerete nyomán, milyen termelő kúttelépítési hálózatot szükséges alkalmazni, milyen kúttávolságokkal és kútkiképzéssel, valamint milyen művelési metodikát indokolt bevezetni. Jelzi azt, hogy az eltérő energetikai rendszerek eltérő kihazatali hányadost eredményeznek. Javaslatokat tesz arra vonatkozóan, hogy az egyes rezsimek esetében majd milyen hozamnövelő kihazatalt javító eljárásokat lesz célszerű alkalmazni.

Szemléletesen tárgyalja az elsődleges, másodlagos, harmadlagos termelési módszereket, bemutatva, hogy ezeknél

a tároló vonatkozásában milyen kútelhelyezés, energiafajta bevitele célszerű. Ugyanakkor azt is ismerteti, hogy az egyedi kútkiképzéseknek milyeneknek kell lenniük gáz, víz, CO₂, kémiai anyagok injektálása esetén.

Jól körülhatárolhatóan tárgyalja a tároló, a hidrodinamikai egység kezelését és az egyes kutakban végezhető műveleteket (repszés, savazás, horizontális fúrás). Ezek eredményeként egyrészt az egyes kutakban növekszik a felszínre hozott mennyiség, másrészt mezőméretekben javul a kihozatali hányados.

Végigviszi az olvasót az olajtermelés módszerein, amikor a rezervoárból kitermelt olaj eljut a tankállomásra, ahol a szeparálás megtörténik, szükség esetén emulzióbontásra és fűtés alkalmazására is sor kerül, a főgyűjtőben pedig az olajállandósítás műveletével az olaj bármikor csővezetéki szállítása válik lehetővé.

De ismerteti a gáztermelés metodikáit is, a gázelőkészítést, párlatleválasztást, komprimálást, gázszállítást és a gáz visszasajtolását a teleenergia fenntartása érdekében. Alaposan foglalkozik a gáz- és a víz-visszasajtolási eljárások tudományos alapjaival és gyakorlati kivitelezésével, számtalan példa, számítás, numerikus modell bemutatásával.

Külön érdekes fejezete a könyvnek az anyagmérleg-egyenletekkel foglalkozik, melyek célja a termelés során nyert adatokból a készletek lehető legpontosabb kiszámítása. Számtalan példán, ábrán, számításán, szerzők ismertetésén keresztül mutatja be a módszerek alkalmazhatóságát a különböző rezsimű tárolók esetében. Bemutatja a különböző kútelepítési modelleket a különböző energetikai rendszerrel működő rezervoárok esetében, ami nagyon hasznos útmutatás a gyakorlat számára. A numerikus szimulációnál alapkövetelményként támasztja az adatgyűjtést és értékelést (geológiai, geofizikai, fúrási, szelvényezési, rétegvizsgálati, rezervoár-megfigyelési adatok), az adatok értelmezését (rezervoargeológiai, rezervoármérnöki statikus, ill. dinamikus modellek) és az előrejelzést és konklúziót (matematikai modell, készletek, termelés technológia, kútbefejezés, felszíni berendezések, szállítás), amely végül is a tevékenységek gazdaságossági megítéléséhez vezet.

III. rész

357 oldal terjedelemben tárgyalja a kihozatalnővelő eljárásokat — azokat a módszereket, melyek célja, hogy a földtani készletből minél nagyobb részt sikerüljön kitermelni. Az eljárások alkalmazásával a klasszikus termelési módok által elérhető kihozatali hányadost meghaladó hatékonyságot lehet elérni. Ez a könyv legbővebb fejezete, hiszen a fő célkitűzés is a rezervoármérnöki munka hatékonyságának növelése. Az általános alapelveken túlmenően részletesen foglalkozik a hozamnővelő eljárásokkal (gáz, elegyítő, termikus, kémiai, elárasztásos módszerek) és az olajon kívül a gázkihozatal-nővelési módszereivel is (gáztermelés, -kondenzátum, föld alatti gáztárolás porózus geológiai képződményekben).

Bemutatja az olajkihozatal-nővelő (EOR: Enhanced Oil Recovery) és a gázkihozatal-nővelő (EGR: Enhanced Gas Recovery) eljárásokat, számtalan ábrával, számításal és hazai példákkal. A hazai példákon konkrétan értékeli az alkalmazott módszerek eredményeit és hatásfokait. Rámutat arra, hogy tudományosan alapozott rezervoármérnöki vizsgálatok alkalmazásával a gyakorlatban 10–12, sőt egyes rezsimék esetén 15–20%-os eredmény érhető el a

klasszikus termelési módszer által elérhető kihozatali arány felett, azon túlmenően. Részletesen vizsgálja az egyes szerzők által ajánlott módszereket, számításokat, modelleket és azokat kritikailag értékeli. Termeléstörténeti, laboratóriumi, numerikus modellezési eljárásokkal a valószínűsíthető kinyerési eredményeket elemzi és azok tényleges ipari kivitelezésénél elért tényekkel összeveti.

Kitekint a világirodalomba, hogy a különböző fluidumok (gáz, víz, gőz, forró víz, kémiai anyagok, kombinált anyagok) visszasajtolása után alkalmazott visszasajtolásos módszerek milyen konkrét eredményeket szolgáltattak. Mindenütt kitér a módszer általános leírására, tudományos háttérének ismertetésére. Osztályozza az olajtárolókat fázisdiagramok alapján és osztályozza hidrodinamikai módszerek alkalmazásával is.

Az olajéhoz hasonló alapossággal ismerteti a gázkihozatal-nővelő eljárásokat. Hazai példákon is bemutatja a gázmező termelési sémáját és technológiai modelljét. Számtalan geo-szerkezeti térképet, földtani szelvényt, diagramot, számítás, táblázatot közöl hazai előfordulásokkal kapcsolatban. Lényege mindennek az, hogy nem kell a gáztermelésnél sem megelégedni a természet adta kihozatali értékkel, hanem fontos és gazdaságos, de legfőképp lehetséges a kihozatali hányados növelése megfelelő rezervoármérnöki beavatkozások alkalmazásával.

Komoly fejezetet szentel a föld alatti gáztárolásnak közeletrétegekben. Előjáróban ismerteti a gázszállítás módozatait, kitekint a Föld gázkészleteinek eloszlására és ismerteti a transzportálás útjait.

A föld alatti gáztárolás magyarországi vonatkozásainál bemutatja a már működő mélyföldtani gáztárolókat és foglalkozik a tervezett, megvalósításra váró lehetőségekkel. Minthogy a gázfogyasztás sehol sem egyenletes a nálunk is uralkodó klímaviszonyok között, szükséges a nagy igények idején fellépő csúcspozitív időszakban megteremteni a forráslehetőségeket. A nyári, alacsonyabb fogyasztási időszakban történik a mélyföldtani tároló feltöltése és a hidegebb évszakokban az onnan történő kivétel. Ezeknek a képződményeknek a kijelölése és működő tárolóvá alakítása rendkívül alapos rezervoargeológiai és rezervoármérnöki vizsgálatokat, méréseket és számításokat igényel. Szerző itt is felhívja a figyelmet a geológiai mélyföldtani modell valósághűségének jelentőségére. Lényeg természetesen az, hogy a mélyföldtani tárolóba betáplált és ott raktározott gázt a lehető legkisebb veszteséggel visszakapjuk. Hazánkban is az eredetileg szénhidrogén-tárolók, de már leművelt telepek kerültek kijelölésre mesterséges tárolóknak. Szerző itt is kitekint a világ szakmai irodalma területére és ismerteti, hogy a Földön túlnyomórészt letermelt gáztárolók, kisebb hányadban víztartalmú telepek, még kisebb hányadban sótömszökben kiképzett kavernák és felhagyott bányák kerültek kialakításra mesterséges mélyföldtani gáztárolóként. Bemutatja a hazai mélyföldtani tárolók tudományos háttérét és magvalósításuk folyamatát, melyben szerzőnek rendkívül jelentős szerepe volt és van a jelenben is.

IV. rész

101 oldal terjedelemben szerző különböző olyan témákkal foglalkozik, melyek a rezervoármérnök munkájához szükségesek (általános tervezés, műveléstervezés és elemzés, numerikus szimuláció, repedezett tárolók, karsztos tárolók stb.).

Ismerteti a kőolajtelepek ismertség szempontú készlet-osztályozásait, továbbá az Amerikában elterjedt osztályozási módszert és a volt szovjet osztályozást, melyet korábban nálunk is használtunk. Ezek az osztályozások a befektetők, finanszírozók, beruházók, fejlesztők számára nagyon hasznosak, mert ismertetik egy adott terület kezdeti szénhidrogén- (kőolaj-, gáz-) készleteit, számszakilag meghatározva a nem kitermelhető mennyiséget, mely utóbbi kétféle megítélést kapott. Egyik rész azért nem kitermelhető, mert a jelenlegi szituációban gazdaságtalan lenne a művelése, a másik a visszamaradó, amely a jelenlegi technológiák alkalmazásával nem kinyerhető. Lehetséges azonban, hogy a tudomány és technika fejlődésével ennek egy része gazdaságosan kinyerhető lesz a jövőben. A finanszírozókat nyilvánvalóan a legjobban az a hányad érdekli, mely a tárgyidőszaki metodikákkal és módszerekkel gazdaságosan leművelhető. A szakirodalom megkülönböztet még lehetséges és valószínű készleteket. Ezek a jövő kutatásai által felfedezendő prognosztikus készletek. Az angolszász irodalom különböző szakkifejezéseket használ ezek definíciójára. Resources-nek nevezi a mélyben felfedezett szénhidrogén-kincset, amit a magyar nomenklatúra földtani készletnek nevez. Mai technológiákat és módszereket figyelembe véve tudomásul kell vennünk, hogy termeltetés esetén kőolaj vonatkozásában 60–70%-ot nem sikerül kitermelni. Gáz vonatkozásában a földtani készlet 10–40%-a maradhat a mélyben. A Reserves szó azt a szénhidrogénmennyiséget jelenti, mely a tárgyidőszaki technológiával kitermelhető.

Az osztályozási módszerek összehasonlító analiziséből kiderül, hogy a mélyben lévő földtani (oil in place) készletekből a gazdasági szférát a bizonyított (proved), azaz a mérlegben lévő ipari kitermelhető készlet érdekli. A rezervoármérnöki kutatások, tudományos és gyakorlati vonatkozásban egyaránt, olyan fejlesztésekre, metodikák kialakítására törekednek, melyek segítségével a földtani készletek egyre nagyobb hányada kerül át az ipari kitermelhető kategóriába. Ez pedig óriási gazdasági jelentőségű. A könyv tulajdonképpen főként erről is szól és az ezáltal elérhető milliárd forint nagyságrendű gazdasági eredményekről, amennyiben a menedzsment felismeri a tudományos kutatási eredmények alkalmazásának jelentőségét és hathatósan támogatja azok bevezetését éppen úgy, mint a fejlesztéseket lehetővé tevő további tudományos vizsgálatokat.

A továbbiakban a repedédes tárolók modellezésével foglalkozik a könyv, majd a csővezetékben és a fűtő kutakban fellépő fázis- és hőeloszlásokat tárgyalja. Ezek nagyon lényeges problémák, mert szerző szerint a Föld olajtermelésének több mint 50%-a származik repedezett tárolókból. Ismerteti a hőmérséklet-eloszlás számítási metodikáit és a fázisvolumen alakulását termelő-, visszanyomó kutakban, valamint cső-távvezetékben.

Közetparaméterek mérése és modellezése, továbbá a különböző típusú kutakban végzett hőmérséklet, áramlási, viselkedési megfigyelések és számítások zárják a fejezetet.

A szerző a könyvet azoknak az egyetemi hallgatóknak ajánlotta, akik tanulmányaik során ezt a tárgyat választották. Ezenkívül hasznosan tanulmányozhatják azok a geológusok, geofizikusok, rezervoármérnökök és mindazok, akik valamilyen módon kapcsolatban állnak a kőolaj-földgáz kutatásával, a szénhidrogének és a mélységi vizek termelé-

sével, mélyföldtani gáztárolással, vagy a geotermikus energia hasznosításával.

A magam részéről csak annyit tennék hozzá, hogy ha hamarabb jelent volna meg ez a könyv, a hazai olajiparban több mindent jobban, ésszerűbben és hatékonyabban lehetett volna tervezni és kivitelezni egyaránt.

A szerző előszavában szerényen azt írja, hogy könyve egy (jelen) állapotot képvisel és tisztában van a tudomány és technológia gyors fejlődésével.

Mi csupán annyit tennék hozzá, hogy ez a mű ennek a fejlődésnek egy nagyon fontos láncszeme és egyáltalán nem von le értékéből a majdan reá épülő fejlődés hozta új ismeretkomplexum, melynek remélhetően szerző is aktív részese lesz.

A nemzetközi megismertetés érdekében történt angol nyelvű kiadással természetesen egyet kell értenünk. Mint-hogy azonban a könyvet magyar tudós, magyar földön, a magyar olajiparon belül végzett munkája során alkotta meg, kézenfekvő, hogy hamarosan megszülessék a könyv magyar nyelvű változata is.

Dank Viktor

Bárdossy György, Fodor János: Evaluation of Uncertainties and Risks in Geology — New Mathematical Approaches for their Handling

Springer Kiadó

A Springer Kiadó a közelmúltban jelentette meg BÁRDOSSY György, az MTA rendes tagja és dr. habil. FODOR János, a Szent István Egyetem Biomatematika és Informatika Tanszéke tanszékvezető tanára *Evaluation of Uncertainties and Risks in Geology — New Mathematical Approaches for their Handling*, azaz *A bizonytalanság és a kockázat értékelése a földtanban — Kezelésük új matematikai megközelítései* c. könyvét.

A könyv 221 oldalas, 101 ábra és 18 táblázat található benne.

A szerzők célkitűzése annak bemutatása, hogy a földtani bizonytalanság értékelésére a fuzzy — bizonytalan — számok logikáján alapuló módszer sokkal megfelelőbb, mint a hagyományos valószínűség-számítási, sőt néhány újabb, a bizonytalanság megadás céljából kidolgozott matematikai módszer. A klasszikus valószínűség-számítás szigorú szabályai és az adatokkal szembeni kötöttségei nem alkalmasak a földtani valóság leírására. A földtani ismeretek — adatok — ugyanis általában nem olyan egzakt módon adottak, bizonytalanabbak annál, mint amit a hagyományos valószínűség-számítás szabályai elvárnának. Emellett a földtani értékelést többféle megfigyelés és mérés nagyon eltérő sajátosságú és pontosságú adatainak együttes figyelembevételével kell elvégezni. A problémakör megértéséhez és áttekintéséhez a könyv tömör, de ugyanakkor nagyon világos, alapos és egyben kritikai leírását adja a földtani bizonytalanság analizisére használt fontosabb módszereknek.

Az első fejezet a könyv célkitűzését és tartalmát ismerteti.

A második fejezet — „A fontosabb bizonytalanságok és kockázatok áttekintése a földtanban” — a földtani kutatás különböző fázisaiból származó bizonytalanságokat és kockázatokat elemzi, megadja pontos definíciójukat, forrásukat és jellegzetességeiket.

„A bizonytalanság kezelésének valószínűségi megközelítése” c. harmadik fejezet a hagyományos matematikai eljárásokkal és az eredményüket befolyásoló tényezőkkel foglalkozik. Témakörei az alábbiak:

- a bemenő adatok bizonytalanságai,
- a bizonytalanság meghatározása valószínűségi módszerekkel,
- a térbeli változékonyságból eredő bizonytalanságok,
- a klasszikus és a Bayes-féle megközelítés összevetése,
- a bizonyosság Dempster–Shafer elmélete,
- Monte Carlo-szimuláció,
- Bootstrap módszerek,
- entrópia és bizonytalanság.

Elméleti vonatkozásban „A bizonytalanság megadására irányuló matematikai módszerek áttekintése” című negyedik fejezet a könyv fő része. Átfogó bemutatása azoknak az utóbbi évtizedben kidolgozott matematikai módszereknek, amelyek figyelembe veszik a földtani adatok sajátosságait, a bemenő adatok bizonytalanságát. Közülük a fuzzy-halmazok elméletén alapuló módszer a legalkalmasabb a földtani adatok kezelésére. Emiatt a könyv ezt taglalja a legrészletesebben. Szemléletes ábrák és példák segítik a megértést. A főbb témák a következők:

- intervallum aritmetika,
- fuzzy halmazok,
- fuzzy számok,
- háromszög és trapéz alakzatú fuzzy számok,
- fuzzy mennyiségek összehasonlítása,
- fuzzy mértékek,
- fuzzy adatok statisztikája,
- a valószínűségi és fuzzy paraméterek kezelésének hibrid megközelítése,
- durva halmazok,
- a kockázat-analízis módszertani problémái.

Az „Ellenőrző számítások és más alkalmazások” c. ötödik fejezetben a szerzők által különböző földtani feladatokra elvégzett konkrét számítások szerepelnek. Ezek bizonyítják a fuzzy számokra alapozott bizonytalansági elemzés hatékonyságát és érdemeit. Az alábbi feladatokkal foglalkoznak:

- magyarországi bauxit-előfordulások készletbecslései,
- a bodai aleurit formáció ásványtani fáziselemzése,
- a nummulites millecaput faj őslénytani biometriája,
- a püspökszilágyi radioaktív hulladék-tároló biztonsági értékelése,
- a halimbai előfordulás bauxit — agyagos bauxit átmenetének értékelése,
- az emberi szövetek kadmium abszorpciójának hibrid megközelítésű kockázat-analízise.

Más szerzőktől radioaktív kormeghatározási, hidrogeológiai és hidrológiai, szénhidrogén-kutatási, kőzettani, földtani térképezési, geokémiai, mérnök-geológiai, a formációk alakjának meghatározásával foglalkozó és nyersanyag-kutatási kockázatanalízis témakörű vizsgálatok is szerepelnek ebben a fejezetben.

A könyvet a szerzők konklúziói, hivatkozási jegyzék, szójegyzék, valamint név- és tárgymutató zárja.

A geofizikai adatokkal a földtani értelmezésben — például a szeizmikus és mélyfúrás adatoknak litológiai, kőzetfizikai adatokká transzformálásakor —, vagy a Föld belső fizikai folyamatainak megfigyeléséből az előrejelzés megtételénél meghatározottságuk szempontjából ugyanaz a probléma, mint a könyvben tárgyalt földtani adatokkal. Ráadásul a végső értelmezésben a földtani és geofizikai adatok együttes kezelésére van szükség. Emiatt az utóbbi években a geofizikai irodalomban is egyre nagyobb figyelmet szentelnek a fuzzy számok alkalmazására különösen a példaként szereplő területeken. A tanulmányok azonban szétszórtan, sokszor nehezen hozzáférhető kiadványokban jelennek meg. Emiatt a geofizikusoknak is nagyon ajánlható e kiváló — a témakört mind matematikai, mind gyakorlati szempontból teljes értékűen, világosan és célrattörően bemutató — könyv tanulmányozása.

Takács Ernő id.

EURO-GEOLÓGUS CÍM

(Nemcsak geológusoknak)

A Magyarhoni Földtani Társulat 1998. január 1-től az Európai Geológus Szövetség (European Federation of Geologists) teljes jogú tagjává vált. A szövetség célkitűzésének megfelelően az európai földtani szakmai szervezetek közös érdekvédelmi szervezete, hangsúlyozottan a tagországok közötti szabad munkavállalás elősegítésére szerveződött.

Mint nemzetközi érdek-képviseleti funkciót vállaló szerv, a szövetség a tagegyesületek ajánlása alapján

EURO-GEOLÓGUS

(EUROPEAN GEOLOGIST — EURO. GEOL.)

címet adományoz a földtani ismereteket adó társtudományok legalább egyikében diplomát szerzett tagok részére és gondoskodik a cím elismertetéséről a tagországok hatóságai részéről. A címmel járó szakmai garancia már most

lehetőséget teremt az Európai Unió állampolgárai számára az unión belüli kedvezőbb munkavállalási pozíció elnyerésére. Ez a cím segíthet az egyéb módon munkavállalási engedéllyel rendelkezők elhelyezkedésében, illetve a Magyarországon működő nemzetközi vállalkozásoknál is.

Tekintettel Magyarország 2004. május 1-től érvénybe lépő EU-tagságára, a Magyarhoni Földtani Társulat csatlakozása a szövetséghez megalapozta a magyar szakemberek nyugat-európai elfogadtatását. Az Euro-Geológus cím elsősorban azon országok állampolgárai számára fontos, melyeknek még nincs saját minősítő rendszerük (Magyarország is ilyen). Ebben az esetben a szövetség által adományozott cím lehet egy megmérettetési lehetőség.

A szövetség alapszabálya szerint az Euro-Geológus cím pályázatait a tagegyesületekben működő Nemzeti Ajánló

Bizottságok saját működési rendjük szerinti eljárással értékelik a taggyesület javaslatát küldik meg a szövetségnek. Az MFT Nemzeti Ajánló Bizottságának alapszabályában és ügyrendjében leírtak szerint „Az *Euro. Geol. címre szakterületől függetlenül a Magyarhoni Földtani Társulat minden teljes jogú, a földtan és a földtani ismereteket adó társtudományok legalább egyikében diplomát szerzett tagja pályázhat*” az előírásoknak megfelelő módon.

A pályázathoz szükséges a Magyarhoni Földtani Társulati tagság, a magyar és angol nyelvű jelentkezési lapok kitöltése, rövid önéletrajz, szakmai életrajz, legalább két, a szakmai munkát reprezentáló publikáció vagy kézirat má-

solata, a nyilvános adattárban elhelyezett jelentések/térképek jegyzéke, publikációk jegyzéke, 2 db igazolványkép, az eljárási díjak megfizetése.

A pályázati eljárás leírása (jelentkezési lapok letöltése) teljes részletességgel megtalálható a Magyarhoni Földtani Társulat honlapján, melynek elérhetősége: <http://www.foldtan.hu>, Eurogeológus oldal, vagy személyesen a Magyarhoni Földtani Társulat titkárságán intézhető (Budapest, I., Fő u. 68. I. em., levélcím: H-1371 Budapest, Pf. 433).

Kloska Károly

GEOFIZIKAI KONFERENCIA BULGÁRIÁBAN

Szófia, 2004. október 4-5.

A konferencia címe: Geophysics in economic activity, in environment and cultural heritage investigations.

Szervező: a Bolgár Geofizikai Társaság (Bulgarian Geophysical Society).

Támogatók: EAGE, SEG.

Témák: (1) Seismicity and recent geodynamics;

(2) Geophysics in geoexploration, and in civil construction activity;

(3) Geophysics and environment;

(4) Potential geophysical fields;

(5) Space, atmosphere and hydrosphere geophysics;

(6) Geophysics and archaeology;

(7) Regional geophysical and geological studies;

(8) Students' works presentation.

A konferencia programja és az előadások tartalmi kivonatait tartalmazó könyv nyomtatott és elektronikus formában, angol nyelven jelenik meg.

A tartalmi kivonatok angol nyelven kell beküldeni, és tartalmazhatnak fekete-fehér ábrákat, táblázatokat, képleteket, hivatkozásokat stb. is. A formai követelmények a társaság honlapján megtalálhatók.

Határidők:

— tartalmi kivonatok: 2004. június 18,

— üzleti prezentáció: 2004. június 18,

— előzetes regisztrálás: 2004. június 25.

A társaság honlapja: <http://bggs.geophys.bas.bg>

Tóth Lajos

In Memoriam

Az elmúlt időszakban a Magyar Geofizikusok Egyesülete
az alábbi tagjait veszítette el:

HOLLY ISTVÁN
NYÁRI PÉTER
WÉBER BÉLA

Emléküket megőrizzük.

Tisztelt Tagtársunk!

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 50 éves évfordulója alkalmából Egyesületünk Elnöksége emlékkönyvet jelentetett meg az elmúlt 50 év történetéről. A könyv sok fotóval, 327 oldal terjedelemben az április 27-i Ünnepélyes Tudományos Ülésre jelent meg, ahol a résztvevők kézhez is kapták.

Erre a napra jelent meg a Magyar Geofizika lap különszáma is, amely az ülésen elhangzott előadásokat tartalmazza.

Ezeket a kiadványokat minden egyes tagtársunk térítésmentesen megkaphatja.

A jelentős postaköltségre tekintettel azonban sajnos nem áll módunkban a kiadványokat postai úton eljuttatni, csak abban az esetben, ha Ön, kedves Tagtársunk a postaköltséget átvállalja.

A fentebb említett kiadványok átvételére az alábbi lehetőségek nyílnak:

- előzetes telefonbejelentkezés után (06-1-201 9815) személyesen átvehető az Egyesület Titkárságán (Budapest, II. Fő u. 68. I. em. 135.),
- postai úton utánvétellel átvehető 1.200.- Ft. befizetésével (ez az összeg tartalmazza a postaköltséget és a csomagolás költségét). Ebben az esetben kérjük, jelezze a Titkárság felé megrendelési szándékát,
- lehetőség van arra is, hogy amennyiben ismerőse, kollégája vállalja, hogy befárad az Egyesületbe, átveheti az Ön részére.

A szép kiállítású, gazdag tartalmú kiadványok bizonyosan Önnek is örömet fognak okozni.

Megértését tisztelettel köszöni

Budapest, 2004. július 12.

az MGE Elnöksége

A 44. évfolyamban közölt szakkikkek lektorainak névsora ABC szerint:

ÁDÁM Antal
BARÁTH István
DOBOSI Gábor
NAGY Attila
R. TÁTRAI Marianna
STEINER Ferenc
SZABÓ Csaba
TAKÁCS Ernő id.
VERŐ József
ZILAHY-SEBESS László id.

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Hegybíró Zsuzsanna, Kakas Kristóf,
dr. Ormos Tamás, dr. Szarka László, Verő László

A szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)

Telefon: (1)201-9815
