

MGE

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2004. április 2-i közgyűlése —
50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete..... 1

SZAKCIKKEK

Optimális határfrekvencia axiális dipól szelvények spektrális szűréséhez
Tóth Zoltán..... 21

CIKKEK

A hazai geoelektromos kutatások története II. — *Ádám Antal, Nagy Zoltán,
Nemesi László, Takács Ernő*..... 25

A vízkutatásban alkalmazott magmágneses rezonancia (NMR) módszer
alapjai — *Szemerédy Pál*..... 40

Beesapódási kráterek a Földön — *Bodoky Tamás*..... 51

HÍREK, BESZÁMOLÓK

Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány 2003. évi közhasznúsági jelentése
— Felhívás a jubileumi kiadványok átvételére 56

IN MEMORIAM

Renner János 58

Ribi Elemér 59

Tormássy István 60

45. évfolyam 1. szám



2004

CONTENTS

MGE (Association of Hungarian Geophysicists)

News 1

Geophysical PaperOptimal frequency limit for spectral filtering of dipole-dipole sections
Z. Tóth..... 21**Papers**

History of the geoelectrical prospecting in Hungary II.

A. Ádám, Z. Nagy, L. Nemesi, E. Takács 25

Principles of the nuclear magnetic resonance (NMR) method introduced in water prospecting

P. Szemerédy..... 40

Terrestrial impact craters

T. Bodoky..... 51**News and Reports** 56**In Memoriam**

János Renner..... 58

Elemér Ribi..... 59

István Tormássy..... 60

A szerkesztőség a szakcikkekét szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsora az évfűző kötetben jelenik meg.
A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, ill. közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

Telefon: (1)252-4999

Felelős kiadó: dr. Fancsik Tamás igazgató

Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél: 1371 Budapest, Pf. 433, tel.: (1)201-9815,
egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer

Index: 26 507

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK 2004. ÁPRILIS 2-I KÖZGYŰLÉSE

Az MGE 2004. évi rendes közgyűlését a MTE SZ Budai Konferenciaközpontjában tartotta meg. A közgyűlés az eredetileg meghirdetett 13 óra 30 perces időpontban határozatképtelen volt. A 14 órára kitűzött második időpontban a közgyűlés, az Alapszabály értelmében, a megjelentek számától függetlenül (a jelenléti ív szerint 71 résztvevő jelent meg), már határozatképes volt.

A közgyűlést ÁBELE Ferenc, az MGE elnöke vezette. A szükséges szemléltetést, közgyűléseink történetében első ízben, projektoros kivetítéssel oldotta meg.



PÁLYI András titkár, ÁBELE Ferenc elnök, HEGYBÍRÓ Zsuzsanna alelnök

Köszöntötte a megjelent egyesületi tagokat és a vendégeket: ZETTNER Tamás urat, a MTE SZ elnökét, BREZSNYÁNSZKY Károly urat, a Magyarhoni Földtani Társulat elnökét és FARKAS István urat, a Magyar Geológiai Szolgálat főigazgatóját. Köszöntötte a jogi tagok és támogató szervezetek jelenlévő képviselőit.

Feltette a kérdést, hogy a közgyűlési meghívóban ismertett napirendhez van-e a jelenlévőknek módosítási javaslatuk. A közgyűlés az előzetesen meghirdetett napirendi pontokat egyhangúlag elfogadta. Az elnök javasolta, hogy a rögzített hanganyag felhasználásával összeállítandó emlékeztető készítésére BELLÉR Éva ügyvezető titkárt, az emlékeztető hitelesítésére POSGAY Károly és MILÁNKOVICH Andrásné tagtársakat bízta meg a közgyűlés. A javaslattal a jelenlévők egyetértettek.



A résztvevők egy csoportja

Az elnök bevezetőjében megemlítette, hogy hivatali munkái miatt sokat kell utaznia, így nem mindig tudott részt venni a közgyűlési előkészületekben. Beszámolt arról, hogy az elnökség sokat dolgozott az elmúlt időszakban az előző évi közgyűlési határozatok megvalósításán.

Vetített statisztikai adatok segítségével elemezte az egyesületi létszámot. Megállapította, hogy a 692 fős tagság 90%-a fizető tag.



FARKAS István és ZETTNER Tamás



Apa és fia: id. ZILAHÍ-SEBESS László és ifj. ZILAHÍ-SEBESS László

Bejelentette, hogy a tavalyi közgyűlési határozatok értelmében kialakítottuk a tudományos titkári feladatkört és a posztot KIS Károly tölti be, valamint megalakítottuk a Budapesti Területi Csoportot, KAKAS Kristóf elnöklétével. A szakosztályok megszűntek, kivéve az SPWLA Budapest Chaptert, mely a régi rend szerint működik. Célszerűnek látszik az EAGE Budapest Chapter létrehozása is a szervezeti élet és a kapcsolati rendszer élénkítése és javítása érdekében. Valószínű, hogy ez az új szervezeti lépés elősegítené egy nemzetközi nagyrendezvény későbbi időpontban történő hazai megvalósíthatóságát is.

Az új szervezeti keretek jó működése véleménye szerint attól is függ, hogy milyen programot tudunk összeállítani, megfelelő lesz-e az érdeklődés és támogatás a tagság részéről. Az állami szolgálatban dolgozó kollégák helyzetét az EU-hoz történő csatlakozás várhatóan javítani fogja, míg az olajipari szakemberek helyzetében a nyitási tendenciától várható a javulás.

A nemzetközi szakmai szervezetek vezetésében vannak képviselőink, akikre büszkék vagyunk. Kiemelte, hogy új tisztségviselőként kapcsolódott be az EAGE munkájába TÖRÖS Endre és HEGEDŰS Endre tagtárs. Kiemelte és megköszönte a PACE Alapítvány leköszönő kurátorának, BODOKY Tamásnak hosszú időn át kifejtett áldozatos és eredményes munkáját.

Az adakozóknak megköszönve jelentette be, hogy idén több mint 429 E Ft érkezett az Egyesület számlájára a személyi jövedelemadó 1%-ából. Hagyományaink szerint az összeget az Ifjú Szakemberek Ankétjának színvonalas lebonyolítására használtuk fel.

Az idő közben elhunyt tagtársokról — ÁDÁM Oszkár, CSÖRGEI József, FÁBIÁN Gyula, HOLLY István, KÓKAI János, NYÁRI Péter, RENNER János, RIBI Elemér, TORMÁSSY István, UBRÁNKOVICS Csaba, VÁRFALVI Lajos, WÉBER Béla —, akiknek nekrológia részben már megjelent a Magyar Geofizika hasábjain, néma felállással emlékezett meg a közgyűlés.

Ezt követően a MTESZ elnöke, ZETTNER Tamás — egyéb fontos elfoglaltságaira tekintettel — kért elsőként szót. Elmondta, hogy úgy is mint MTESZ elnök, de úgy is mint az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület egykori elnöke, jelenleg tiszteletbeli elnöke, örömmel tett eleget a meghívásnak. Ecsetelte egyesületeink hasznosságát az energetikai együttműködés területén.

A MTESZ jövőjéről szólva kifejtette, hogy a megújuló európai kapcsolatrendszerben a MTESZ-re még az eddiginél is nagyobb szükség van. Szükség van viszont megújulásra, hogy a szervezet meg tudjon felelni a kor, a gazdasági élet és a társadalom elvárásainak. Kiemelte, hogy a kormányzat továbbra is támogatja a MTESZ törekvéseit. Ez többek között abban is megnyilvánul, hogy a költségvetéstől nagyságrenddel nagyobb támogatást kapott, mint más civil szervezetek.

A 2003. évi MTESZ Díjak és Emlékérmek átadására decemberben került sor. HURSÁN László tagtársunk akkor MTESZ Emlékérem kitüntetésben részesült, de az ünnepélyes átadáson nem tudott részt venni. Az idei rendes közgyűlésünk adta keretet használta fel ZETTNER Tamás a kitüntetés ünnepélyes átadására.

A közgyűlés első napirendi pontjaként az Egyesület 2003. évi tevékenységéről készült írásos beszámoló szóbeli kiegészítésére PÁLYI András titkárt kérte fel ÁBELE Ferenc elnök.



HURSÁN László átveszi a MTESZ Emlékérmét ZETTNER Tamástól

A titkár szóbeli beszámolójában hangsúlyozta, hogy az elmúlt esztendő talán legnagyobb feladata a jubileum előkészítése volt. Ezen idő alatt lehetőség volt visszatekinteni az elődök tevékenységére is. A mindenkori vezetés, véleménye szerint, mindig nyugodtan állíthatja, hogy „rend van” az Egyesületben, hiszen minden korszakban az akkor érvényben lévő „játékszabályok” adta keretek között folyt a szakmai és egyesületi élet. A törvényes kereteket mindenkor betartották, a gazdálkodásban soha nem volt mulasztás, visszaélés vagy hiány. A mindenkori egyesületi vezetés mindig törekedett a jó szakmai és egyesületi munka elismerésére, az arra érdemesek és példát mutatók kitüntetésére. Kiemelte az elődök megbecsülésének fontosságát. Szimbolikus jelentőségű és nagyon fontos aktus EÖTVÖS Loránd sírjának minden év április 8-i megkoszorúzása. Fontos, hogy az Egyesület igyekezzék a nagy elődök nyughelyéről megfelelő képen gondoskodni. A Nemzeti Kegyeleti Bizottságba ezzel a céllal delegáltuk BARÁTH István tagtársunkat.

Vannak jelenleg is olyan nagyra becsült tagtársaink, akik a hazai tudományos vagy gazdasági életben, különböző nemzetközi szervezetekben tevékenykednek, látnak el fontos feladatokat. Bejelentette, hogy VERŐ József tagtársunk Széchenyi-díj kitüntetésben részesült. BODOKY Tamás alelnök hosszú években keresztül töltött be vezető szerepet európai nemzetközi szakmai szervezetekben. Tevékenységét külföldön is elismerik, részére Tiszteleti Diplomát adományozott az Euro-Ázsiai Geofizikai Társaság.

A bizottsági munkát bemutató írásos anyagot kiegészítve külön kiemelte a Szeniorok Bizottságának és vezetőinek, ACZÉL Etelka elnök asszonynak és MOLNÁR Károly titkárnak sikeres tevékenységét.

A titkári kiegészítés megállapította, hogy az ifjúságra továbbra is nagy figyelmet kell fordítani. Buzdítani kell őket arra, hogy kapcsolódjanak be az egyesületi munkába, vegyék át az elődök szakmai közösségük iránti elkötelezettségét.

Az Ifjúsági Bizottság munkája külön öröm és szívfolt az egyesületi életben. A közelmúltban lemondott OROSZ József utóda a bizottsági elnöki feladatkörben MARKOS Tünde lett. A bizottság hagyományosan jó munkáját a vezetőváltás sem befolyásolta, hiszen főrendezőként, a Magyarhoni Földtani Társulattal közösen szervezték meg a március 19–20-án Sárospatakon lebonyolított Ifjú Szakemberek Ankétját. A 81 résztvevő 18 elméleti és 20 gyakorlati elő-

adást hallgatott, ill. 19 poszter előadást tekintett meg. A rendezvény — köszönhetően az Ifjúsági Bizottságnak — hangulatos és emlékezetes volt.

A gazdálkodásra terve hangsúlyozta, hogy évről évre gondot jelent a források előteremtése. Egyesületünk gazdálkodása kiegyensúlyozott és takarékos, biztonságra törekvő. A tervezésnél előre láthatók a nehézségek. Az évek során azonban következetes gazdálkodással eddig mindig sikerült az ilyen gondokat leküzdeni.

Egyesületünknek köztartozása soha nem volt, minden kötelezettségét határidőre teljesítette. Várható, hogy a közeli jövőben megnyílik egy újabb csatorna a civil szervezetek támogatására. Létrejött a Nemzeti Civil Alapprogram, mely arra hivatott, hogy az állampolgárok által nem nevesített 1%-okból képződő pénzalapról (idén kb. 6,1 Mrd Ft) döntsön és ossza szét a civil szervezetek között. Ezekhez a pénzekhez pályázatok formájában lehet majd hozzájutni.

Végezetül az egyesületi honlap kérdését vetette fel a titkár. Komolyan kell vegyük a tartalmas és napra kész honlap létrehozását és üzemeltetését. Léte hamarosan nélkülözhetetlenné válik a korszerű és eredményes kapcsolattartásban, pályázatokon való részvételben.

Ezt követően felolvasta az előzetesen postán, az írásbeli beszámolóval együtt kiküldött közhasznúsági jelentést, melyet teljes terjedelemben közlünk.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2003. évi közhasznúsági jelentése

A jelentést az 1997. évi CLVI. törvény 19. §-ban meghatározott tartalmi követelmények alapján állítottuk össze.

Számviteli beszámoló

Elkészítettük az egyszerűsített éves beszámolót, amelyet a rendelet szerint Egyesületünk lapjában jelentetünk meg.

A költségvetési támogatás felhasználása

A MTESZ-től kapott 275 250 Ft költségvetési támogatás a működési költségekbe épült be. A támogatói célnak megfelelően a társegyesületekkel közösen rendezett szakmai programok költségeit fedezte.

Kimutatás a vagyon felhasználásáról

A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás a mérleg forrás oldalának a 8/96. Korm. Rendelet szerinti tagolását jelenti. A források az Egyesület vagyonának az eredetét mutatják, így az 1991. december 31-i állapothoz képest (rendeletileg megállapított alapítói vagyon) a saját tőke — a tárgyévi eredmény növekedése miatt az előző évhez képest 3558 E Ft-tal nőtt.

Kimutatás a cél szerinti juttatásokról

Kiadásaink közül azokat a tételeket soroljuk ide, amelyek az Egyesület által a cél szerinti tevékenysége keretében nyújtott pénzbeli juttatásokkal kapcsolhatók össze. Ezek a következők voltak:

— az Egyesület által alapított kitüntetések díjai 274 200 Ft
— lapkiadásra fordított összeg 2 342 330 Ft

Kimutatás a kapott támogatásokról

A bevételek között szereplő támogatás:

— MTESZ-től kapott költségvetési támogatás 275 250 Ft
— Magyar Geofizika lapkiadás támogatása OTKA keretből 150 000 Ft
— El Paso Magyarország Kft. általános célú egyesületi támogatás 100 000 Ft
— Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma támogatása 157 040 Ft

A támogatók mindegyikétől egy adott cél megvalósítása, vagy az Egyesületnek az Alapszabályában rögzített tevékenysége működési költségeihez való hozzájárulásként kaptuk a fenti összegeket. A támogatásokat a kijelölt célok elérése érdekében használtuk fel.

Kimutatás a vezető tisztségviselők juttatásairól

A vezető tisztségviselők juttatásban nem részesültek.

Beszámoló a közhasznú tevékenységről

Az elmúlt évek tevékenységéhez hasonlóan az Alapszabályban rögzített közhasznú tevékenységek jelentették a 2003. évi működés lényegét. Ezek közül is kiemelkedők a szakmai rendezvények. Vállalkozási tevékenységünk nem volt.

Az éves gazdálkodás során az Egyesület minden számláját határidőre fizetni tudta, készpénzforgalmában fennakadás nem volt.

Budapest, 2004. március 18.

Az MGE elnöksége

A titkári beszámolót követően ÁBELE Ferenc elnök felkérte a Felügyelő Bizottság elnökét, MOLNÁR Károly tagtársat a bizottsági jelentés előterjesztésére.



MOLNÁR Károly

Tájékoztatta a közgyűlést, hogy a bizottság, a közgyűlést megelőző rendes ülésén, március 11-én elvégezte az Alapszabályban előírt ellenőrzési munkát. Ezen időpontra elkészült a 2003. évi gazdálkodásra vonatkozó könyvelés, a közhasznúsági jelentéshez szükséges adatok kigyűjtése, valamint a 2004. évi költségvetési terv. Jelentésüket eljuttatták az Egyesület elnöksége részére. A titkári beszámoló több helyen is tartalmazta a Felügyelő Bizottság jegyzőkönyvében foglaltakat, a közhasznúsági jelentés pedig alapvetően támaszkodott a bizottság megállapításaira.

**KETTŐS KÖNYVVITELI VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ
 EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE**
 2003. ÉV

Sor- szám	A tétel megnevezése	alátok E Ft-ban	
		Előző év	Tárgyév
1	A. Befektetett eszközök	516	355
2	I. IMMATERIÁLIS JAVAK	-	-
3	II. TÁRGYI ESZKÖZÖK	516	355
4	III. BEFEKTETETT PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK	-	-
5	IV. BEFEKTETETT ESZKÖZÖK ÉRTÉKELÉSVÁLTOZÁSA	-	-
6	B. Forgóeszközök	48.152	53.978
7	I. Készletek	2	2
8	II. KÖVETELÉSEK	-	-
9	III. ÉRTÉKPAPÍROK	47.102	49.066
10	IV. PÉNZESZKÖZÖK	1.048	4.910
11	C. Aktív időbeli elhatárolások	1.024	841
12	ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK) ÖSSZESEN	49.692	55.174
13	D. Saját tőke	49.236	52.794
14	I. INDULÓ TŐKE/BEVÉZETI TŐKE	6.471	6.473
15	II. TŐKEVÁLTOZÁSEREDMÉNY	42.718	42.703
16	III. LEKÖTÖTT TARTALÉK	-	-
17	IV. ÉRTÉKELÉSI TARTALÉK	-	-
18	V. TÁRGYVI EREDMÉNY ALAPÚ TEVÉKENYSÉGBŐL ELVÁLLALKOZÁSI TEVÉKENYSÉGBŐL	45	3.558
19	VI. TÁRGYVI EREDMÉNY VÁLLALKOZÁSI TEVÉKENYSÉGBŐL	-	-
20	C. Elhatárolások	-	-
21	F. Kötelezettségek	456	292
22	I. HOSSZÚ LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	-	-
23	II. RÖVID LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK	456	292
24	G. Passzív időbeli elhatárolások	-	2.088
25	FORRÁSOK (PASSZÍVÁK) ÖSSZESEN	49.692	55.174

Budapest, 2004. április 2.



az Egyesület vezetője

**KETTŐS KÖNYVVITELI VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ
 EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA**
 2003. ÉV

Sorszám	A tétel megnevezése	alátok E Ft-ban	
		Előző év	Tárgyév
1	A. Összes közhasznú tevékenység bevétele	10.260	15.797
2	I. Közhatalmi, cél-, működési-, kapott támogatás	581	812
3	a) alapítói	-	-
4	b) központi költségvetésből	316	275
5	c) helyi önkormányzattól	-	-
6	d) egyéb, ebből Ft	265	537
7	2. Pályázati, áru- és szolgáltatás	435	-
8	3. Közhasznú tevékenységből származó bevétel	547	7.669
9	4. Engedély szerinti bevétel (egyesítési és jogi)	3.853	3.479
10	5. Egyéb bevételek	5.194	6.237
11	B. Vállalkozási tevékenység bevétele	0	0
12	C. Összes bevétel	10.260	15.797
13	B. Közhatalmi tevékenység ráfordításai	10.215	14.239
14	1. Anyagjellegű ráfordítások	3.292	972
15	2. Személyi jellegű ráfordítások	3.814	3.979
16	3. Erőforráskezelési feladás	305	285
17	4. Egyéb ráfordítások	1.918	9.361
18	5. Fenntartási műveletek ráfordításai	758	129
19	6. Rendkívüli ráfordítások	108	0
20	F. Vállalkozási tevékenység ráfordításai	0	0
21	1. Anyagjellegű ráfordítások	-	-
22	2. Személyi jellegű ráfordítások	-	-
23	3. Erőforráskezelési feladás	-	-
24	4. Egyéb ráfordítások	-	-
25	5. Fenntartási műveletek ráfordításai	-	-
26	6. Rendkívüli ráfordítások	-	-
27	F. Összes ráfordítás	10.215	14.239
28	C. Adózás előtti eredmény	45	3.558
29	D. Adóterhek kötelezettség	0	0
30	E. Tárgyvi vállalkozási eredmény	0	0
31	F. Tárgyvi közhatalmi eredmény	45	3.558

Tájékoztató adatok (E Ft-ban)	
MEGNEVEZÉS	ÖSSZESEN
A. Személyi jellegű ráfordítások	3.979
I. Helyi költségvetésből	2.866
eből - megfizetési díjak	0
- központi költségvetésből	0
2. Személyi jellegű egyéb kifizetések	790
I. Helyi költségvetésből	753
B. A szervezeti állományi támogatások	0
eből: A kormánytól, tőle (5) befordulás azonnali kötelezettségként	0
chárított és továbbított, illetve áruilletéki támogatás	0

Budapest, 2004. április 2.



az Egyesület vezetője

A vizsgálat, a korábbi évek gyakorlatának megfelelően, kiterjedt a közhasznúsági tevékenységre, a vagyoni eszközök jogszabály szerinti felhasználására, valamint a gazdálkodás szabályosságára és a pénzügyi helyzet stabilitására. A számviteli beszámoló részeként elkészült mérleget és eredménykimutatást (előírás szerint) mellékelten bemutatjuk.

A Felügyelő Bizottság az alábbiakban foglalta össze véleményét és javaslatait.

A 2003. év gazdálkodására vonatkozó adatok — mérleg mutatók, eredménykimutatás — a főkönyvi valós adatok alapján készültek. Az Egyesület gazdálkodása a törvényi feltételek megtartásával stabil volt. Határidőre kifizetett minden számlát, készpénzforgalmában fennakadás nem volt.

Az Egyesület nagyon jól használta ki a 2003-ban általa szervezett vándorgyűlés nyújtotta lehetőségeket. A Szolnokon megtartott rendezvény mind szakmai, mind pénzügyi szempontból sikeresnek bizonyult. A sikerekben az Alföldi Csoport fő szerepet játszott. A kedvező tapasztalat alapján az elnökség figyelmébe ajánlják, hogy a jövőben a helyszíni kiválasztásában és a támogatók számának és adakozási szándékának felmérésében — a siker érdekében — továbbra is körültekintően járjon el.

Az Egyesület megfelelt az Alapszabályban kitűzött céloknak, a működés lényegét a közhasznúsági tevékenységek jelentették a 2003. évben is. Az Egyesület nem folytatott vállalkozási tevékenységet 2003-ban sem.

A közgyűlésen a későbbiekben előterjesztendő 2004. évi pénzügyi tervvel kapcsolatban a jelentés megállapítja, hogy az Egyesület életében a 2004-es esztendő különös jelentőséggel bír. Egyesületünk 1954. április 27-én alakult, ezért az elnökség még 2002-ben elhatározta, hogy az 50 éves évfordulót méltóképpen kívánja megünnepelni.

Ehhez a programhoz anyagi támogatókat keresett az Egyesület, pályázatot nyújtott be, de a költségvetés tervezésénél ezeket az összegeket nem lehetett még előre tervezni, ezért mutatkozik a negatív előjel. Ezzel együtt a pénzügyi tervet reálisnak tartja a bizottság, hiszen ebben a pillanatban csak a biztos alapokra lehetett számítani.

A Felügyelő Bizottság beszámolója végeztével javasolta a közgyűlésnek, hogy a beszámolót, a közhasznúsági jelentést és a 2004. évi költségvetési tervet egyaránt fogadja el.

Következő napirendi pontként ÁBELE Ferenc elnök felkérte NEMESI Lászlót, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának elnökét beszámolója megtartására.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 14 évvel ezelőtt, 1990 áprilisában 300 000 Ft-os alaptőkével hozta létre alapítványát, a Magyar Geofizikusokért Alapítványt és 1999-ben nyertük el ennek közhasznú státusát.

Az Alapítvány bevételei és alaptőkéje is 1997-ig folyamatosan növekedett, majd 2-3 évig stagnált.

Az első veszteséges évünk a 2000. év volt. Ekkor valamivel több mint 1 M Ft-tal, 2001-ben 656 E Ft-tal, 2002-ben több mint 2 M Ft-tal, 2003-ban kerekén 1,2 M Ft-tal csökkent az alaptőke.

2003. évi munkánkról mellékeljük a közhasznúsági jelentést. Ebből látható, hogy kiadásunk 887 200 forinttal

kevesebb volt a tervezettnél. Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy 2003-ban egyetlen ösztöndíj kérelem sem érkezett. Az okok között két dologra gondolhatunk. Az egyik — és az öröndetes — változat az lehet, hogy az egyetemek kutatói, doktoranduszai, az állami intézmények ifjú kutatói részére más források is rendelkezésre álltak és nem volt szükségük a mi támogatásunkra. A másik — és sajnálatos — ok az lehet, hogy 36 éven aluli fiatal kutatóink 2003-ban nem jelentkeztek előadásokkal külföldi konferenciákra, ösztöndíjakra. (Kérem, mindenki döntse el saját területén, hogy melyik a nyomósabb ok.)



NEMESI László

Meg kell még említenünk, hogy 2003 volt az első olyan év, amikor alapítványunk nem támogatta anyagilag az Év cikkét. Tettük ezt a Tudományos Bizottság javaslatára, miután nem talált elég értékelhető cikket.

2003-ban is a legjelentősebb kiadásunk a szociális támogatás volt. Összesen 21 fő részesült — átlagosan és kerekén 64 000 Ft-nyi — támogatásunkban.

Azt sem győzöm hangsúlyozni, hogy eddig még soha senki nem kért szociális segílyt. Kivétel nélkül minden rászorulóra a munkatársai hívták fel figyelmünket. Erre a figyelemre ezúton is kérnék mindenkit, elsősorban talán egyesületi összekötőinket, hogy a jövőben is segíthessünk a bajba jutottakon.

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány 2004. évi pénzügyi terve:

Kiadás fajta	Összeg E Ft
Ifjúsági Ankét	110
Az Év cikkeiért	70
Nyugdíjas találkozó és kirándulás	350
Valéta Bizottság	30
Ösztöndíjak	700
Szociális támogatások	1500
Egyéb (posta, könyvelés stb.)	240
Összesen	3000

Az Ifjúsági Ankétra az Ifjúsági Bizottság azért kért a szokásosnál kevesebbet, mert a vártnál több pénz folyt be a jövedelemadó 1%-aiból.

Az év cikkeire a Tudományos Bizottság tesz javaslatot. Az összeg nagyságára is javaslatot tettek az Egyesület elnökségének jóváhagyásával.

Az első két tétel és a harmadik esetében is a kifizetett összegek mellett járulékos költségeket, pl. egészségügyi

hozzájárulást is kell fizetni. Az itt tervezett összegek ennyivel többek, mint a bizottságok által kért összegek.

Noha 2004-es bevételünk valószínűleg több lesz, mint 2003-ban, hisz 2003-ban egyesületi nyereség is volt, amelynek az Alapító szándéka szerint 10%-a megilleti az Alapítványt, továbbá a kamatok is magasabbak, mint egy esztendeje, mégis (hacsak valami rendkívüli adomány be nem fut) nyilvánvalóan veszteségesek leszünk most is. A kuratórium azonban úgy látja, hogy amíg teheti, a már-már szokásos nagyságú kiadásokat nem csökkenti (bár az infláció ezt részben megteszi), mert akkor kell segíteni a rászorulókon, amikor azoknak szükségük van erre. Az évek múlásával, ha pénzünk el is fogy, az Európai Unióban az életszínvonal, a fiatal kutatók lehetőségei talán mégiscsak növekedni fognak.

Végül szeretném megköszönni az alapítványunknak nyújtott támogatásokat, elsősorban a Háromkő Bt.-nek, az egyéni adakozóknak, és mindenkinek, aki jövedelemadójának 1%-át felajánlotta.

Az azonban ez utóbbival kapcsolatban ismételtelen szeretnék emlékeztetni a kuratóriumunk és az Egyesület elnöksége közti megállapodásra, miszerint arra kérjük Önöket, hogy az adminisztráció egyszerűsítése érdekében az Egyesületnek ajánlják fel pénzüket, amelyet közös megegyezéssel, közös célunkra, az Ifjúsági Ankét rendezésére fordítunk.

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány 2003. évi közhasznúsági jelentése

A jelentést az 1997. évi CLVI. törvény 19. §-ban meghatározott tartalmi követelmények alapján állítottuk össze.

1 9 6 3 7 2 8 6 - 1 - h 1

Magyarországi Köztársaság

Az egyesület elnevezése: **MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNY**

Az egyesület címe: **1024 BUDAPEST, FŐ UICA 68.**

KÉTTŐS KÖNYVITELT VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERÜSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE **2003** EV

Sz. sor	A tétel megnevezése	Főző in	Ellátottak felvételének	Tartalék
a	b	c	d	e
1.	A. Befektetett eszközök (2.3. sorok)			
2.	I. IMMATERIÁLIS JAVAK			
3.	B. TÁRGYI ESZKÖZÖK			
4.	II. BEFEKTETETT PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK			
5.	IV. BEFEKTETETT ESZKÖZÖK ÉRTÉKELÉSSEL			
6.	Forgóeszközök (7-10. sorok)	13 219		12 124
7.	I. Készletek			
8.	B. KÖVETELÉSEK	6		5
9.	III. ÉRTÉKPAPÍROK	15 000		11 854
10.	IV. PÉNZESZKÖZÖK	213		265
11.	C. Aktív időbeli elhatárolások	53		17
12.	ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK) ÖSSZESEN (1.+6.+11. sor)	13 272		12 141
13.	D. Saját tőke (14.-16. sorok)	13 272		12 065
14.	I. INDOUL TŐKE / JÁRULÉK TŐKE	6 310		6 310
15.	B. TŐKEVALTÓZÁS / ERŐNYERŐ	9 290		6 362
16.	II. LEKÖTÖTT TARTALÉK			
17.	A. FIZETÉSESI TARTALÉK			
18.	V. TÁRGYVÉNY ENDEGYEN ALAPTEVEKONYVSZÁMOK (KÖZHASZNÚ TEVEKONYVSZÁMOK)	- 2 928		- 1217
19.	VI. TÁRGYVÉNY ENDEGYEN VÁLLALKODÁSI TEVEKONYVSZÁMOK			
20.	E. Célterhelések			
21.	F. Kötelezettségek (17.-22. sorok)			
22.	I. HOSSZÚ LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK			
23.	B. RÖVID LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK			
24.	G. Passzív időbeli elhatárolások			86
25.	FORRÁSOK (PASSZÍVÁK) ÖSSZESEN (12.+13.+24. sor)	13 272		12 141

1 9 6 0 f 2 8 6 - 1 - h 1

(Közhatalmi számlák vagy adószámok számközlésének)

Az egyelő számviteli megnevezése: **MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNY**

Az egyelő számviteli címe: **1024 BUDAPEST FŐ UJCA 68**

KETTŐS KÖNYVVITEL VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA

2 0 0 3 ÉV

zárókövetkeztetés

Száma	A tétel megnevezése	Előző év	Előző évihez hasonlítva	Tartalék
1.	2.	3.	4.	5.
1.	A. Összes közhasznú tevékenység bevétele (1+2+3+4+5)	1 099		896
2.	1. Közhatalmi vélt működésbe kapott támogatás			
3.	a) Alapítvány			
4.	b) központi költségvetésből			
5.	c) helyi önkormányzatoktól			
6.	d) egyéb, ebből 1% 25			161
7.	2. Pályázati ösztönös támogatás			
8.	3. Közhatalmi tevékenységéből származó bevétel			
9.	4. Tagdíjakból származó bevétel			
10.	5. Egyéb bevételek	1 099		735
11.	B. Vállalkozási tevékenység bevétele			
12.	C. Összes bevétel (6.+8.)	1 099		896
13.	D. Közhatalmi tevékenység ráfordításai (1+2+3+4+5+6)	3 427		2 113
14.	1. Államháztartásból	250		189
15.	2. Személyi jellegű ráfordítások	1 109		1 029
16.	3. Földművelésügyi feladások			
17.	4. Egyéb ráfordítások	2 068		1 495
18.	5. Pénzügyi műveletek ráfordításai			
19.	6. Rendkívüli ráfordítások			
20.	E. Vállalkozási tevékenység ráfordításai (1+7+8+9+10+11)			
21.	1. Államháztartásból			
22.	2. Személyi jellegű ráfordítások			
23.	3. Földművelésügyi feladások			
24.	4. Egyéb ráfordítások			
25.	5. Pénzügyi műveletek ráfordításai			
26.	6. Rendkívüli ráfordítások			

1 9 6 0 f 2 8 6 - 1 - h 1

(Közhatalmi számlák vagy adószámok számközlésének)

Az egyelő számviteli megnevezése: **MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNY**

Az egyelő számviteli címe: **1024 BUDAPEST FŐ UJCA 68**

KETTŐS KÖNYVVITEL VEZETŐ EGYÉB SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA

2 0 0 3 ÉV

zárókövetkeztetés

Száma	A tétel megnevezése	Előző év	Előző évihez hasonlítva	Tartalék
1.	2.	3.	4.	5.
27.	F. Összes ráfordítás (2+3)	3 427		2 113
28.	G. Alapítvány vélt működéséből (8. F.)			
29.	H. Adófeladások kifizetése			
30.	I. Társulási vállalkozási eredmény (9. H.)			
31.	J. Társulási költségek eredménye (A. D.)	- 2 328		- 1 217
TÁJÉKOZTATÓ ADATOK				
32.	A. Személyi jellegű ráfordítások			1 029
33.	1. Békéltetés			
34.	2. Utazás - mobiltelefon díjak			
35.	3. Hozzájárulások			
36.	4. Személyi jellegű egyéb ráfordítások			1 029
37.	5. Bérleti díjak			26
38.	B. A szervezet által nyújtott támogatások			1 170
39.	1. Alapítványoktól, közhasznú szervezetektől, közhasznú cégek, vállalkozásoktól, társaságoktól, egyesületektől, egyesületi tagoktól			

Számviteli beszámoló

Elkészítettük az egyszerűsített éves beszámolót, amelyet a Magyar Geofizikusok Egyesületének lapjában, a Magyar Geofizikában megjelentetünk (lásd a mellékelt táblázatokat).

A költségvetési támogatás felhasználása

Alapítványunk költségvetési támogatásban nem részesült.

Kimutatás a vagyon felhasználásáról

A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás a mérleg forrás oldalának a 8/1996. (I. 24.) sz. kormányrendelet szerinti tagolását jelenti. A források az alapításkor, 1990 áprilisában 300 ezer forintot tettek ki. Ez a támogatások és kamatok révén, a cél szerinti juttatások ellenére is, a mellékelt mérleg szerint 1997-ig növekedett, majd néhány évig stagnált és újabb támogatások hiányában — a banki kamatok csökkenésének következtében is — 2000-tól csökken. Mint a mellékelt kimutatásból is látható, ez a csökkenés 2001-ben 656 E Ft, 2002-ben 2 328 E Ft volt és 2003-ban 1 217 E Ft.

2003 végén pénzeszközeink összege 12 110 E Ft.

Kimutatás a cél szerinti juttatásokról:

Kiadás fajta	Terv (Ft)	Tény (Ft)
Ifjúsági Ankét	200 000	209 900
Nyugdíjas találkozók és kirándulás	300 000	305 700
Valéta Bizottság	30 000	30 000
Ösztöndíjak	700 000	0
Szociális támogatás	1 400 000	1 340 000
Egyéb (posta, könyvelés stb.)	370 000	227 200
Összesen	3 000 000	2 112 800

Kimutatás a kapott támogatásról

2003-ban a Háromkő Bt. 100 E Ft-os támogatása mellett a személyi jövedelemadó 1%-aiból 24 516 Ft és magán-személy támogatásából 36 000 Ft, összesen 160 516 Ft folyt be.

(Ezen bevételeinket még 735 222 Ft kamat egészítette ki.)

Kimutatás a vezető tisztségviselők juttatásáról

A vezető tisztségviselők semmilyen juttatásban nem részesültek.

Beszámoló a közhasznú tevékenységről

Alapítványunknak vállalkozói tevékenysége nem volt.

Az Alapító Okiratunkban foglaltaknak megfelelően, közhasznú tevékenységünk lényege (hasonlóan a korábbi évekhez) 2003-ban is néhány alapvető tevékenységre korlátozódott. Legjelentősebb kiadásunk szociális (egyre többször temetkezési) segélyek folyósítását jelenti olyan (többnyire nyugdíjas) kollégáknak, akiknek alacsony nyugdíja a napi rezszi, gyógyszer, és ételmezési kiadásait is alig fedezi. A rendkívüli események, egy kórházi ápolás, egy fűtőberendezés meghibásodása, egy halálos eset megoldhatatlan problémákat jelentenek.

A korábbi években a legjelentősebb kiadást olyan tehetséges, 36 éven aluli kollégák támogatása jelentette (ösztöndíj), akiknek előadását a külföldi konferencia szervezőbizottsága elfogadta, de egyetemünk, állami intézményünk nem tudta biztosítani a részvételi díjat, az utazási költséget. 2003-ban azonban egyetlen ilyen kérelem sem érkezett.

A szakmai képzések érdekében 2003-ban támogattuk a Geofizikusok Egyesületének Ifjúsági Ankétját, a Miskolci Egyetem kulturális rendezvényeit, a nyugdíjas

geofizikusok szakmai kirándulását és kulturális rendezvényét.

Az éves gazdálkodás során minden számlánkat határidőre kifizettük, a készpénzforgalomban fennakadás nem volt.

*A Magyar Geofizikusokért Alapítvány
kuratóriuma
Nemesi László elnök*

Ezt követően JÁNVÁRI János az alapítvány Felügyelő Bizottságának elnökeként számolt be ellenőrző munkájukról. Megállapította, hogy az alapítvány működése nyitott könyv, és minden elhangzott a nagyon alapos beszámolóban. A bizottság március 19-én tartotta meg ülését és a gazdálkodást teljesen rendben találta. A kuratórium két fő célt tűzött ki tárgyévire, ezek: a szociális támogatások és a fiatalok megsegítése. Ez utóbbiak a számadatokat tekintve talán már nem szorulnak támogatásra. Ez örvendetes. Ismételten felhívta a figyelmet arra, hogy bátran lehet fordulni az alapítványhoz, hiszen az alapítói vagyon, vagyis 150 E Ft erejéig felhasználható a meglévő pénzüsszeg.



JÁNVÁRI János

Kérte a közgyűlést, hogy a kuratórium beszámolóját vegye tudomásul.

ÁBELE Ferenc elnök, megköszönve a beszámolókat, kérte a hozzászólásokat.

BREZSNYÁNSZKY Károly, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke a két egyesület közötti jó együttműködésről szólt, a már megtartott idei Ifjúsági Anketot említette. Bejelentette, hogy a társulat szervezi — más társegyesületekkel közösen — a vándorgyűlést, melynek időpontja július 1–3. lesz. Témája a felszín alatti vizek problémája. Emlékeztetett a pár héttel ezelőtti közgyűlésükön elhangzott egyik előadásra, amely a hazai földtan nemzetközi versenyben elfoglalt helyzetét elemezte. Megállapítható, hogy a helyzet változó, de szegyenkezésre nincs ok. Megemlítette, hogy az UNESCO és az IUGS, a Nemzetközi Földtani Unió 2006-ban meghirdeti Bolygónk, a Föld nemzetközi évét.

Tekintettel arra, hogy április 27-én nem tartózkodik idehaza, ezúttal kívánt sok sikert az 50. évi jubileumi rendezvényhez, melyen természetesen a társulat képviseltetni fogja magát.

A következő hozzászóló BARÁTH István volt. A Jubileumot Előkészítő Bizottság elnökeként röviden összefoglalta a célkitűzéseket és az elvégzett munkát. Elmondása szerint az előkészítő munka 75%-át elvégezték, a Magyar Geofizika 134 oldalas különszáma elkészült, az 50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete 418 oldalas, 169 fotót

tartalmazó könyv is időben meg fog jelenni. A támogató 22 intézmény kb. 4 millió Ft-tal járul hozzá a költségvetéshez. Az Oktatási Minisztériumon keresztül 2 millió Ft-ra nyújtottunk be pályázatot, melynek sorsa április végén dől el. A tagság kb. 10%-a támogatta eddig anyagiakkal a jubileumot. Felhívta a figyelmet, hogy még van lehetőség további adományok befizetésére. Javasolta, hogy minél nagyobb számban vegyenek részt a tagtársak az ünnepi eseményen.



BREZSNYÁNSZKY Károly



BARÁTH István

Egyúttal EÖTVÖS Loránd sírjának április 8-i koszorúzására hívta meg az érdeklődőket.

Több hozzászólás nem volt, így ÁBELE Ferenc elnök a beszámoló elfogadását egyenként szavaztatta meg.

A közgyűlés a titkári beszámolót, a Közhasznúsági jelentést és a Felügyelő Bizottság beszámolóját egyhangúlag elfogadta.

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának és Felügyelő Bizottságának beszámolóját a közgyűlés tudomásul vette.

A következő napirendi pont az Alapszabály és működési rendre vonatkozó előterjesztés és módosítás volt. ÁBELE Ferenc elnök felkérte a napirendi pont előterjesztésére PÁLYI András titkárt.

Előljáróban elmondta, hogy az elmúlt évi jelentős alapszabály-módosítást követően az elnökség csupán néhány kisebb pontosítást tart szükségesnek és hagyott jóvá közgyűlési előterjesztésre. Az elnökség egyúttal javasolja a közgyűlésnek, hogy az előterjesztések elfogadása esetén — a módosítások kisebb volumene miatt — ne kelljen kiadni az egységesített Alapszabályt. Természetesen az elfogadott módosításoknak megfelelően fogja alkalmazni a jövőben az Alapszabályt, és ha a későbbiekben létrejönnek újabb mó-

dosítások (pl. az EU-csatlakozás esetleges hatása stb.), ismét kiadja az egységesített szabálygyűjteményt.

Ezt követően a közgyűlés megvitatta az elnökségi előterjesztéseket, melyek lényege röviden a következő (a módosítási javaslat dőlt betűkkel szedve):

— 9. § (4) bek. Az egyesület vezető tisztségviselői tisztségviselésük időtartama alatt Renner János-emlékérem, Tiszteleti Tagság és egyesületi Emléklap kitüntetésben nem részesülhetnek. *Ez alól kivételt képez, ha valaki folyamatosan, kettőnél több választási cikluson át tölt be funkciót az egyesület különböző vezető testületeiben.* (Javaslattevő: TÓTH József.)

— 10. § (2) bek. A közgyűlés évenként egyszer, az év elején, *április hónapban* ülésezik. Összehívásáról... (Javaslattevő: BELLÉR Éva.)

— 13.a. §. helyett helyesen *13. § a.* Az egyesület általános titkára. (Javaslattevő: KIS Károly.)

— 13.b. §. helyett helyesen *13. § b.* Az egyesület tudományos titkára (Javaslattevő: KIS Károly.)

Hozzászólásában TÓTH Lajos tagtárs alapszabály- és ügyrend-módosítási javaslatokat vetett fel. Javasolja alapszabályainkban egységesíteni a „főszerkesztő” vagy „felelős szerkesztő” megnevezést. Javasolt egységesen a *főszerkesztő* megnevezés. Második javaslata, hogy az egyesületi Emléklap kitüntetésnél mindenhol szerepeljen az *Egyesületi* megjelölés is.

Az elnökség és TÓTH Lajos tagtárs által előterjesztett módosításokat a közgyűlés eredeti szövegükben elfogadta, és felhatalmazta az elnökséget, hogy alkalmazza a módosításokat, de miattuk nem kell új Alapszabályt kiadni.

A titkár előterjesztésében következtek az Ügyrend módosítási javaslatai és azok megvitatása. Ez a pont azért került a 2004. évi közgyűlés napirendjére, mert a 2003. évi közgyűlés felhatalmazta az elnökséget, hogy az Alapszabály módosításából fakadó ügyrendi módosításokat elvégezze, és a következő közgyűlésen erről beszámoljon.

Az ügyrendi módosításokra vonatkozó javaslatokat az elnökség megtárgyalta és elfogadta. A közgyűlés számára a módosítási javaslatokat is bemutató szemléltetés számítógépes kivetítéssel történt. Az anyag nagysága és helyenkénti bonyolultsága miatt a szemléltetés nem volt egyértelműen sikeres. A jövőre nézve ez is fontos jelzés, hogy a korszerű szemléltetést csakis körültekintő előkészítéssel lehet hatékonyra tenni.



TÓTH Lajos

A titkári előterjesztés nagyobb problémaköröket érintett csupán, hiszen a javasolt ügyrendi módosítások döntő hányada a tudományos titkár, a budapesti területi csoport stb. alapszabályi módosításainak megfelelő átvezetését jelentette.

Az Ügyrend mellékletét képező Befektetési Szabályzaton az elnökség nem kíván változtatni, mert az eddigi jól bevált, működik, és mivel nem folytatunk továbbra sem vállalkozást, így nincs módosítási kényszer.

A tagság és a tagdíjfizetés Alapszabály adta keretei között kívánja rendezni a tagdíjat nem fizető tagtársak problémakörét az ügyrend-módosítási javaslat. Eszerint a nem fizetőket egy ideig megtartjuk, különbséget téve a valós nehézségek miatt nem fizetők és a hanyagok között. Ezek ún. szüneteltetett tagok lesznek, akik lényegében postát, lapot nem kapnak. Amennyiben rendezik tagdíjmaradásukat (legfeljebb három év türelmi idő), újra bekerülhetnek a rendes tagok közé.

A titkár javasolta, hogy az előterjesztett módosításokat oldalanként tárgyalja és fogadja el a közgyűlés. A jelenlévők úgy határoztak, hogy az előterjesztés szellemiségének megtartásával az elnökséget hatalmazza fel a stilisztikai pontosításra és a módosított Ügyrendet így tekintik elfogadottnak.

Egy problémakör került közvetlen vitára. Az Év cikke díjazottai köréből az Ügyrend kizárta az Eötvös Loránd-emlékérem tulajdonosait. Az előterjesztésre jogosult Tudományos Bizottság jelenlegi javaslata megengedné ezen tagtársak díjazhatóságát is. A kialakult élénk vitában, ahol MÁRTON Péter akadémikus, a bizottság vezetője többször is kifejtette véleményét, az a javaslat született, hogy a jövőben a díjazhatóság esetében ne legyen kizáró ok az Eötvös Loránd-emlékérem birtoklása.



MÁRTON Péter

A fentiekben részletezett módon az előterjesztett Ügyrendet a közgyűlés elfogadta.

Következő napirendi pontként az Egyesület 2004. évi pénzügyi tervét vitatta meg a közgyűlés, PÁLYI András titkár előterjesztésében.

Ismertette az elnökség által elfogadott előterjesztést, amelynek alapja az Egyesület folyamatosan gyakorolt takarékos gazdálkodása, az árváltozások és szabályzó módosítások lehetséges figyelembe vétele és a megelőző év mérlege.

A kiadási oldal (21 604 E Ft) pontosabban és megbízhatóbban tervezhető. A bevételi oldalon (16 093 E Ft) a korábbi gyakorlatnak megfelelően nagyobb a bizonytalanság (önálló vándorgyűlést nem rendezünk, az 50. évi ünnepség

pályázati és egyéb bevételi forrásainak bizonytalansága stb). A két oldal közötti különbség döntően a jubileummal kapcsolatos bevételi-kiadási oldalon pillanatnyilag jelentkező tervezettség miatt jelenik meg, és nem jelent feltétlenül áthidalhatatlan eltérést. A közgyűlésen bemutatott táblázatos pénzügyi terv az egyesületi irattárban megtekinthető.

Az elnökség véleménye, hogy akkor követ helyes magatartást, ha a tervezettség nehézsége miatt negatív pénzügyi tervet nyújt be. Ugyanakkor kiemelten munkálkodik új bevételi lehetőség kialakításán (pl. NCA pályázat), egyéb bevételek megszerzésén, és támaszkodik a tagság öntevékeny segíteni akarására (pl. a lap támogatása OTKA keretből, tagdíjfizetési fegyelem stb.). Bejelentette, hogy a jubileumi kiadások fedezésének céljára pályáztunk a NKÖM-nél (MEC 4 pályázat), valamint folyamatban vannak az egyes cégekkel, kft.-kkel a megállapodások.

Hivatkozva a Felügyelő Bizottság jelentésében a 2004. évi negatív pénzügyi tervvel kapcsolatos megállapításokra, elfogadásra javasolta a benyújtott tervet.

ÁBELE Ferenc elnök szavazásra tette fel a benyújtott tervet. *A közgyűlés az előterjesztést egyhangúlag elfogadta.*

ÁBELE Ferenc ezzel a 2003. évet sikeresnek és lezártnak tekintette.

Következő napirendi pontként hozzászólások következtek közérdekű témákban.

Elsőként TÓTH Lajos tagtárs kért szót. A külföldön tartózkodó főszerkesztő, BODOKY Tamás nevében megköszönte az eddig beérkezett és ezután érkező cikkeket. Bejelentette, hogy a Magyar Geofizika 4. száma a jubileumi különszám miatt később fog megjelenni. Megköszönte BARÁTH István jelentős munkáját a különszám elkészítésében. Egyúttal elnézést is kért, amiért neve sajnálatos módon kimaradt a szerkesztők névsorából.



ACZÉL Etelka

ACZÉL Etelka, a következő hozzászóló előadta, hogy BARTHA Lajos tagtársunktól javaslat érkezett az elnökséghez a magyar geofizikusok életrajzi lexikonának összeállítására. Bejelentette, hogy a Szeniorok Bizottsága örömmel vállalja a feladatot.

Elmondta továbbá, hogy a magyar geofizikai kutatás történetével foglalkozó sorozat rövidesen befejeződik a Magyar Geofizika szaklapban. A sorozat megszületésének előzményeiről röviden beszámolt (29 tanulmány jelent meg 57 szerző tollából). Ezúton mondott köszönetet a szerzőknek és a szerkesztőknek.

A következő hozzászóló BARTHA Lajos volt. Elmondta, hogy ő hosszú munkával elkészítette már a csillagászok életrajzi lexikonát, így személyes tapasztalatait szívesen kamatoztatja a szerkesztőbizottság munkájában.



BARTHA Lajos

A szünetet követően került sor a kitüntetések, jutalmak és díjak átadására. A kitüntetéseket és jutalmakat ÁBELE Ferenc elnök adta át. A kitüntetettek tevékenységét PÁLYI András titkár ismertette.

Eötvös Loránd-emlékérem

Alapszabályunk szerint az emlékérem minden harmadik évben az egyesület egy olyan rendes tagja számára adományozható, akinek tudományos eredményei önálló kutatások alapján a geofizikát lényegesen előrevitték. Ez évi emlékérmesünk:

Dr. BENCZE Pál



BENCZE Pál

Tudományos munkássága a Föld körüli térség — semleges légkör, ionoszféra — különböző idő- és térbeli skálájú, a naptevékenységgel összefüggő változásainak a tanulmányozására, az eredmények gyakorlati alkalmazhatóságának kutatására irányul. Különösen az ionoszférában és a semleges felső légkörben fellépő kis idő- és térbeli skálájú irregulárisokhoz kapcsolódó eredményei, ezek modellezésével kapcsolatos tevékenysége nemzetközi szinten ismertek és elismertek. Egyébként ezek a munkák jöhetnek gyakorlati alkalmazás (ionoszférikus és transzionoszférikus távközlés) szempontjából elsősorban számításba. Ugyancsak nemzetközi

elismerést váltottak ki az ionoszféra és ezzel összefüggésben a semleges felső légkör paramétereiben mutatkozó több évtizedes változások tendenciájára (naptevékenység, geomágneses tevékenység, üvegházhatás) vonatkozó eredményei.

Magas szintű kutató munkája mellett 1969 óta aktívan vesz részt az oktatásban is. Kezdetben az ELTE geofizikus és meteorológus hallgatóinak képzésébe kapcsolódott be. 1991-től a Soproni Egyetemen fejtett ki oktatói, szervezői tevékenységet. Megbízás alapján megszervezte az egyetem Földtudományi Tanszékét, mely később intézetté alakult. 2001-ig vezette az általa szervezett intézményt. Jelenleg a doktoranduszképzésben vesz részt.

Megalakulásától tagja volt az Űrkutatási Tudományos Tanácsnak, 2002 óta annak tiszteletbeli tanácsadója. Tagja a MTA Geofizikai Tudományos Bizottságának és hosszú időn keresztül tagja volt a MTA Meteorológiai Tudományos Bizottságának. Magyarországot képviseli a COST 271 Akcióban, tagja a COSPAR (Nemzetközi Űrkutatási Bizottság) Magyar Nemzeti Bizottságának és az URSI (Nemzetközi Rádiótudományi Unió) Magyar Nemzeti Bizottságának. A Magyar Geofizikusok Egyesülete alapító tagja, részt vett az egyesület vezető testületeinek munkájában.

Egyed László-emlékérem

Alapszabályunk szerint az emlékérem minden második évben az egyesület legfeljebb két rendes tagja számára adományozható kiemelkedő szakmai, oktatási vagy publikációs tevékenység, illetve életmű elismeréseként. Ez évi emlékérmeseink:

Dr. MÁRCZ Ferenc

Szakmai munkásságát Sopronban, a MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumában kezdte meg 1957-ben, amely 1972-ben a MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetbe integrálódott. Munkássága egybeforrta az intézet fejlődésével, ahol előbb munkatárs, majd főmunkatárs lett. Eredményeire alapozott értekezését megvédve 1981-ben nyerte el a műszaki tudomány kandidátusa címet.



MÁRCZ Ferenc

Tartós nemzetközi kapcsolatokat és együttműködéseket létrehozó munkássága több síkú. Jelentős eredményeket ért el a légköri potenciálgradiens változásaiban fellépő extraterresztrikus hatások kimutatásában és e paraméter

évtizedekre terjedő jelentős csökkenésének bizonyításában. Kutatásai bővítették az ionoszférikus abszorpcióban jelentkező geomágneses utóhatás térbeli változására vonatkozó ismereteket, valamint részletesen feltárták az utóhatás kapcsolatát extraterresztrikus jelenségekkel és magnetoszférikus folyamatokkal.

Aktív tagja a hazai és nemzetközi tudományos életnek. Több nemzetközi programban vett és vesz részt (KAPG-Interkozmosz közös kutatások, DYANA Campaign, IAGA WG EXTERNAL Forcing of the Middle Atmosphere munkacsoport, COST 251, COST 271, az MTA GGKI – prágai Légkörfizikai Intézet ionoszféra-kutatási projekt hazai referense 1998–2003 között).

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 1957 óta tagja. Évtizedeken keresztül tevékenykedett aktívan a Soproni Csoportban. 1993–96 között a MGE Általános Geofizikai Szakosztály titkára. 1991–96 között a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kurátora.

Dr. ORMOS Tamás

Geofizikusi oklevelét a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1972-ben szerezte. Szakmai pályafutása a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékéhez kötődik. Oktatói, nevelői és tudományos munkásságát mind e napig itt végzi. 1996-ban védte meg értekezését, és nyerte el a műszaki tudomány kandidátusa címet. 1996-tól PhD doktori fokozattal rendelkezik.



ORMOS Tamás

A szeizmika területén kiemelkedő munkásságot fejtett ki. Alapvetően hozzájárult a szeizmikus kutatások telephullám módszerének hazai eredményeihez. Nevéhez kötődik egy új bányabeli VSP módszer kidolgozása. Lényegesen hozzájárult az együttes geofizikai inverziós módszerek fejlesztéséhez és az ún. 1.5-D közelítő inverziós eljárás kidolgozásához.

A hazai és a nemzetközi tudományos közelet aktív résztvevője. Az egyetemi oktatásban több mint 30 év óta tevékenykedik eredményesen. Számos tantárgyprogram kidolgozása fűződik a nevéhez. A Miskolci Egyetemen 7 tantárgyat ad elő, valamint az ott akkreditált Doktori Iskola alapító tagja.

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 1972 óta tagja. Az Észak-magyarországi Csoport aktív tagja. 1995–97 között az Egyesület alelnöke, ill. elnöke volt. 1987-től az EAEG, 1993-tól a DGG, 1994-től az EEGS tagja.

Renner János-emlékérem

Alapszabályunk szerint az emlékérem évente az egyesület legfeljebb két rendes tagja számára adományozható az egyesületben és annak érdekében végzett kiemelkedő tevékenység elismeréseként. Ez évi emlékérmeseink:

TÖRÖS Endre

Kezdetől fogva részt vesz az EEGS-ES (Environmental and Engineering Geophysical Society European Section) vezetőségének munkájában, és mint magyar referens kiválóan képviselte a magyar geofizikusok és a MGE érdekeit. Elsősorban az ő érdeme, hogy 1999 szeptemberében az EEGS Budapesten rendezte meg kétévenként esedékes nemzetközi szimpóziumát.



TÖRÖS Endre

A helyi szervezőbizottság elnökeként rendkívül sokat dolgozott, a rendezvény kiemelkedő sikere elsősorban neki és az általa vezetett munkacsoportnak köszönhető. Azóta is sikeresen képviseli hazánkat és egyesületünket a nemzetközi szakmai világban. Jelenleg az EAGE Sekély-geofizikai Szakosztályának megválasztott elnöke.

Ifj. ZILÁHI-SEBESS László



Ifj. ZILÁHI-SEBESS László

A Budapesten 1990-ben megrendezett SPWLA nemzetközi szimpózium szervezőbizottságában szervezőtitkárként kiváló munkát végzett, a rendezvény sikere sokban az ő tevékenységének köszönhető. Később az SPWLA Budapest Chapter titkáráként végzett eredményes munkát az Egyesületért.

A MGE és a MTA GTB mélyfúrás-geofizikai albizottsága által közösen rendezett tudományos szeminárium szervezésében, ill. kiadványok szerkesztésében (Elektrokarotázs szeminárium 1987, Siófok; Tároló és termelő kutak mélyfúrás-geofizikai, geofizikai, geológiai és rezervoárméchanikai egységes szemléletű vizsgálata 1988, Siófok) szerzett érdemeket.

Egyesületi Emléklap

Alapszabályunk szerint az emléklap évente legfeljebb öt személy számára adományozható az Egyesületben vagy annak érdekében végzett társadalmi vagy szakmai tevékenység elismeréseként. Egyesületi Emléklap kitüntetésben részesült idén

Dr. SZALAI Sándor

1999–2002 között a Soproni Csoport titkáráként tevékenykedett. Számos előadói és jól sikerült kirándulás megszervezése fémjelezte munkáját. Egyéves franciaországi tanulmányútról hazatérve ismét aktívan kapcsolódott be a csoport munkájába.



SZALAI Sándor

Az Év cikke

Kitüntető címet a Tudományos Bizottság javaslatára az idén két tagtársunk nyerte el:

NAGY Zoltán



NAGY Zoltán

A MT értelmezés néhány kérdése diszperziós (IP) hatások esetén c., a Magyar Geofizika 44. évf. 2. számában megjelent tanulmányban matematikai leírást és egydimenziós megoldásokat ad egy, a magnetotellurikus kutatásban észlelt érdekes és fontos jelenségre, az elektromos fajlagos ellenállás frekvenciafüggésének, azaz az indukált polarizációnak a gyakori — különösen szénhidrogén-telepek fölött előforduló — jelenlétére.

Dr. SZALAI Sándor

A Geoelektromos null-elrendezések c., a Magyar Geofizika 44. évf. 2. számában megjelent tanulmányában a nem hagyományos geoelektromos elrendezések szisztematikus vizsgálatával kimutatta, hogy az ún. null-elrendezések bizonyos speciális esetekben hasznos kiegészítő információt nyújtanak. A díjazott tanulmány — amelyben a szerző 2003. évi ismeretei alapján átfogó ismertetést nyújt a null-elrendezésekről — jelentőségét egy SZALAI Sándor társszerzőségével a közelmúltban megjelent Geophysics-cikk is alátámasztja.

Jutalom társadalmi munkáért



JÁNVÁRINÉ KÁNTOR Ilona



MILÁNKOVICH Andrásné

Az egyesület érdekében végzett társadalmi munkájukért jutalmat kaptak:

Dr. BODRI Bertalan
JÁNVÁRINÉ KÁNTOR Ilona
KAKAS Kristóf
MARKOS Tünde
MILÁNKOVICH Andrásné.

Az Ifjú Szakemberek Ankétjának díjazottai

A MGE–MFT közös rendezésében Sárospatakon megtartott magas színvonalú és nagy érdeklődést kiváltott ankét díjainak átadására, hagyományainknak megfelelően, idén is a közgyűlésen került sor. A díjakat a Magyarhoni Földtani Társulat részéről BREZSNYÁNSZKY Károly, a Magyar Geofizikusok Egyesülete részéről ÁBELE Ferenc elnökök adták át.



DÉGI Júlia



LIPOVICS Tamás

A különdíjakat PÁLYI András (Szilárd József-díj), BREZSNYÁNSZKY Károly (MÁFI, MFT), FARKAS István (MGSZ), PÁPA Antal (MOL Rt.) adták át.

Elméleti kategória

- I. díj: DÉGI Júlia (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *Közzettani bizonyítékok a kéreg kivékonyodására a Bakony-Balaton-felvidék vulkáni területen* (MFT),
II. díj: LIPOVICS Tamás (ELTE Geofizikai Tanszék): *A földrengések és a mágneses nyugodt napi variációk kapcsolata* (MGE),
III. díj: BALI Enikő (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *Speciális ortopiroxén gazdag kőzetek jelentősége a felsőköpenyben* (MFT).



BALI Enikő

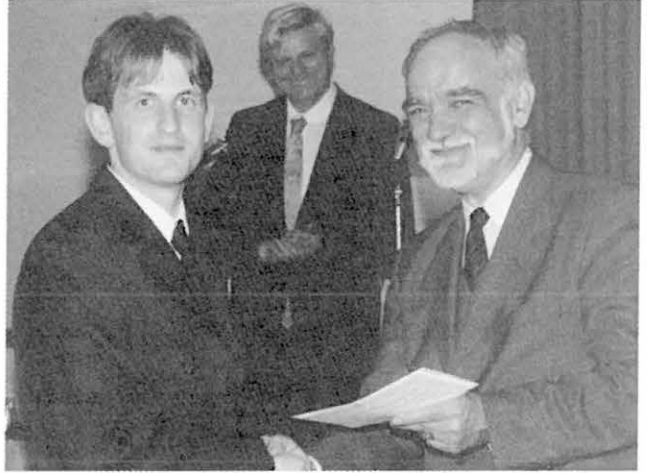
Gyakorlati kategória

- I. díj: LEMBERKOVICS Viktor, BÁRÁNY Ágnes, GAJDOS István, VINCZE Marianna (MOL Rt. KTD Kutatás): *A szekvenciasztratigráfiai események és a tektonika kapcsolata a Derecskei-árok pannon rétegsorában* (MGE),
BENKÓ Zsolt (ELTE Ásványtani Tanszék): *A Velencei-hegység hidrotermális rendszereinek szerkezeti kontrollja fluidzárvány-sík és repedésrendszerek vizsgálata alapján* (MFT),



LEMBERKOVICS Viktor

- II. díj: DOMBRÁDI Endre (ELTE Geofizikai Tanszék): *Folyók vízhozam- és vízállásméréseinek időbeli analízise* (MGE),
HORVÁTH Anita, HÁMORI Zoltán (ELTE Geofizikai Tanszék-TDE Kft.-GEOMEGA Kft.): *Balaton környéki posztglaciális üledékek vizsgálata geofizikai módszerekkel* (MGE).



BENKÓ Zsolt



DOMBRÁDI Endre



HORVÁTH Anita

Poszter kategória

I. díj: KOVÁCS István (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *A nógrád–gömöri granolit xenolitok petrogenetikai és geodinamikai jelentősége* (MFT),



KOVÁCS István

II. díj: CSABAFI Róbert, TÖRÖK István, KOVÁCS Attila Csaba (ELGI): *Litoszféra-kutató szeizmikus mérések Közép-Európában és Magyarországon* (MGE),

III. díj: SIKLÓSY Zoltán, KELE Sándor (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *Az egerszalóki édesvízi mészkő petrográfiai és stabilizotóp-geokémiai vizsgálata* (MFT), WINDHOFFER Gábor (ELTE Geofizikai Tanszék): *Feltolódások reaktivációja a Pannon-medence aljzatában: következtetések analóg és számítógépes modellezésből* (MGE).

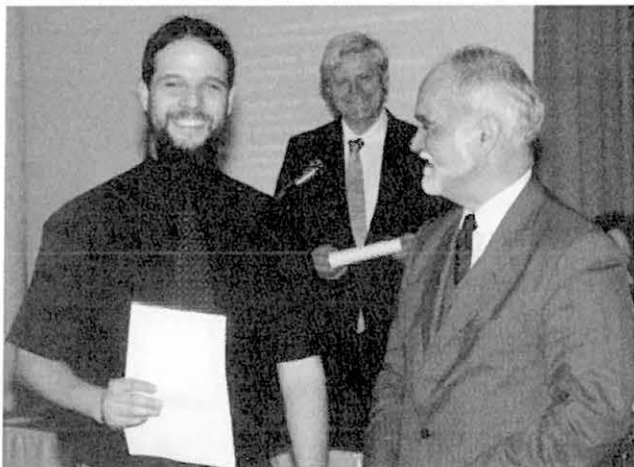
Közönségdíj

BOROS Attila, JUHÁSZ Zsolt, SZÜCS Tamás (ME Geofizika Tanszék): *A középkori Mohi vizsgálata geoelektromos módszerekkel* (MGE).

Különdíjak

Szilárd József-díj: LIPOVICS Tamás (ELTE Geofizikai Tanszék): *A földrengések és a mágneses nyugodt napi variációk kapcsolata*,

MÁFI különdíj: SASVÁRI Ágoston (ELTE Általános Földtani Tanszék): *A bakonyi Telegdi Roth-vonal mikro-tektonikai vizsgálata*,



SASVÁRI Ágoston

MFT különdíj: SIMON Szilvia (ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék): *Tó és felszín alatti víz közötti kölcsönhatás vizsgálata a Duna-Tisza közí Kelemen-szék tónál*,



SIMON Szilvia

MGSZ különdíj: HEGYMEGI Csaba, NYÁRI Zsuzsanna (ELGI): *Üregkutatás kombinált geofizikai módszerekkel*, MOL Rt. különdíj: HUNYADFALVI Zoltán (SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék): *Üledékes kőzetek kisléptékű heterogenitás vizsgálata CT alkalmazásával*.



HUNYADFALVI Zoltán



BELLÉR Éva

Az elnökség nevében PÁLYI András titkár köszönte meg tagjaink munkáját, támogatását és gratulált a kitüntetteknek.

ÁBELE Ferenc elnök köszönetét fejezte ki BELLÉR Éva ügyvezető titkárnak egész éves áldozatos és fáradtságot nem ismerő munkájáért. Megköszönte a közgyűlésnek, hogy a lebonyolításban első ízben alkalmazott új technikai elem zökkenői ellenére türelmes, megértő és eredm-

nyes munkát végzett. A közgyűlést eredményesnek minősítette és bezárta.

A közgyűlési beszámolót magnófelvételtől (a hangfelvétel a MGE irattárában megtalálható) Bellér Éva által készített emlékeztető alapján Pályi András állította össze. A fényképeket idén is Vámos Judit készítette

50 ÉVES A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Mintegy két év előkészítő munka után került sor az MGE 50 éves jubileumának megünneplésére. Sok vita folyt a helyszínről, míg reálisan felmérve lehetőségeinket az MGE elnöksége elfogadta a *Jubileumi Előkészítő Bizottság* (JEB) javaslatát és a Kossuth téri MGK–MTESZ székház mellett döntött. A lehetséges többi helyszín túl drágának bizonyult, s felesleges kiadásokba sodorta volna az Egyesületet. Szintén anyagi megfontolások szabták meg az ünnepi program időtartamát, amely determinálta az előadások számát és az egyes előadásokra fordítható időt. Így az egy napos *Ünnepi Tudományos Ülés* szigorúan átgondolt lebonyolítást követelt. Korlátoztuk az előadások számát és idejét, de lehetővé tettük, hogy a Magyar Geofizika különszámában a szerzők részletesebben kifejhessék gondolataikat, és több ábrával gazdagítsák azt, ami az előadáson elhangzott. A korlátozások mindig érdekeket sértenek. Így volt ez most is, hiszen utólag kaptunk ilyen jellegű bírálatokat. Különösen igaz ez a nap második felében elhangzott előadásokra, hiszen az elmúlt 50 év kiemelkedő kutatási eredményeiből csak nagyon kevés kerülhetett bele a programba. Így kétségtelenül nem örömteli, hogy a gyakorlati mérnöki munkák nagyszerű eredményei (új olaj- és gázmezők), az ELGI jelentős módszer- és műszerkutatási munkáinak eredményei, az ME Geofizikai Tanszékének nemzetközi együttműködésben végzett bánya-geofizikai fejlesztései s annak alkalmazásai stb. nem kerültek be a programba. Azért ezek a fontos eredmények léteznek és a magyar geofizika nemzetközi elismertségét nagyban meghatározták, s szerepük volt abban, hogy a nagy nemzetközi konferenciák szinte mindegyikén előadásokat tarthattunk, illetve ezeket a konferenciákat hazánkban is megrendezhettük.



A regisztrálás

2004. április 27-én már fél 8 körül megkezdődött az élet az ünnepi tudományos ülés helyszínén. A regisztráláskor — ahogy azt ígértük — a résztvevők kezükbe vehették a *Magyar Geofizika különszámát*, amely a jubileumi ülésen elhangzott valamennyi előadást tartalmazza és az *50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete* c. könyvet.

Az ünnepi tudományos ülés programja a következő volt:

2004. április 27. kedd de.

- 9.00–12.00 *Regisztrálás* — Az ünnepi kiadványok átvétele
10.00–17.30 *Kiállítás* az I. emeleti előadóterem előterében
10.00–10.05 *Megnyitó* — ÁBELE Ferenc MGE elnök
10.05–10.30 *Üdvözlések*
10.30–10.55 *50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete* c. előadás az MGE elmúlt 50 évéről — dr. BODOKY Tamás, az MGE alelnöke
10.55–11.15 Szünet

Szakmatörténeti előadások

Elnök: MOLNÁR Károly

- 11.15–11.35 *A gravitációs és földmágneses kutatások története Magyarországon* — SZABÓ Zoltán
11.35–11.55 *A hazai geoelektromos kutatások története* — ÁDÁM Antal akadémikus, dr. TAKÁCS Ernő, NAGY Zoltán, dr. NEMESI László
11.55–12.15 *A szeizmikus kutatások története* — dr. KÉSMÁRKY István, dr. BODOKY Tamás, MOLNÁR Károly
12.15–12.35 *A mélyfúrás-geofizikai kutatások története* — dr. BARÁTH István, dr. KISS Bertalan
12.35–13.15 *Kitüntetések, elismerések átadása*
13.30–14.45 *Ebéd* — svédasztalos fogadás

2004. április 27. kedd du.

Előadások az elmúlt 50 év kiemelkedő kutatási eredményeiről
Elnök: dr. BARÁTH István

- 15.00–15.20 *A geofizikai kutatások szerepe és jelentősége a nemzetgazdaságban* — MESKÓ Attila akadémikus
15.20–15.40 *A Föld körüli térség fizikája* — dr. BENCZE Pál, VERŐ József akadémikus
15.40–16.00 *Általános geofizika: a Föld fizikája* — MÁRTON Péter akadémiai levelező tag
16.00–16.20 *Kávészünet*

16.20–16.40 *A mélyszeizmikus kutatások újabb eredményei: kapcsolat az alkalmazott kutatásokhoz*
— dr. POSGAY Károly

16.40–17.00 *Környezet-geofizikai problémák megoldása*
— TÖRÖS Endre

17.00–17.20 *A Pannon-medence földtani-geofizikai modellje*
— dr. HORVÁTH Ferenc

A nap emelkedett hangulatát már az megadta, hogy a konferenciaterem zsúfolásig megtelt. Felállva hallgattuk-énekeltük a Himnuszt. A rövid elnöki megnyitó után azok az elnökségbe felkért kollégák üdvözölték az 50 éves MGE-t, akiknek szervezetei szorosabb kapcsolatban állnak egyesületünkkel.



A hallgatóság. Az első sorban balról jobbra dr. LACZKOVICS József, KOVÁCS Béla, KARAS Gyuláné, KARAS Gyula



Id. ŐSZ Árpád (OMBKE, Kőolaj-, Földgáz- és Víznyászati Szakosztály elnöke) köszönti az 50 éves Magyar Geofizikusok Egyesületét és ajándékot ad át ÁBELE Ferencnek, az MGE elnökének

Az elnökség tagjai: id. ŐSZ Árpád, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Víznyászati Szakosztály elnöke; dr. AMBRÓZY Pál, a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke; dr. DUDICH Endre, a Magyarhoni Földtani Társulat társelnöke; dr. ZETTNER Tamás, a MTESZ elnöke; dr. BODOKY Tamás, az MGE alelnöke; dr. Lothar DRESEN, az MGE Tiszteleti Tagja; dr. MAGYARI Béla űrhajós, a Magyar Asztronautikai Társaság elnöke; ÁBELE Ferenc, az MGE elnöke és PÁLYI András, az MGE titkára.



Az elnökség tagjai a jubileumi tudományos ülésen. Balról jobbra: id. ŐSZ Árpád (OMBKE), dr. AMBRÓZY Pál (MMT), dr. DUDICH Endre (MFT), dr. ZETTNER Tamás (MTESZ), dr. BODOKY Tamás, dr. Lothar DRESEN (Tiszteleti Tag, NSZK), dr. MAGYARI Béla (Magyar Asztronautikai Társaság)



Az elnök, ÁBELE Ferenc beszéde és a titkár, PÁLYI András összpontosítása

Dr. Lothar DRESEN professzor az MGE külföldi tiszteleti tagjainak nevében az alábbi szavakkal köszöntötte egyesületünket:

Respected Executive Committee, Respected Council, Mr. President, Ladies and Gentlemen!

Today the Association of Hungarian Geophysicists celebrates its 50th birthday. In the name of all Hungarian and foreign honorary members I like to offer my warmest congratulations to the regular and corporate members of the Association.

The Hungarian Association of Geophysicists deserves a lot of credit reaching this milestone in its history.

Energy, efficiency and ingenuity were and are the key skills of the Hungarian Association of Geophysicists. The honorary members are proud to be a part of this Association.

The Hungarian Association of Geophysicists is internationally well known and respected because of its high standards in Theoretical, Applied, Engineering and Experimental Geophysics. So the seal of the Association, the globe with the Eötvös torsion balance in its middle, still

represents highest quality in all fields of geophysics, not only in gravity, the "grandfather" of geophysics.

Hungary is on the political way into the European Union.

Hungarian Geophysics did not need political ways to expand in Europe and to integrate its professional experience and mastery. It is not only spread over Europe, it is present all over the world.

However, after the formal membership in the European Union, the Hungarian Geophysics will be a high quality competitor in exploration and production of any underground deposit as well as in any other engineering geophysical field. For Europe this will be a great enrichment and stimulation both in geophysical techniques and economy.

As you are moving forward, I am convinced, you are going to acquire new skills, new forms of organization and new methods of analyzing information. Every day you are going to learn, to respect — and even to reconcile — with opposing points in geophysical/economical views. That's just as important as the actual content of your permanent geophysical development and training.

Science itself is changing and growing so rapidly, such as all fields in geophysics do.

So the honorary members wish you that geophysics in Hungary will effectively continue to benefit you and the world: in future as competent as in your 50 years history.

Today's ceremonies are only a fitting end of 50 years official Hungarian Geophysics. Tomorrow starts a new chapter, full of new challenges, new successes and new ways to learn and to grow.

The honorary members will accompany this development with the Latin

"Vivat, Crescat, Floriat"

A program szerint elhangzott előadásokkal nem foglalkozunk, hiszen azok részletesen megtalálhatók a Magyar Geofizika különszámában. Mindenesetre az előadások átfogó, összefoglaló képet adtak a hazai geofizikai kutatások történetéről napjainkig.

A délelőtti program legfelemelőbb pillanata a kitüntések, elismerések átadása volt. Ennek keretében hat olyan volt kollégánk kapott posztumusz Tiszteleti Tag kitüntetést, akik sokat tettek a magyar geofizika fejlődéséért:

- DOMBAI Tibor (†1990), az ELGI igazgatója, majd a Gamma Művek geofizikai szakértője;
- ERKEL András (†1984), az ELGI főosztályvezetője;
- GÁLFI János, (†1991), az ELGI osztályvezetője, a GMG fejlesztő részlege, majd a VITUKI Rt. geofizikai szakértője;
- dr. KÁNTÁS Károly (†1991) akadémikus, a soproni (majd miskolci) Geofizikai Tanszék alapító professzora;
- dr. SZÉNÁS György (†1974), az ELGI főgeológusa;
- VARGA Imre (†1982), a GKV főgeológusa.

A kitüntetéseket a felsoroltak hozzátartozói vették át.



DOMBAI Tibor posztumusz Tiszteleti Tag kitüntetését lánya, BARTFAI Tamásné veszi át. A háttérben ERKEL Andrásné, aki a férje hasonló kitüntetésére vár

Három kollégánk (CZEGLÉDI István, RÁNER Géza és dr. SZABADVÁRY László) Tiszteleti Tag kitüntetésben részesült az Egyesületben végzett kiemelkedő munkájáért — kijavítva ezzel a múlt félreértéseit vagy feledékenységét.

Díszes Emléklapot kaptak azok az alapítók (51 fő), akik ma is aktívan részt vesznek az Egyesület életében.



RÁNER Géza Tiszteleti Tag. Az MGE elnökének és a kitüntetettnek a tekintete sokatmondó. Bár megkésve, de pótoltuk. Megérdemelte



Az alapítók egyik hölgy tagja, dr. ACZÉL Etelka átveszi az 50 éves jubileum díszes Emléklapját az MGE elnökétől



ÁBELE Ferenc, az MGE elnöke kitüntető Emléklapot ad át OTTLIK Péternek, aki nemcsak alapító, de az első választmányának is tagja volt

A MTESZ elnöke, dr. ZETTNER Tamás MTESZ Elismerő Oklevéllel tüntette ki dr. BODOKY Tamást, az MGE volt elnökét több cikluson át végzett áldozatos munkájáért.



Dr. ZETTNER Tamás, a MTESZ elnöke MTESZ Elismerő Oklevelet ad át dr. BODOKY Tamásnak. A háttérben BELLÉR Éva ügyvezető titkár és ÁBELE Ferenc, az MGE elnöke

Egyesületünket is kitüntette a MTESZ elnöke. Az MGE mindig fontos szerepet játszott a MTESZ életében. Így 50 éves jubileumunk alkalmából dr. ZETTNER Tamás szép szobrot nyújtott át ÁBELE Ferencnek, egyesületünk elnökének.



A MTESZ kitüntette az 50 éves MGE-t. Dr. ZETTNER Tamás elnök „Oscar” szobrot ad át ÁBELE Ferencnek, az MGE elnökének

A szünetek alkalmat adtak arra, hogy kedves ismerősök üdvözöljék egymást, vagy a poszterek között elvegyülve néhány szakmai kérdést megvitassanak, de arra is, hogy támogatóinkkal találkozzva megköszönjük nagylelkű adományait, amelyek nélkül nem lehetett volna ilyen szinten megrendezni az 50 éves jubileumot.



Örömteli találkozás. KÁNTÁS Zsuzsa és fia TAKÁCS Ernő professzor úrral beszélget



A poszter kiállítás előterében meggyőző beszélgetés. Középen MESKÓ Attila akadémikus



Az MGE titkára, PÁLYI András köszönetet mond dr. Mary ELLENBAUGH SÍKABONYINAK, a jubileumi ülés egyik támogatójának



A Jubileumi Tudományos Ülés programjának levezető elnökei, balról jobbra: dr. BARÁTH István és MOLNÁR Károly a nap sikeréért aggódnak. — Nem kellett volna

Programunk gazdag és ennek megfelelően feszített is volt. Így az ebédnek szánt svédasztalos fogadás adott lehetőséget egy kicsit hosszabb időre kikapcsolódni, feltöltődni a délutáni programra.

A fogadás — bár technikai okok miatt később kezdődött — sokak véleménye szerint igen jól sikerült, és ez dicséret KISS János urat, a Kossuth téri székház VII. emeleti vendéglőjének vezetőjét, akinek (és munkatársainak) ezúton is köszönetünket fejezzük ki.

A délutáni előadások látogatottsága is jelentős volt. A résztvevők többsége szinte az utolsó pillanatig kitartott. Jóval többen, mint százan hallgattuk-énekeltük a Bányász Himnuszt, amely színvonalas ünnepségünk záróakkordja volt.

A végén felszabadult, mosolygós arcok jelezték, hogy a két levezető elnök kezdés előtti aggodalma („vajon minden rendben lesz-e?”) hál’ Istennek alaptalannak bizonyult. Ebben szerepet játszottak mindazok, akik a *Magyar Geofizika különszámát* és az *50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete* c. könyvet írták és szerkesztették, a támogatók, és egyesületünk ügyvezető titkára, a mindig készségesen segítő BELLÉR Éva.

Valamennyiüket tisztelet és őszinte köszönet illeti.

*Baráth István,
a Jubileumot Előkészítő Bizottság elnöke*



A svédasztalos ebéd. Senki sem panaszkodott

Támogatóink neve nemcsak poszteren volt látható, de az egyesület életét bemutató könyvben is kiemelkedő helyen tettük közzé. A listát 2004. március 22-én nyomdai okok miatt zárni kellett, ezért most közöljük a teljes támogatói névsort.

Intézményi támogatóink:

BTIX Bt.
Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány
ELGOSCAR-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft.
El Paso Hungary Ltd.
Gemstone Properties Ltd.
GEO-LOG Kft.
GEOMEGA Földtani és Környezetvédelmi Kutató–Szolgáltató Kft.
Gustavson Associates
KAROTÁZS Tudományos Műszaki és Kereskedelmi Kft.
Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
Magyar Állami Földtani Intézet
Magyar Horizont Energia Kft. (Hungarian Horizon Energy Ltd.)
Magyar Tudományos Akadémia X. Földtudományok Osztálya
Mátrai Erőmű Rt.
MECSEKÉRC Környezetvédelmi Rt.
MinGeo Kft. Budapest
MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt.
MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet
Rába Xprom Energia Kft.
Seismic Instruments. Inc. Magyarországi Fióktelepe
TDE Kft.
VABEKO Rt.

Egyéni támogatóink:

ÁDÁM Antal dr.
ANDRÁSSY László dr.
BÁDONYI Géza
BALLA Kálmán
BALOGH Aladár
BARÁTH István dr.
BARVITZ Anna
BENCZE Pál dr.
BODOKY Tamás dr.
BONYÁR Attila
DANK Viktor dr.
DANKHÁZI László
DERES János dr.
DOBRÓKA Mihály dr.
DRAHOS Dezső dr.
DRESEN Lothar dr.
ELEK István id.
FLÓRIÁN Endre
GADÓ Károly
GYULAI Ákos dr.
HANISZKÓ Gusztáv
HOBOT József
HURSÁN László
JÁNVÁRI János
JÁNVÁRINÉ KÁNTOR Ilona
JESCH Aladár
KÁNNÁR Tibor

KAVANDA Réka
KÉSMÁRKY István dr.
KIRÁLY Ernő
KIS Károly dr.
KISS Bertalan dr.
KLOSKA Károly
KÓNYA Albert
KOVÁCS Béla
KUBINA István
LABÓCZKI Enid
LUKÁCS József
MARTON Tibor
MÄRCZ Ferenc dr.
MEGYERI Mihály dr.
MITUCH Erzsébet
MOLNÁR Károly
MÜLLER Imre dr.
NAGY Tibor
NAGY Zoltán
NAGY Zoltánné
ORMOS Tamás dr.
PÁLYI András
PINTÉR Anna
POLCZ Iván dr.
POSGAY Károly dr.
SÁGHY György
SÁTORI Gabriella dr.

SIMON András dr.
SIPOSS Zoltán dr.
SOMODY Anikó
SZABÓ Zoltán
SZABÓNÉ dr. KILÉNYI Éva
SZALÓKI István dr.
SZARKA László dr.
SZARKA Rudolf
SZEDERKÉNYI Tibor dr.
SZERECZ Ferenc
SZILÁGYI Lajos
SZILI György dr.
TAKÁCS Ernő dr. id.
TORMÁSSY István
TÓTH János
TÓTH József dr.
TÓTH Lajos
TURAI Endre dr.
UJFALUSY Antal
UNGER Zoltán
VADOS István
VARGÁNÉ TÓTH Ilona
VÁRHEGYI András dr.
VERŐ József dr.
VIRÁGH Péter
ZILÁHI-SEBESS László ifj.
ZSILLE Antal

Optimális határfrekvencia axiális dipól szelvények spektrális szűréséhez¹

TÓTH ZOLTÁN²

A dolgozat az axiális dipól pszeudomélység szelvények térfrekvencia tartományon vett szűrését tárgyalja. A szűrés célja a földtani információ kiemelése. A vizuális hasonlósági vizsgálatokon túl egy kidolgozott képösszehasonlítási módszerrel is elvégeztem a szűrt képnek és a modell képének az összehasonlítását. Az elvégzett vizsgálatok alapján a legjobb egyezést a kétszeres dipól távolságnyi hullámhossztól vágott aluláteresztő szűrőnek megfelelő szűrők adták.

Z. TÓTH: Optimal frequency limit for spectral filtering of dipole-dipole sections

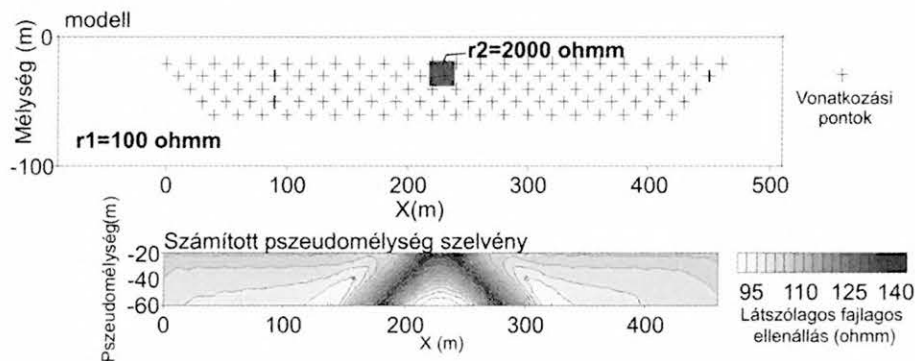
The paper discusses the spectral filtering of axial dipole pseudosections. Filtering these ranges of the spectra enhances the geological information. The justness of this finding was confirmed by visual comparison and a picture comparison method. In case of low-pass filtering the best correspondence was found at the wavelength of the duplex dipole distance.

Bevezetés

A dipól axiális szelvényezések megfelelően számított Fourier-spektrumán a kötött vonatkozási mélységgel való ábrázolás hatásai jól megfigyelhetők [TÓTH 2000]. Ezen tartományok kiszűrése növelheti a pszeudomélység szelvények értelmezhetőségét. Az elektromos tér üregszerű ható felett axiális dipól méréseknél [SZALAI, SZARKA 2000] láthatóan olyan lefutású, hogy a kötött vonatkozási mélységgel ábrázolt szelvényeken a földtani információ torzultan jelentkezik.

Vizsgálataimat több modell típuson elvégeztem. Az elméleti szelvényeket az ELGI-ben kifejlesztett 2-D modell-

számító programmal készítettem [PRÁCSER 1998]. Teljes, az összes lehetséges határfrekvenciával történő vizsgálatot a következő modell típusokon végeztem: lokális inhomogenitás homogén féltérben (üregszerű ható), vertikális és dőlt ható homogén féltérben, lokális inhomogenitás rétegzett féltérbe ágyazva. Ezen szerkezetek analitikus modellezési [FERENCZY 1980, NYÁRI 1997] és paraméterérzékenységi vizsgálatai [GYULAI 1989, 1998] jól dokumentáltak. A dolgozatban történő megjelenéshez az üregszerű hatót tartalmazó modellre kapott eredményeket választottam (1. ábra).



1. ábra. Üregszerű ható homogén féltérben. Modell és számított szelvény

Fig 1. Cavity-like-body in homogeneous halfspace. Model and calculated section

A vizsgált modellekre kapott elméleti pszeudomélység szelvényeket sávvágó szűrővel dolgoztam fel. Már a vizuális vizsgálatok alapján is a kétszeres dipólméret (AB vagy MN elektródátávolság) körüli hullámhosszúságú alsó határfrekvenciák adták a legjobb eredményt, de szükségesnek láttam más módszerrel is megvizsgálni a szűrés eljárás jóságát. A modellt és a számított-szűrt szelvényt mintá-

veteleztem, kvantált képpé alakítottam, majd a szűrt kép hisztogramját egyalakúra hoztam a modellkép hisztogramjával. Ezek után végeztem el a különböző szűrőparaméterek használatával előállított szűrt szelvények és a modell képe közti eltérések vizsgálatát.

Osztályozott kép előállítás a modell- és az adat-térben

Az előállított képek feldolgozásánál probléma, hogy az azonos mintavételi közzel létrehozott modell és szűrt szelvény képe nem egyméretű, ha nincs extrapoláció az

¹ Beérkezett: 2004. június 17-én

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

adattérben. Előny viszont, hogy a két adatrendszer — különböző dinamikája ellenére — a világosságkódok megadásával összehasonlíthatóvá válik. A hisztogramok azonos alakúra hozása a képfeldolgozásban az azonos információtartalommal rendelkező képek összehasonlításakor kerül alkalmazásra [YOUNG, FU 1986]. A dolgozat a globális foltelemzéssel [ÁLLÓ et al. 1985, BERKE et al. 1996] analóg megoldást javasol az eredménykép modell alapján történő szegmentálására és összehasonlítására.

A geoelektromos modell képének „élesen” elkülönült, diszkrét értékeit hasonlítjuk össze a szűrt szelvény eltérő dinamikájú „elmosódott” képével. A hisztogram transzformáció eredményeként kapott képet osztályozott szűrt képnek nevezhetjük. A kvantálási szintek osztályokba sorolják a képet. Az egyes osztályok megfeleltethetők a modellteret és az adatteret felépítő fajlagos ellenállás tartományoknak. Jelölje q_i és q_i modell és a szűrt kép világosságkódjait.

A képpontok számának meg kell egyeznie — a képek egyméretűek, azaz

$$\sum_{i=1}^m M(q_i) = \sum_{i=1}^s S(q_i) = K \quad (1)$$

ahol

$M(q_i)$ — a modell q_i világosságértékéhez tartozó gyakoriság,

$S(q_i)$ — a szűrt kép q_i világosságértékéhez tartozó gyakoriság,

m — a modell kvantálási szintjeinek a száma,

s — a szűrt kép kvantálási szintjeinek a száma,

K — a képpontok száma.

Általánosan elmondható, hogy nem jelent túl nagy szigorítást, ha az $m < s$ feltételt szabjuk a kvantálási szintekre. A modellteret ugyanis nagy egedszámmal rendelkező osztályokba lehet sorolni, tehát a kvantálási szintek kis számával is jól jellemezhető. Az adattérben már nehezebb kijelölni a szelvényre jellemző osztályokat, ezért törekedni kell a minél több kvantálási szint alkalmazására.

A szűrt kép világosságértékeit úgy kell átsorolni, hogy az eredményhisztogram n_i felosztásokkal nyert rész-hisztogramjai eleget tegyenek a következő kritériumnak:

$$\sum_{i=1}^m \text{abs}(M(q_i) - L_i) = \min. \quad (2)$$

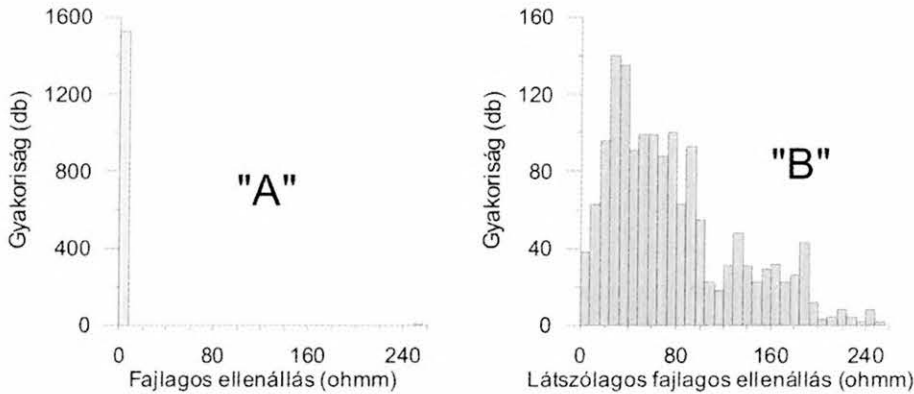
$$L_i = \sum_{i=1}^{n_i} S(q_i) - \sum_{j=1}^{n_{i-1}} S(q_j) \quad (n_i \geq n_{i-1})$$

ahol

L_i — az átsorolt képpontokat tartalmazó osztályok gyakoriság értékei,

n_i — a szűrt kép átsorolási felosztása.

A 2. ábra az üregerű ható modelljének és a számított, szűrt szelvénynek a hisztogramját mutatja. A hasonló lefutás ellenére a szűrt szelvény hisztogramján nem jelölhető ki egyértelműen az az osztály, melyhez a lokális hatót rendelhetnénk. Az is megállapítható hogy — noha a vizuális összehasonlíthatóság kedvéért a kvantálási szintek száma megegyezik az ábrán — elegendő lett volna két kvantálási szint is a modell osztályainak a leírásához.



2. ábra. A modell (A) és a szűrt szelvény (B) képének hisztogramjai

Fig. 2. Histograms of the model's (A) and the filtered section's (B) images

A 3. és 4. ábrán hisztogram transzformálással nyert szelvényeket láthatunk. Mindkét esetben az 1. ábrán bemutatott üregerű modellre kapott eredmények láthatók. A 3. ábra az elméleti pszeudomélyesség szelvényét, a 4. ábra ennek a spektrumszűrt változatát mutatja. A kvantálási szintek száma — a modell osztályaihoz igazodva — 2-re csökkent a transzformált képeken. A nagy területű képrészletek — homogén beágyazó közeg — a transzformáció során azonos világosságkódot kaptak. A kis területű változások a modell lokális inhomogenitásával vethetők össze.

Szűrőalak, szűrőparaméterek

Az alkalmazott szűrő leírása:

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{ha } H_f > r > H_a, \quad u \neq 0 \\ \frac{H_a - r}{d} & \text{ha } H_a \geq r \geq H_a - d, \quad u \neq 0 \\ \frac{r - H_f}{d} & \text{ha } H_f + d \geq r \geq H_f, \quad u \neq 0 \\ 1 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (3)$$

ahol

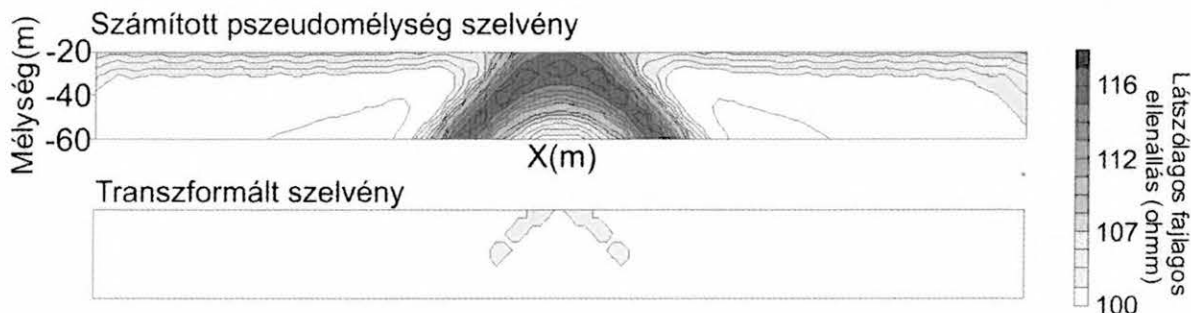
H_a — alsó határfrekvencia,
 H_f — felső határfrekvencia,
 $r = \sqrt{u^2 + v^2}$,

d — az átmenet szélessége.

A szűrőparamétereket a lehetséges legkisebb lefutás ($d=1$) mellett változtattam. A szűrt kép és a modell képe közti eltéréseket (4) szerint számítottam.

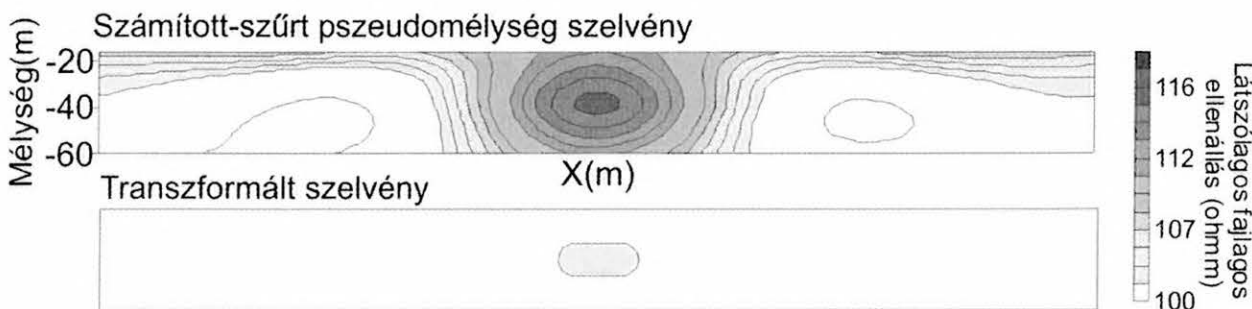
$$D = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left(\frac{q_k^m - q_k^s}{q_k^m} \right)^2}, \quad (4)$$

ahol
 q_k^m, q_k^s — a modell és a szűrt-osztályozott kép megfelelő képpontjainak világosságkódjai.



3. ábra. Hisztogram transzformáció eredménye a számított szelvényre

Fig. 3. Histogram transformation's result for the calculated profile



4. ábra. Hisztogram transzformáció eredménye a számított és spektrum-szűrt szelvényre

Fig. 4. Histogram transformation's result for calculated and spectrally filtered section

Eredmények

A megvizsgált modellek mindegyike jellegében hasonló eredményt adott. A dipólméret kétszeresének megfelelő hullámhossz felett vágott képek adták a legjobb egyezést a modellel. Az optimális vágási sáv szélesség ebben a frekvenciatartományban modellről modellre változott, tehát a jelen vizsgálatok alapján nem lehetett megnyugtatóan meghatározni. Az azonban elmondható, hogy optimális alsó vágási frekvencia — $H_a < F_{opt}$, 5. ábra — mellett H_f -nek minél nagyobb értéke adott egységesen jó eredményt minden modell típus esetén:

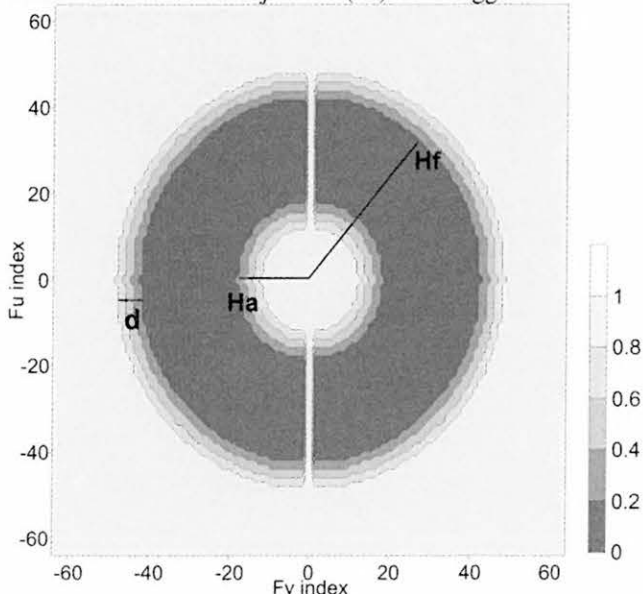
$$F_{opt} = \frac{1}{2 \cdot AB} \quad (5a)$$

$$H_a \leq F_{opt} \leq H_f \quad (5b)$$

$$H_a \ll H_f \quad (5c)$$

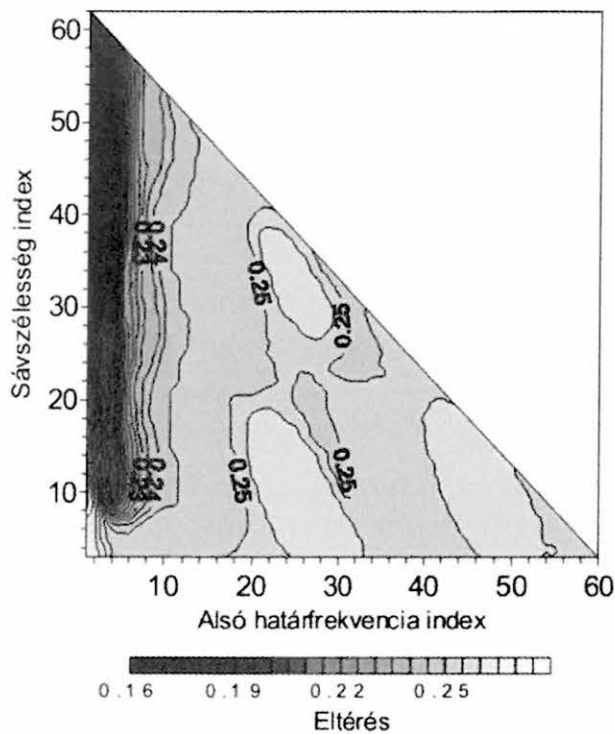
A 6. ábrához a szűrt szelvényeket az 1. ábrán bemutatott modell 20 m-es dipóltávolsággal 5 mélység szintre számított ellenállás szelvényekből állítottuk elő. A szelvényt 3,6 m-es mintavételi közzel 128x13 méretű tömbbé alakítottuk. Az F_{opt} a 11 indexfrekvencia körül van. A legkisebb eltéréseket

mutató sötét területre teljesül az (5b) összefüggés.



5. ábra. A sávszűrő alakja

Fig 5. Shape of the band-cut filter



6. ábra. Szűrt szelvény és a modell képe közti eltérések a szűrőparaméterek függvényében

Fig 6. Differences between the filtered section and the model's image as a function of filter parameters

Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok alapján elmondható, hogy szűrési eljárással — a megfelelően mintavételezett, jól tervezett mérési paraméterekkel kutatott — üregerő hatók felett mért pszeudómélység szelvények képe hatékonyan

javítható. A (3) szerinti sávvágó szűrő optimális paramétere az alul-áteresztő szűrőhöz közelítenek. Az alsó határfrekvencia — vágási frekvencia — a kétszeres dipóltávolságnak megfelelő hullámhosszúságú vágásoknál van. A hisztogram transzformáció lehetővé teszi a szűrt kép és a modell képe közti egzakt összehasonlítást. Az eltérések szűrőparaméterek függvényében történő megjelenítése kijelölte azokat a beállításokat, melyeknél a szűrés eredményesen emeli ki a földtani információt.

HIVATKOZÁSOK

- ÁLLÓ G., FÖGLEIN J., HEGEDŰS Cs., SZABÓ J. 1985: Bevezetés a számítógépes képfeldolgozásba. BME kézirat
- BERKE J., HEGEDŰS Cs., KELEMEN D., SZABÓ J. 1996: Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Tankönyv, Keszthelyi Akadémiai Alapítvány
- FERENCZY L. 1980: Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása geoelektromos dipól szelvényezéssel. Magyar Geofizika **XXI**, 4, 164–142
- GYULAI Á. 1989: Parameter sensitivity of underground DC measurements. Geophysical Transactions **35**, 3, 209–225
- GYULAI Á. 1998: A geoelektromos üregek kutatás néhány kérdése. Magyar Geofizika **39**, 2, 43–50
- NYÁRI Zs. 1997: Analitikus modellezés a geoelektromos üregek kutatás lehetőségeinek vizsgálatára. Magyar Geofizika **38**, 3, 194–204
- PRÁCSER E. 1998: Pontforrás potenciáljának a számítása két-dimenziós modell esetén. Magyar Geofizika **39**, 4, 126–132
- SZALAI S., SZARKA L. 2000: An approximate analytical approach to compute geoelectric dipole-dipole responses due to a small buried cube. Geophysical Prospecting **48**, 871–885
- TÓTH Z. 2000: Dipól-dipól pszeudómélység szelvények spektrális vizsgálata. Magyar Geofizika **40**, 2, 90–99
- YOUNG T. Y., FU K. S. 1986: Handbook of pattern recognition and image processing. Academic Press Inc., London

A hazai geoelektromos kutatások története II.

A tanulmány I. fejezete — A geoelektromos módszer- és módszerfejlesztés eredményei — a Magyar Geofizika 45. évfolyamának különszámában (50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete) jelent meg. Ugyanitt megtalálhatjuk az itt csak rövidítve írt munkahelyek teljes nevét is.

II. A GEOELEKTROMOS MÓDSZEREK HOZZÁJÁRULÁSA A HAZAI FÖLDTANI-GEOFIZIKAI KUTATÁS EREDMÉNYESSÉGÉHEZ

1. A geoelektromos módszerek szerepe a regionális földtani és kéreg–köpeny kutatásban

1. Medenceterületeink regionális geoelektromos kutatását — mélységi viszonyainak, aljzatuk közettani felépítésének, szerkezeti elemeinek vizsgálatát — a tellurikus és magnetotellurikus mérések bevezetése tette lehetővé.

A tellurikával mindenekelőtt az üledékes medencék aljzatának mélysége és az üledék átlagos fajlagos ellenállásának laterális változása kutatható, ami elsősorban a szénhidrogén-kutatás szempontjából érdekes. Ezért a mérések főként olajipari megbízásból, részben állami forrásokból a Központi Földtani Hivatal regionális kutatási programjai keretében, az utóbbi időben pedig — kisebb volumenben — OTKA támogatással folytak. A tellurikus mérések legnagyobb volumenben az ELGI és a GKV, kisebb részben az ME-GT és a GGKI végezte. A tellurikus mérések a 70-es évek elejéig nagymélységű egyenáramú, később magnetotellurikus és alkalmanként nagymélységű tranzien — elektromágneses térbeállítás (EMT) — szondázással egészültek ki.

Az első olajipari megbízások 1960-tól az ME-GT részére az ÉK-magyarországi sávot, az ELGI részére a Hortobágyot jelölték meg, ezeket a dél-dunántúli mérések követték. A KFH „Országos, Rendszeres, Egységes, Átfogó Kutatási Program”-ja 1964-ben indult. A program azután több törést is szenvedett, de végül a változó olajipari és KFH megbízásokkal — a Duna–Tisza közének mintegy 10 000 km²-nyi területétől eltekintve — az ország medenceterületeinek tellurikus felmérése megtörtént.

1981-ben az ELGI a Geofizikai Közlemények tematikus kiadványa mellékletként megjelentette a Tiszántúli tellurikus térképét. Megszerkesztéséhez a különböző csoportok méréseinek bázishálózatát tellurikus összeméréssel hozták közös szintre. A kiadvány az areatérképpel együtt tartalmazta az üledékes összlet átlagos fajlagos ellenállásának térképét, és a tellurikus térkép transzformációjából származó üledékvastagság-térképet is [NEMESI et al. 1981]. E térképek továbbfejlesztett változata a 2003-ban OTKA támogatással készített [MADARASI 2001]. A Dunántúlon korábban alkalmazott eljáráshoz hasonlóan a magnetotellurikus mérésekkel kapott átlagos horizontális vezetőképességből számították át az area értékeket ún. tellurikus

vezetőképességgé, ami a 25 s-os periódusidőre vonatkozik. Különösen érdekes a dél-alföldi tellurikus kép. Ugyanis itt a 6–8 km mélységű medencékben a gravitációs Bouguer-anomáliák nem korrelálhatók a medencealjzat mélységével, szerkezeti viszonyaival. A tellurika viszont jól leképezte azokat. Az üledékellenállás-korrektciók után szerkesztett mélységtérképek először adtak részletes és hű, mára fűrészekkel is jórészt igazolt szerkezeti képet. A Nyírség és a Hajdúság miocénkorú vulkanitokkal átjárt medencéiben a tellurikus mérések — még csak az analóg magnetotellurikával és EMT mérésekkel kiegészítve is — jelentősen hozzájárultak a földtani viszonyok tisztázásához.

2000-ben — szintén a Geofizikai Közlemények tematikus számaként — jelent meg NEMESI, VARGA, MADARASI [2001]. A tellurikus vezetőképességet a terület 33 bázisán végzett magnetotellurikus méréssel határozták meg. A kiegészítő méréseket, a térkép megszerkesztését, a kiadvány megjelenését az OTKA támogatta. A térkép regionális jellemvonásai törésvonalakkal, nagyszerkezeti vonalakkal — Rába-vonal, Balaton-vonal — esnek egybe. A térképen számos olyan anomália található, amely a korábbi geofizikai mérésekből nem volt ismert. Ilyenek például a Péctől DNY-ra található magyarmecsei vagy a Sümeg környéki nagygörbői, nagy vezetőképességre utaló, kör alakú anomáliák.

A tellurikus térképek megszerkesztésével gazdagodott a magyarországi geofizikai paraméterterképek köre, ami a földtani információ túl bővíti a területi integrált értelmezés lehetőségeit is.

A Geofizikai Közlemények fent említett kötetei tanulmányaikkal páratlan színvonalú és tartalmú reprezentánsai a tellurikus szakirodalomnak.

A 70-es évek közepétől az egyre jobb műszerekkel végrehajtott digitális magnetotellurika fontos szerepet kapott a KFH által finanszírozott regionális kutatásokban. Így például a „Földtani Alapszelvények”, a „Kisalföld Komplex Kutatása”, az „É-magyarországi medence területek kutatása”, a „Somogy–Baranya” programokban, a „DANREG” osztrák–szlovák–magyar együttműködésben, vagy a GGKI és ELGI által elnyert, — az OTKA által támogatott — kéreg- és köpenykutatásokban. Eredményeivel hozzájárult a medencealjzat belső szerkezeti viszonyainak tisztázásához, a szerkezeti egységek határainak megállapításához, a kéregkutatásban és a szeizmikus veszélyeztetettséggel kapcsolatos kutatásban a komplex értelmezés fontos eleme lett. Kiemelhetők az újabb 2-D-s feldolgozású eredmények, mint pl. a korábban sokat vitatott Rába-vonal egyértelmű kimutatása, vagy a Bécsi-medencében a Mur–Mürz szerkezeti vonal MT leképezése [NEMESI et al. 1997].

2. A földkéreg és felső köpeny geoelektromos kutatásának első hazai eseményei a GGKI relatív tellurikus frekvenciaszondázásai voltak, amelyek először utaltak a kéreg vezetőképesség-anomáliáira [ÁDÁM, VERŐ 1964]. Az ezt követő magnetotellurikus szondázások már kezdetben új eredményekhez vezettek az asztenoszféra helyzetével kapcsolatban. A mérési és adatfeldolgozási technika fejlődésével és a mérések számának növekedésével az eredmények egyre jobban kikristályosodtak. A magnetotellurikus mérés-

sek a litoszférában több vezetőképeség-anomáliát fedeztek fel [ÁDÁM 1965].

Az ÉNY-dunántúli vezetőképeség-anomáliát először a GGKI tellurikus frekvenciaszondázásai indikálták, majd az ME-GT olajipar által megrendelt magnetotellurikus szelvénye tárta fel mintegy 4–5 km mélységben a Dunántúli-középhegység ÉNy-i előterében a nagy vastagságú mezozoós képződmények alatt [TAKÁCS 1968]. A GGKI — majd később az ELGI — magnetotellurikával és speciális módosulataival (Wiese-vektorok) részletesen kutatták az anomália területét [VARGA 1987; WALLNER 1977]. A mintegy 300 szondázás eredményét elemezve megállapítást nyert, hogy a vezetőképeség-anomália két részből áll: feltehetően paleozoós jólvezető réteg és a tektonikailag legyengült zónákban az ebből kiágazó dike-ok. Az adatok inverziója három nagy dike-rendszert mutatott ki, melyek közül a középső széles zóna szoros kapcsolatot mutat a bright spotokkal. Ezért a nagy horizontális vezetőképeséget okozó grafit mellett a folyadék szerepét — grafit szállítás — is ki kell emelni az anomália létrejöttében. E képlékeny anyagoknak jelentős szerepük lehet a Dunántúli szeizmicitásának alakulásában [ÁDÁM 2001a; 2001b].

A Pannon-medencében egy kb. 80 km-es MT szelvény részletes statisztikus vizsgálata arra utal, hogy a középső/alsó kéregben mintegy 17 km körül egy jólvezető réteg található. Az orogén területek jellemzője, hogy nagyobb hőmérsékleten dehidratációval folyadék szabadul fel, amelyet egy impermeábilis réteg csapdázhat [ÁDÁM, LANDY, NAGY 1989].

A magnetotellurikus mérések egyik első eredménye volt, hogy az asztenoszféra a Pannon-medence alatt a nagy hőárammal összhangban mintegy 60 km mélységbe emelkedik. Az asztenoszféra a Pannon-medence közepéről egyértelműen elmélyül a peremek, a Kárpátok és az Alpok felé. A Békési-árok extenziós területén a szeizmikával együtt a MT is valószínűsítette a köpeny intrúzióval együtt az asztenoszféra megemelkedését [ÁDÁM 1978; ÁDÁM et al. 1996].

A felső köpenyben levő fázisátmenetek 400 és 670 km-en szintén vezetőképeség-növekedéssel járnak, amelyeket kedvező esetben magnetotellurikus és magnetovariációs mérésekkel ki is mutattak [SEMENOV et al. 1997].

HIVATKOZÁSOK AZ 1. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A. 1965: Einige Hypothesen über den Aufbau des oberen Erdmantels in Ungarn. *Gerlands Beitr. zur Geophysik* **74**
- ÁDÁM A. 1978: Geothermal effects in the formation of electrically conducting zones and temperature distribution in the Earth. *Physics Earth Planet. Interiors* **17**
- ÁDÁM A. 2001a: Relation of the graphite and fluid bearing conducting dikes to the tectonics and seismicity (Review on the Transdanubian crustal conductivity anomaly). *Earth, Planets, Space* **53**
- ÁDÁM A. 2001b: Deep tectonics under the thick limestone in NW Transdanubia by means of magnetotellurics. *Acta Geol. Hung.* **44**
- ÁDÁM A., LANDY K., NAGY Z. 1989: New evidence for the distribution of the electric conductivity in the Earth's crust and upper mantle in the Pannonian Basin as a "hotspot". *Tectonophysics* **164**

ÁDÁM A., SZARKA L., PRÁCSEER E., VARGA G. 1996: Mantle plumes or EM distortions in the Pannonian Basin? (Inversion of the deep magnetotelluric (MT) soundings along the Pannonian Geotraverse). *Geophysical Transactions* **40**

ÁDÁM A., VERŐ J. 1964: Ergebnisse der regionalen tellurischen Messungen in Ungarn. *Acta Technica* **47**, 1–2

MADARASI A. 2001: Kelet-Magyarország tellurikus vezetőképeség térképe. ELGI, Cartographia Kft.

NEMESI L., HOBOT J., VARGA G., DRASKOVITS P., CSÖRGEI J. 1981: A Tisza-vidék és a Tiszántúl mélyszerkezetének geoelektromos kutatása. *Geofizikai Közlemények* **27**

NEMESI L., SEFARA J., VARGA G., KOVÁCSVÖLGYI S. 1997: Results of deep geophysical survey within the framework of the DANREG project. *Geophysical Transactions* **41**

NEMESI L., VARGA G., MADARASI A. 2001: Telluric map of Transdanubia. *Geophysical Transactions* **43**

SEMENOV V. Y., ÁDÁM A., HVOZDARA M., WESZTERGOM V. 1997: Geoelectrical structure of the Earth's mantle in the Pannonian Basin. *Acta Geod. Geoph. Hung.* **32**

TAKÁCS E. 1968: Anomalous conductivity of the upper crust in the foreground of the Bakony Mountains. *Acta Geod. Geophys. Mont. Hung.* **3**

VARGA G. 1987: A dunántúli vezetőképeség-anomália vizsgálata. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1986. évi jelentése

WALLNER Á. 1977: The main features of the induction arrows on the area of the Transdanubian conductivity anomaly. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.* **12**

2. A geoelektromos módszerek szerepe a szénhidrogén-kutatásban

1. Az 1963–1999 közötti időszakban az olajipar geofizikai kutatási tevékenységében alkalmazott geoelektromos módszerek, szerepe és felhasználásuk célja többször is megváltozott [NAGY 2002].

Az 1963–1973 közötti kezdeti évtizedben a tellurikus térképezés, valamint a szeizmikus vonalak mentén végzett VESZ sekélyszondázások domináltak [NAGY 1972].

A tellurikus mérések a szeizmikus mérések tervezéséhez, a szelvények optimális telepítéséhez szolgáltattak alapinformációt [LANTOS, NAGY, NEMES 1966]. Előfordult azonban, hogy a felszíni okok miatt nem kielégítő szeizmikus adatok következtében a tellurikus térképen kimutatott szerkezeti információk szolgáltattak alapul az eredményes kutatófúrás kitűzéséhez, mint Nagybakónak térségében a 80-as évek kezdetén.

A VESZ sekélyszondázások kedvezőtlen felszínközeli viszonyok mellett a szeizmikus robbantási mélységek megválasztásához nyújtottak segítséget.

A mesterséges áramterű frekvenciaszondázások (FRSZ), majd a korszerű jelrögzítési technológiákkal végzett MT mérések bevezetésével egyrészt jelentősen bővültek, pontosabbá, részletesebbé váltak a földtani információk, másrészt a szénhidrogén-kutatás szempontjából specifikus, új ismeretekre is lehetett jutni. Részben emiatt, részben a geoelektromos kutatás volumenének a szeizmikához viszonyított kis részaránya következtében, a geoelektrika felhasználása speciálisabb feladatokra irányult, az ún. komplex kutatások — vagy későbbi megnevezéssel az integrált értelmezés — célkitűzéseivel [KOVÁCS et al. 1973; KARASNÉ, NAGY, PÁZSITNÉ 1977]. Ilyen célokra természet-

tesen a már korábban mért tellurikus eredményeket is felhasználták, először pl. a Makói-árok területén, ahol még a Hód-I. fúrás lemellyítése előtt, a részben kérdéses szeizmikus eredmények helyes értelmezéséhez a tellurikus adatok használható támpontot jelentettek a 6 km-nél nagyobb üledékvastagság bizonyításához.

A magnetotellurika szerepe a regionális szelvények és a kiterjedt területi hálózatok méréseiben, valamint az aljzat felszíne alatti, mélyebb tartományból származó információk szerzésében volt domináns. A frekvenciaszondázások folyamatos, részletező szelvénymerést biztosítottak kb. 5 km mélységtartományban.

Ezek a mérések egyrészt a kedvezőtlen szeizmikus adottságú területek — például vastag vulkáni takaró az aljzat felett — földtani modelljének jobb megismeréséhez járultak hozzá, mint pl. a somogyi kutatási térségekben. Másrészt — főleg a magnetotellurika nagy lehatolási képességét kihasználva — a harmadidőszaki összlet aljzatának felszíne alatti mélységtartományból eredményeztek újabb információkat. Így például a Kisalföld keleti peremén az aljzat takarós szerkezetének megismerését, vagy a Duna-Tisza közén, Kiskunhalas térségében a mezozoós korú, aljzati kis ellenállású képződmények kimutatását — amelyek a szénhidrogén-kutatás számára potenciális anyaközetként voltak értelmezhetők — eredményezték [NAGY 1981; DZWINEL, NAGY 1985].

A nyolcvanas évek közepe — külföldön felismert geokémiai-geofizikai hatásmechanizmusok alapján — egy paradigmaváltás kezdetét jelentette, mind az MT, mind az FRSZ módszernek a szénhidrogén-kutatásban betölthető szerepét illetően. A CH-telepekhez kapcsolódó másodlagos migráció a geoelektrika által kimutatható elektromos vezetési anomáliák okozója. Ez a sokáig vitatott „direkt detektálás” lehetőségét alapozta meg, ami azonban a 90-es évek során már elfogadottá vált. A direkt detektálás hazai lehetőségének első bizonyítéka az volt, hogy egy lengyel kutatócsoportnak az OKGT számára Kelet-Magyarországon végzett speciális elektromágneses (WEGA-D) méréseivel Sáránd és Kokad térségében kimutatott telepanomáliáját produktív kutatófúrások igazolták. Ezt követően a MOL Rt. több más geoelektromos direkt kutatási projekt eredményeit használta fel a 90-es évek folyamán szénhidrogén-kutató tevékenységében [DZWINEL, NAGY 1985; NAGY 1997].

2. Az ELGI tellurikus méréseinek nagyobb része és magnetotellurikus méréseinek is jelentős hányada a kőolajipar megrendelésére készült, amit nyilvánvalóan az olajipari kutatási koncepciók szabtak meg. A 80-as évek első felében a CH-telepanomáliára alapozva gázlencsék lehatárolását végezték FRSZ és GP mérésekkel [ERKEL, CSÖRGEI 1984].

HIVATKOZÁSOK A 2. FEJEZETHEZ

- DZWINEL J., NAGY Z. 1985: New achievements of field application of the WEGA-D system. EAEG Meeting, Budapest
- ERKEL A., CSÖRGEI J. 1984: Szénhidrogén-kutatás geoelektromos módszerekkel. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1983. évi jelentése
- KARASNÉ T. ZS., NAGY Z., PÁZSIT I-né1977: A magnetotellurikus módszer új lehetőségei a digitális technika alkalmazásával. Magyar Geofizika **XIII**, 2

- KOVÁCS F., NAGY Z., SZANYI B., VÁNDOR B. 1973: Geofizikai adatok integrált értelmezése. Magyar Geofizika **XIV**, 5–6
- LANTOS M., NAGY Z., NEMES I. 1966: A komplex geoelektromos módszer alkalmazásának tapasztalatai a Bugyi-Nagykátai rög-vonulat területén. Magyar Geofizika **VII**, 2–3
- NAGY Z. 1972: Geoelektromos mérések. In: A felszíni geofizikai kutatás 20 éve a kőolajiparban. GKÜ kiadás
- NAGY Z. 1981: A felszíni elektromágneses kutató módszerek helyzete és fejlődése, alkalmazásuk újabb eredményei a hazai szénhidrogén-kutatásban. Magyar Geofizika **XXII**
- NAGY Z. 1997: Szerkezetkutatás és direkt detektálás: A geoelektromágneses szondázások paradoxona. Publ. Uni. of Miskolc. Series A Mining **52**, 1
- NAGY Z. 2002: A hazai kőolajipari geofizika geoelektromos kutatási tevékenysége (1963–1999). In: A felszíni geofizikai kutatás 50 éve a kőolajiparban. GES kiadás

3. A geoelektromos módszerek szerepe a bauxitkutatásban

A hazai bauxitgeofizikának — amely a nemzetközi élvonalba tartozott — meghatározó szerepe volt geoelektromos kutatásaink történetében. Több egyenáramú szelvényező eljárás kifejlesztésén eredményezte és lehetővé tette új elektromágneses módszerek hazai bevezetését. Ezen a területen alakult ki a vállalatok és a földtani-geofizikai kutatásokat végző intézetek legszorosabb együttműködése, a fúrási és a geofizikai kutatás optimális összhangja, egymásra épülése. A fúrások költségének mintegy 20%-át a geofizikára fordították. Mindez szükségessé tette a számítógépes feldolgozás intenzív fejlesztését, a kutatásirányítás rendszerének megalkotását is.

A geofizikai kutatást az kényszerítette ki, hogy bauxitlehelyeink modelljei meglehetősen bonyolultak. A geofizika számára kedvező telepes kifejlődés mellett gyakori típus a kis kiterjedésű bauxittest, amely tektonikai árkot, vagy karsztvíznyelőt tölt ki, sokszor jelentős vastagságban. Ehhez járul még helyenként a fedő eocén mészkő árnyékoló hatása [SZABADVÁRY 1987; SZABADVÁRY, NYERGES 1995].

A hazai bauxitkutatásban már 1950-ben — amikor a kibúvások túlnyomó többségét már ismerték és a fedő rétegek alatti kutatás kezdődött — felismerték a geofizika szükségességét. 1951–53 között a MASZOBAL bauxitkutató expedíciója kezdetleges módszertani megalapozással, műszerezettséggel és kiértékelési lehetőséggel vertikális elektromos szelvényezésekkel próbálkozott.

Az ELGI első, kifejezetten bauxitkutatási céllal végzett munkájáról — a Sümeg környéki VESZ mérésekről — 1957-ben írtak jelentést. Ezt követően évekig csak alkalmoszerűen fordult elő egy-egy ilyen megbízás, pl. 1962-ben a Bakonyban, 1966-ban Óbarok, Vázsonypusztá és Nyirád környékén [SZABADVÁRY 1962; SZABADVÁRY, SZABÓ 1964; SZABADVÁRY 1966].

1966-tól azonban a KFH megbízásából rendszeressé vált és csaknem két évtizeden át folyt a Dunántúli-középhegység és peremvidékeinek rendszeres komplex geofizikai kutatása. Alapvető célja a belső medencékben és a peremvidékeken a triász-jura aljzat mélységének, szerkezeti formáinak 1:25 000-es léptékű megkutatása volt. A „medencealjzat-térképezés” jó kiindulópont volt a regionális fúrásos szén-, bauxit- és uránkutatás tervezéséhez. A

komplex kutatás gravitációs — néha mágneses — felmérésből, hálózatos refrakciós szelvényezésből és szelvény menti VESZ mérésekből állt. A bauxitkutatás szempontjából az integrált értelmezés alapján el lehetett különíteni a 400 m-nél nagyobb aljzatmélységű területeket — nagyobb mélységből nem volt lehetséges a bauxit kitermelése — és a szondázásokkal le tudták határolni a nagy ellenállású karbonátos aljzat — ahol bauxit képződhetett — elterjedését. Ily módon a fúrásos kutatás reménybeli területeit nagymértékben csökkenteni tudták [OTTLIK, SZABADVÁRY 1971]. Egyes területeken azonban az eocén mészkő árnyékoló hatást fejtett ki [JÓSA 1967], továbbá a tektonika és a karsztosodás miatt az aljzat és a bauxit közetfizikai paraméterei megváltozhatnak.

1969-ben felismerték, hogy az eddig alkalmazott módszerek túl drágák és túl durvák az elsősorban fontos, közepes — 50–200 m — aljzatmélységű területeken, ahová a részletesebb kutatást tervezték. Világossá vált, hogy a bauxitkutatás csak többféle geofizikai módszer együttes alkalmazásával és komplex értelmezésével, új geoelektromos módszerek kifejlesztésével vagy bevezetésével lesz megoldható. 1970-ben a Vértes belső medencéiben és peremén, 1971-től a bakonyoszlói bauxit-előforduláson sikerrel alkalmazták a potenciáltérképezést (PM), mint erre a mélységre és erre az ellenállásmodellre jó felbontóképességű, gyors és gazdaságos eljárást [KAKAS, SZABADVÁRY 1971; 1972]. Ekkortól beszélhetünk „geofizikai mérésekkel előkészített” fúrástelepítésről. A fúrástelepítés igényeivel a műszerfejlesztés — GE-P2, GE-P4, GE-27 — és az elméleti megalapozás is — invariáns vezetőképesség — lépést tudott tartani. 1973-tól kifejlesztették a potenciáltérképezés „fúrások utáni” változatát is a már megütött bauxittest lehatárolására (felszín-fúrólúkelektrodás gradiens-térképezés, FFG). A 80-as évek elején pedig kidolgozták a fúrás-fúrás közötti egyenáramú átvilágítás — BFG — módszerét is [SIMON 1974; 1982].

A szovjet–magyar bauxit–alumínium egyezmény egyre növekvő készletigényeit a Bauxitkutató Vállalat elsősorban a felszínközeli bauxittelepek kutatásával és az évi 100 km-es fúrásteljesítmény elérésével kívánta kielégíteni. A gazdaságos és nagytömegű fúrástelepítéshez, a meddő fúrások számának csökkentéséhez gyors és megbízható geofizikai előkészítést kellett biztosítani. Ehhez egyrészt új, nagy felbontóképességű, elektromágneses módszereket alkalmaztak a megfelelő műszerek beszerzése után. Másrészt meg kellett gyorsítani az adatfeldolgozást, beleértve az értelmezés integrációját a BKV és az ELGI szervezeti egységei között. Az áttörést az iharkúti és bakonyoszlói előforduláson végzett munkák jelentették. 1974 őszén VLF ellenállás-térképezéssel 3 nappal hamarabb mutatták ki az Iharkút-I. bauxittest határát, mint az első peremi fúrás [KAKAS et al. 1976]. Később több mint 10 bauxittestet detektáltak geofizikai módszerekkel, jóval a fúrások előtt. 3 éven át folyamatosan ki tudták szolgálni az erőltetett fúrástelepítés igényeit. A zárójelentés adatai szerint minden, geofizikai mérésre fordított 1 Ft a fúrásos kutatás költségeit 26 Ft-tal csökkentette. Hasonlóan sikeres volt a bakonyoszlói kutatás is, ahol elsősorban FFG és PM méréseket használva, 1976-tól éveken át folytatták a terepi számítógépekkel támogatott „dinamikus fúrástelepítést” [REZESSY, SZABADVÁRY, TÓTH 1981].

Az elért földtani és gazdasági eredmények lehetővé tet-

ték újabb eljárások alkalmazásának és fejlesztésének folytatását. Így került sor a többfrekvenciás TURAM térképezés bevezetésére. A VLF mérés nagyon jól bevált a felszínközeli kutatásánál. A nagyobb mélységekre pedig a két legsikeresebb elektromágneses szondázó eljárás a Maxi-Probe és a tranziens szondázás volt. Az előbbi igen jó vertikális felbontóképessége, az utóbbi gyorsasága és az oldalhatásokkal szembeni érzéketlensége miatt jutott meghatározó szerephez. Az 1980-as években ezekkel a módszerekkel a megfelelő földtani modelleknél már gondolni lehetett magának a bauxittestnek a lehatárolására, szerkezeti felépítésének kimutatására [FARKAS, SZABADVÁRY 1986; BALOGH et al. 1986]. A 80-as évek végén azonban a mélyszinti bauxit-előfordulások kutatását a felszínhez közeli kutatása váltotta fel, így a tranziens módszer ezen a területen már nem nyert a Maxi-Probe módszeréhez hasonló, nagyobb volumenű alkalmazást.

1988–92 között a felszínközeli kutatást — a korábbi VLF mérések helyett — külföldi együttműködéssel a nagy területek gyors bemérését lehetővé tevő légi elektromágneses mérésekkel végezték. Ezekkel a perspektivikus és meddő területeket — a mintegy 10 m mélységi intervallumban — korszerű számítógépes értelmezési és képfeldolgozási módszerekkel a fajlagos ellenállás alapján el lehetett különíteni [BALOGH et al. 1990; BODROGI et al. 1992].

1990-ben a Bauxitkutató Vállalat geofizikai és geodéziai részlegéből megalakult a Terratest Kft., ahol azután már csak alkalmanként végeztek sekélymélységű kutatásokat.

A bauxitbányászatban a műveléshez kapcsolódóan is folytak bányabeli geoelektromos mérések. 1970 elején a Bauxitkutató Vállalatnál bánya-geofizikai csoport kezdett működni. A vágat alatti bauxitfekü domborzatának, vagy a fekében haladó feltáró vágatok fölötti ércfekü megismerésére, továbbá tektonikai, ércminősítési céllal több alkalommal végzett különböző módszerfejlesztési — kísérleti, egyenáramú és rádiófrekvenciás méréseket az ELGI, a MÉV és az ME-GT [KAKAS, NYERGES, SZABÓ 1975; ERDÉLYI et al. 1984; YI et al. 1989].

1993-tól a bauxitgeofizika gyakorlatilag megszűnt. Módszer- és műszerfejlesztési eredményeire azonban ma is szükség van és biztosítják az azóta előtérbe került mérnök-geofizikai, környezetvédelmi hazai és külföldi feladatok ellátását.

HIVATKOZÁSOK A 3. FEJEZETHEZ

- BALOGH Gy., CSATHÓ B., GYÖRGY T., PRÁCSER E., SZILASI Gy., TÓTH Cs. 1990: Légi geofizikai mérések alkalmazása a bauxitkutatásban. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1988–89. évi jelentése
- BALOGH Gy., KAKAS K., PRÁCSER E., SÖRÉS L., ÚJSZÁSI J. 1986: Példák a tranziens mérések felhasználására. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1985. évi jelentése
- BODROGI M., CSATHÓ B., GULYÁS Á., KISS J., SZILÁGYI I. 1992: A légi geofizikai mérések földtani értelmezése. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- ERDÉLYI T., GÉRESI Gy., NYERGES L., SZABÓ J. 1984: Resistivity profiling in mine galleries and its application to production planning in the Halimba III bauxite mine. *Geophysical Transactions* **30**, 3

- FARKAS I., SZABADVÁRY L. 1986: Bauxitgeofizikai előkutatás 1981–1985-ben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1985. évi jelentése
- JÓSA E. 1967: Geoelektromos ellenállásmérés a Bakony É-i peremvidékén. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1966. évi jelentése
- KAKAS K., NYERGES L., SZABÓ J. 1975: Bányavágatok alatti bauxitfekü kutatása geoelektromos mérésekkel. BKL Bányászat **108**, 8
- KAKAS K., NYITRAI T., REZESSY G., SIMON A., SZABADVÁRY L. 1976: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1975. évi jelentése
- KAKAS K., SZABADVÁRY L. 1971: Komplex geofizikai kutatások a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1970. évi jelentése
- KAKAS K., SZABADVÁRY L. 1972: Komplex geofizikai kutatások a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1971. évi jelentése
- OTTLIK P., SZABADVÁRY L. 1971: Geophysics in bauxite prospecting. Proceedings of the second Int. Symp. of ICSOBA, 2
- SIMON A. 1974: Geoelektromos módszer- és műszerkutatás (FFG). A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1973. évi jelentése
- SIMON A. 1982: Fúróluk-elektrodás felszíni mérések. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- SZABADVÁRY L. 1962: Geoelektromos mérések az Északi-Bakonyban. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1961. évi jelentése
- SZABADVÁRY L. 1966: A Vértes hegység peremén (Mány-Zsámbék környékén) végzett geoelektromos kutatás tapasztalatai. Földtani Kutatás **9**, 3
- SZABADVÁRY L. 1987: Bauxite exploration in Hungary. Geophysics **52**, 8
- SZABADVÁRY L., NYERGES L. 1995: A magyar bauxitgeofizika története. Magyar Geofizika **36**, 3
- SZABADVÁRY L., SZABÓ M. 1964: Geoelektromos bauxitkutató mérések a Bakony hegységben. Geofizikai Közlemények **13**
- REZESSY G., SZABADVÁRY L., TÓTH Cs. 1981: Előzetes és részletes bauxitkutatás a Bakony hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- YI Y., ZHOU H., KIRÁLY E., SIMON A. 1989: Rádióhullám átvilágító mérések a bauxitkutatásban. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1987. évi jelentése

4. A geoelektromos módszerek szerepe a szénkutatásban

Az MGSZ (ELGI) geofizikai adattárában 300-nál több szénkutatási tárgyú jelentést őriznek. Ezeknek mintegy a fele elektromos méréseket is tartalmazó komplex kutatásról számol be. Az első ilyen jelentések 1954-ből valók (Pusztavám, Vasas-II.).

A Mecsek és a Villányi-hegység rendszeres geofizikai kutatása 1953-ban kezdődött. Célja kezdetben szénkutatás volt, majd 1956-tól fokozatosan az uránérc-tartalmú permi homokkő került a figyelem előterébe. A módszerek között szerepelt a geoelektromos is. Eredményessége az akkori műszerezettség az alaphegység mélységétől függött.

A nagy előrelépést a Dunántúli-középhegység és peremi medencéinek a 60-as évek közepén indult és mintegy 25 éven át tartó, KFH finanszírozású, komplex geofizikai

kutatása jelentette. Kezdeti feladata a harmadkori medence aljzatának 500 m-nél kisebb mélységénél a bauxitra és szénre perspektivikus területek lehatárolása volt. A gravitációval, szeizmikus refrakcióval és VESZ-szel végzett 1:50 000 és 1:25 000 léptékű térképezés megbízhatóan mutatta a peremi és belső medencék szerkezetét, mélységi tagozódását és így megalapozta az alapterep jellegű szénelőfordulások előkészítő kutatását (Szápár–Mór, Sümeg–Ajka, Gerecse, Bicskei-medence). A lehatároló nagy szerkezeti vonalak kimutatásánál jól bevált a potenciáltérképezés, mint Lencsehegy vagy a Gerecse belső — pl. a Héreg–Tarján-i — medencéi esetében. A szénelőfordulások belső tagolására azonban csak a reflexiós mérések voltak alkalmasak [SZABADVÁRY 1980; SZABADVÁRY, REZESSY 1976].

Az 1975–1989 közötti korszakot a nagy köszénkutatási programok — szenon és eocén program — jellemezték. Az időszak elején a nagy készletek felkutatása, később a karsztvízveszély megítélése, végül a romló gazdasági helyzet miatt a kis beruházással megnyitható, külszínről művelhető köszénletelepek felderítése volt a feladat. Az Ajka II., Oroszlány–Bokod–Pusztavám, Bicske–Nagygyeháza–Mány kutatási területen a geológus, geofizikus, bányász szakemberek szoros együttműködésével a geológiai-geofizikai és a fúrásos kutatás hatékony egymásra épülése valósult meg a számítógépes kutatásirányító rendszerrel támogatva [SZABADVÁRY 1982].

1980-tól a Maxi-Probe szondázás lett a geoelektromos kutatás vezető módszere, amely az alapterep és a közteslelep típusú előfordulásoknál egyaránt nagymértékben kiváltotta a drágább reflexiós méréseket. Az előbbieknél ugyanis alkalmasabb volt a medenceterületek részletes belső tagolására. Nehezebb feladat a köztételep jellegű szénkutatás, amikor a szenes összlet közelében nincs geoelektromos vezérszint. Ilyen a kréta–szenon Ajka II. szénelőfordulás is. Az eredményes kutatáshoz a rétegsor tagolását biztosító módszerre volt szükség. Erre is alkalmas a Maxi-Probe frekvenciaszondázás és így ebben az esetben is sikerrel egészítette ki a reflexiós szeizmikus méréseket [REZESSY 1982; REZESSY, TÁBORSZKY 1984; REZESSY, SÖRÉS 1990].

A bányatervezést szolgáló részletező, a szénvagyont pontosító, a tektonikai elemek és a karsztvízveszély megismerését célzó mérésre jó példa a Zsámbék-É területi mérés a 80-as évek végén. Ebben az időben alkalmazták a fúrások közötti rétegvizelés módszerét is [BRAUN 1990].

A kis mélységű középhegységi belső medencék szénkutatásainál — Várgesztes, Mindszentpuszta, Öskü — a bauxitkutató geoelektromos módszeregyüttest alkalmazták sikerrel [REZESSY et al. 1992].

Más területek szénkutatásánál kisebb volumenű volt a geoelektromos mérések részaránya, illetve a helyi bányavállalatok néhány fős geofizikai csoportjai végeztek saját műszereikkel alkalmi méréseket [VERBŐCI 1983; TÖRÖS 1985; EGERSZEGI, MOLNÁR 1986].

Az ME-GT VESZ, 50 Hz-es és frekvenciaszondázási mérésekkel végzett vetőkutatást és a rétegek felszakadást követő megfigyelést a Borsodi és a Mecseki Szénbányáknál [TAKÁCS 1983].

Néhány korábbi kísérlet után a nagymértékben gépesített bányaművelés folyamatosságának biztosítása érdekében a 70-es években indultak el a bányabeli mérések, amelyekhez

rövid idő alatt jelentős módszer- és műszerfejlesztésre volt szükség [AUER 1955; SZABÓ, BARANYI 1966; DOBRÓKA et al. 1990].

A geoelektromos módszerek alkalmazását a szénbányákban az ME-GT-n kifejlesztett egyenáramú telep- és vágatszondázás, telepátvilágítás, valamint a bányabeli frekvenciaszondázás és értelmezési eljárásaik kidolgozása, a speciális műszerek elkészítése tette lehetővé. Kiemelendő az elektromos és szeizmikus mérések együttes inverziójának bevezetése [CSÓKÁS, GYULAI, ORMOS 1979].

Többször előforduló feladat volt a célt tévesztett felszíni fúrások helyének megkeresése bányavágatokból [CSÓKÁS, TAKÁCS 1976].

A 90-es évek elején a szénbányászat leépítésével mind a felszíni, mind a bányabeli kutatások fokozatosan megszűntek. A kutatás módszerei azonban a mérnök-geofizikai és környezet-geofizikai kutatásokban ma is hasznosíthatók [BARÁTH et al. 1992].

HIVATKOZÁSOK A 4. FEJEZETHEZ

- AUER V. 1955: A karsztvíz, mint geofizikai probléma. *Bányászati Lapok* **88**, 1
- BARÁTH I., GYULAI Á., HERMAN L., REZESSY G. 1992: Adalékok a szénbányászatban alkalmazott geofizikai kutatások történetéhez. *Magyar Geofizika* **36**, 2
- BRAUN L., MOLNÁR I., REZESSY G., SZÖRÉNYI Z. 1990: Részletes barnaköszén kutatás a Zsámbék-Észak területen. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1988–89. évi jelentése
- CSÓKÁS J., GYULAI Á., ORMOS T. 1979: Spezielle Probleme und Ergebnisse der Angewandten Geophysik in Bergbau. *Freiberger Forschungshefte C* 349
- CSÓKÁS J., TAKÁCS E. 1976: Elferdült fúrólukak helyének meghatározása bányatérsegekben. *NME Közleményei. Bányászat* **23**, 1
- DOBRÓKA M., GYULAI Á., ORMOS T., TAKÁCS E. 1990: A hazai bányageofizikai mérések helyzete a szén-, és bauxitbányászatban. *Földtani Kutatás* **33**, 1–2
- EGERSZEGI P., MOLNÁR D. 1986: A geofizika szerepe a borsodi szénbányászatban. *BKL Bányászat* **119**, 8
- REZESSY G. 1982: Eocén barnaköszén-kutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- REZESSY G., BODROGI M., BRAUN L., SZILÁGYI I. 1992: Köszén előkutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- REZESSY G., SÖRÉS L. 1990: Application of EM induction methods for coal and bauxite prospecting in Hungary. *Foreign Geoprospection Technology, Beijing*
- REZESSY G., TÁBORSZKY Gy. 1984: Barnaköszén-kutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1983. évi jelentése
- SZABADVÁRY L. 1980: Geofizikai módszerek alkalmazási lehetőségei a bányák tervezésében. *In: Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban. NIMDOK Bányaiipari Szakirodalmi Tájékoztató*
- SZABADVÁRY L. 1982: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- SZABADVÁRY L., REZESSY G. 1976: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1975. évi jelentése

SZABÓ J., BARANYI I. 1966: Az egyenáramú és alacsonyfrekvenciás váltakozó áramú kutatási módszerek föld alatti alkalmazhatóságáról. *Bányászati Lapok* **2**

TAKÁCS E. 1983: Vetőkutatás felszíni elektromágneses mérésekkel a Szuha-völgyi Bányüzem területén. *Borsodi Műszaki Gazdasági Élet. Bányageofizika. Különszám*

TÖRÖS E. 1985: Geofizika a nógrádi bányászat szolgálatában. *BKL Bányászat* **118**, 7

VERBÓCI J. 1983: Bányageofizikai tevékenység a Mecseki Szénbányánál. *Földtani Kutatás* **26**, 2–3

5. A geoelektromos módszerek szerepe az uránkutatásban

Az olajipar után a legnagyobb geofizikai részlege az urániparnak volt. Széles skálájú kutatási módszerei között fontos szerepe volt a geoelektromosnak is [BARANYI, BERTA, VÁRHEGYI 1994].

Az uránkutatást szolgáló méréseknél különféle horizontális szelvényezéseket és mélyszondázást használtak. A vastag fedővel borított földtani szerkezetek kimutatására dolgozták ki a „geoelektromos szelvényezés” módszerét. Sokirányú laboratóriumi modellezés történt a geoelektromos mérések bányabeli alkalmazhatóságának tisztázására [SZABÓ, BARANYI 1964].

A műszereket illetően kezdetben a szovjet gyártmányú EP-1 potenciométert 1975-ig, ill. 1970-től 1985-ig az IKF-1 típusú műszert használták. A 70-es évek elejétől a VP-59 szovjet gyártmányú mérőállomással, — amely generátorral és fotoelektromos regisztrálással dolgozott — GP mérést is lehetett végezni. 1980-ig használták a svéd ABEM-Terramétert, majd 1981-től az ELGI Diapir 4005 műszerét.

1957–58-ban voltak az első saját kivitelezésű geoelektromos mérések Nagykovácsi térségében, ahol az ottani tórium ércindikáció és a karbonátos alaphegység szerkezetének kapcsolatát kutatták. Ennek keretében alakították ki a mérés és kiértékelés módszertani alapjait.

1959-ben a mecseki uránlelőhely környezetében a kis mélységben levő gránit és paleozoós képződmények területén voltak mérések, majd 1960-tól a Mecsek és a Villányi-hegység közötti területen a mélyebb medencérek felé is kiterjesztették a kutatást. 1962-re elkészítették a DK-Dunántúl első alaphegység-térképét [BARANYI, JÁMBOR 1962; BARABÁS et al. 1964].

Az eredmények alapján egyre nagyobb igény jelentkezett a geoelektromos mérésekre. Ezért 1959-ben külön geoelektromos csoportot hoztak létre, amely évekig 20–30 fős létszámmal működött. A geoelektromos mérések helyét mindig az uránkutatás aktuális feladatai szabták meg.

Így a Mecseken kívül a permii homokkőbeli uránindikációk nyomán 1959-től 1964-ig a Balaton-felvidéken a permii és alsó triász kőzetek [SZABÓ, SZY, BARANYI 1960] és a Velencei-hegység környékén a gránit fedőviszonyait kutatták. Kutatások folytak a Hévízi-medencében a felszíni radioaktív anomáliák nyomán. Évekig tartott a soproni-hegységbeli indikációkkal kapcsolatos kutatás.

1964-től már külső cégek is igényeltek geoelektromos méréseket. A 60-as és 70-es években nagy mennyiségű mérést végeztek a Bauxitkutató Vállalat és az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat megrendelésére különböző nyersanyagok kutatására (pl. Magyaralmás: bauxit,

Velencei-hegység: színesérc, Cserszegtomaj: festékkő és tűzálló agyag, Székesfehérvár: aplit, Tokaj-Hegyalja: kaolin stb.) [SZARKA 1968a; 1968b].

A színesérc-kutatásnál speciális elektróda-elrendezésű horizontális szelvényezéseket, valamint a természetes potenciál, a töltött test és gerjesztett polarizáció módszerét is alkalmazták. A bővülő metodika szükségessé tette egy technológiai szabályzat kidolgozását, amire 1967-ben került sor.

A 70-es évek közepétől a permi törmeléken összetett felfedezett radioaktív anomáliák miatt az Észak-Bükkre terelődött az uránkutatás figyelme [PAPP, SZARKA 1972].

A 80-as évek fő feladata a Mecsek környéki medencék komplex geofizikai kutatása volt, amiben nélkülözhetetlen volt a geoelektrika [VÁRHEGYI 1987].

Radioaktív anomáliákhoz kapcsolódóan geoelektromos mérések voltak még a Balaton környéki pannon képződmények [VÁRHEGYI 1982], a Duna-balparti rögök, a Szendrő-hegység, a bükki triász területén, valamint számos légi gammaspektrometriai anomália környezetében.

A MÉV geofizikusainak úttörő szerepük volt a geoelektromos módszerek bányabeli alkalmazásában [SZABÓ et al. 1970; SZABÓ, SZABÓ 1973]. A 80-as években előtérbe került a geoelektromos módszerek bányabiztonsági célú bányabeli alkalmazása [SZABÓ, GÉRESI 1983]. Ismételt egyenáramú potenciál és dipól-dipól, majd az ME-GT-vel együtműködésben multifrekvenciás dipól-dipól átvilágítási mérésekkel a feszültség-átrendeződés folyamatát vizsgálták a bányatérsegek környezetében. A mérésekkel, amelyeket más módszerek — szeizmoakusztika, szeizmika, radar átvilágítás, szeizmológiai észlelés stb. — eredményeivel integráltan értelmeztek, kimutatható volt a fejtések kőzetfeszültséget növelő hatása, a kőzet-tönkremenetel okozta vizesedés, és vizsgálni lehetett a bányabeli térkiképzés módjának hatását. A bányabeli geoelektrika bányabiztonsági szempontból legfontosabb eredménye a legmélyebb akna monitoring jellegű vizsgálata volt, amit injektálásos beavatkozás is követett. A mérések működő aknában a falba süllyesztett kábelrendszerrel és elektródákkal történtek.

1990-től a Kutató-Mélyfúró Üzem bezárásával, az Ércdúsító Üzem szervezeti átalakulásával a fent vázolt tevékenység jelentősen beszűkült, illetve átalakult. Az uránkutatás gyakorlatilag befejeződött és kialakult az urántermelés megszüntetésének menetrendje.

A nagy aktivitású hulladéktároló kutatás föld alatti kutatóvágatában 1993–98 között az időisméltéses geoelektromos méréseket a vágathajtás által „megzavart” zóna vizsgálatára alkalmazták.

Az uránbányászati rekultiváció során a kármentesítés tervezéséhez és ellenőrzéséhez is nagy tömegben alkalmaztak geoelektromos módszereket. A zagytározók okozta sószenyeződés nagy területen és mintegy 100–200 m mélységig volt kimutatható, ami sokéves monitoring tevékenységet alapozott meg. Az itt alkalmazott multi-elektrodás módszer a kármentesítés építési munkálatai és a tározók stabilitás vizsgálatánál is kiválóan használható. Ezekben a munkálatokban a MECSEKÉRC Rt. szakmai irányításával az ELGI, a KBFI-TRIASZ Kft. és a GEO-S Bt. munkatársai vettek részt [BERTA et al. 2001].

BARABÁS A., BARANYI I., JÁMBOR Á., SZABÓ J., SZÉNÁS Gy. 1964: A Mecsek és a Villányi-hegység geofizikai kutatásának eredményei. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1963. évi jelentése

BARANYI I., BERTA Zs., VÁRHEGYI A. 1994: Geofizika a hazai uránkutatásban. Magyar Geofizika **35**, 1

BARANYI I., JÁMBOR Á. 1962: A komplex geofizikai kutatások és geológiai vizsgálatok eredményeinek felhasználása a DK-Dunántúli területén az alaphegység kutatásában. Magyar Geofizika **3**, 3–4

BERTA Zs., CSICSÁK J., FÖLDING G., KOVÁCS A., MENYHEI L., VARGA M., VÁRHEGYI A. 2001: Geofizikai módszerek alkalmazása uránipari zagytározók tájrendezése során. A geofizika szerepe a hatékony környezetvédelemben. Tudományos konferencia. MTA GTB–MGE

GERZSON I. 1997: A magyarországi uránipar égisse alatt végzett földtani kutatási munkák 1953–1989. Magyar Geofizika **38**, 2

PAPP J., SZARKA R. 1972: Geoelektromos és mágneses kutatás a Bükk-szentkereszt-i területen. J 0800

SZABÓ I., SZY D., BARANYI I. 1960: Jelentés a Badacsonyi-Salföld területen 1959-ben végzett földtani, radiológiai és geoelektromos kutatásokról. J 0048

SZABÓ J., BARANYI I. 1964: Modelirovaniye zadacs podzemnoj elektrorazvedki metodom szoprotivlenij. I.V.U.Z. 12

SZABÓ J., GÉRESI Gy. 1983: Módszer bányabeli körülmények között a térben lejátszódó kőzetmechanikai folyamatok elektromos úton történő vizsgálatára. Borsodi Műszaki és Gazdasági Élet. Bányageofizika különszám

SZABÓ J., SZABÓ L. 1973: Kőzetmozgás tanulmányozása geofizikai módszerekkel a Mecseki Ércbányákban. Magyar Geofizika **XIV**, 2

SZABÓ J., TIRKALA F., VIRÁGH P., BUZÁSI L. 1970: Bányabeli geoelektromos vizsgálatok. Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat **103**, 8

SZARKA R. 1968a: Jelentés a Mátra hegységben 1967. évben végzett geofizikai mérések eredményeiről. J 0095

SZARKA R. 1968b: Jelentés a Velencei-hegységben 1967-ben végzett geofizikai mérések eredményeiről. J 0105

VÁRHEGYI A. 1982: Jelentés a Tapolcai-medencében 1981. évben végzett geoelektromos mérések eredményeiről. J 0949

VÁRHEGYI A. 1987: Jelentés a hidrogenetikus uránlelőhelyek kutatásának eredményeiről (Ny-Mecsek). J 2739

6. A geoelektromos módszerek szerepe az ércutatásban

Az érckutató geoelektromos mérések döntő többségét az ELGI végezte. A MÉV-GR-nek eléggé jelentős, az ME-GT-nek csak alkalmi érckutató megbízásai voltak [SZALAY 1996].

A vasérc és színes érc hazai kutatásának kezdeti időszakában várhatóan kis fajlagos ellenállásokra alapozva a direkt kimutatás reményével kezdték el alkalmazni a geoelektromos módszereket. A mágneses mérések kiegészítésére természetes potenciál — PS — és egyenáramú mélyszondázások történtek a 30-as évek végén, Rudabányán vasércet, Szabadbattyán környékén galenit ércet kutatva. Ezek azonban nem hoztak eredményt.

Hosszabb szünet után 1952 és 1954 között volt újból ércutatás. A kimondottan érc kutatására kifejlesztett

Turam és Slingram indukciós mérésekből, továbbá Wenner elrendezésű szondázásokból és PS mérésekből álló módszer-együttessel hidrotermális, szulfidos érceket kutattak Szabadbattyán, Székesfehérvár, Pátka, Kőszárhegy térségében, a Kőszegi-hegységben Velem, a Mátrában a Lahóca hegy környékén és Recskben, valamint a Börzsönyben. Úrkút, Eplény, Lókút vidékén mangánt kutattak. Rudabányán is voltak mérések. Ezek a kutatások, bár anomáliákat jeleztek, nem hoztak átütő sikert.

Az érckutatás geoelektromos módszertanának kialakítása a Börzsöny-hegységbeni mérések tapasztalataira épült, ahol 1954-ben határozott természetes potenciál minimumokat találtak a rózsabányai ércesedés fölött és egy bányászatilag még nem kutatott területen is [SZALAI 1954; SZABÓ 1967].

Nagyobb volumenű komplex földtani, geokémiai és geofizikai kutatás a KFH finanszírozásával azonban csak 1966-ban indult újra, a MÁFI-val szoros együttműködésben. A kutatási szemléletben fordulópontot jelentett, hogy 1961-ben, majd 1967-ben Recsk–Parádfürdő környékén ércföldtani megfontolások és a szeizmika alapján fúrásokkal mélyszinti ércelőfordulásokat fedeztek fel, ami indokoltá tette az érckutatás kiterjesztését, illetve felújítását más vulkáni hegységek területén is.

A kutatás stratégiája emiatt a Börzsönyben is módosult. Az érckutatásban is a szerkezetkutató szemléletre tértek át a direkt indikálás óhaja helyett [ERKEL et al. 1970]. Az egész hegység mélyszerkezetének, a kitérés centrumoknak, karbonátos aljzat esetén az esetleges szkarnos ércesedésnek előkutatási vizsgálata nagy kutatási mélységű módszerekkel kezdődött. A kimondottan szerkezetkutató horizontális egyenáramú szelvényezések, mélyszondázások az időközben kifejlesztett műszerezettséggel és számítógépes feldolgozással állandó részévé váltak az érckutatási módszer-együttesnek. Az AB=8 km-es VESZ terítések telepítése — esetenként magas hegygerinceken át — nehezen volt megoldható. A 70-es évek közepétől azután az egyenáramú mérések mellett használták a jobb felbontású, az árnyékolásra sem érzékeny és könnyebben telepíthető mesterséges és természetes áramterű frekvenciaszondázásokat.

Az érckutatás szempontjából a lényeges változást az hozta, hogy az ércesedés indikálásában fokozatosan a GP módszer vette át a PS térképezés szerepét. A 70-es évek intenzív módszer- és műszerfejlesztésének eredményeként a GP paraméterek messzemenően több információt tartalmaztak, mint a PS anomália. A 70-es évek elején még a látszólagos polarizálhatóságot, később a látszólagos polarizálhatóság és a látszólagos fajlagos ellenállás hányadosát használták paraméterként. A 70-es évek második felében pedig a lecsengési görbék exponenciális összetevőkre bontásával megkezdtek a GP anomáliák minősítését is. Ehhez a tapasztalatokat a magmintákon és ismert ércesedési típusú — pl. hintett és teléres ércesedés — területeken végzett mérésekkel szerezték [ERKEL, VERŐ 1979; ERKEL, KIRÁLY 1971]. A terepi alkalmazást a Diapir műszer megkonstruálása tette lehetővé. Korábban a GP mérésekhez a MARK-VII és a cseh GESKA műszereket használták.

Az érckutatás második, részletező fázisában a reményteljes területeken 25–50 m-es hálózatos GP és egyen- vagy váltóáramú térképező módszerekkel szűkítették le a valóban perspektivikus területeket.

Hasonló elvek alapján, hasonló módszerekkel és műszerezettséggel folyt Recsk és a Darnó-vonal környékének

1970–78, a Középső és Ny-Mátra 1981–86, a Velencei-hegység 1980–83 közötti kutatása [DIENES et al. 1979; MADARASI, SCHÖNVISZKY, VERŐ 1982; GYÖRGY et al. 1987; MADARASI et al. 1981].

Végeredményben ezek a kutatások a Mátrában — akár a felszínközeli Lahóca hegy környékére gondolunk, akár a recski mélyszinti ércesedésre, ahol 1200 m mély akna is elkészült — és a Börzsönyben is eredményesek voltak. Azonban mivel a réz világgiazi ára alacsonyabb volt, mint a Magyarországon kitermelhető érc önköltsége, a termelés nem indult meg. A vulkáni hegységeinket vizsgáló áttekinthető kutatási tevékenység a 90-es években megszűnt és a Tokaj–Zempléni-hegység komplex kutatására már nem kerülhetett sor.

HIVATKOZÁSOK A 6. FEJEZETHEZ

- DIENES E., GYÖRGY L., HEGEDŰS E., SZALAY I. 1979: Érckutató geofizikai mérések a Rudabányai-hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1978. évi jelentése
- ERKEL A., HOFFER E., MITUCH E., ZSILLE A. 1970: Komplex érckutatás geofizikai módszerekkel a Börzsöny hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1969. évi jelentése
- ERKEL A., KIRÁLY E. 1971: Anomália-minősítő GP mérések a Börzsöny hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- ERKEL A., VERŐ L. 1979: GP mérés fúrómagokon. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1978. évi jelentése
- GYÖRGY L., NEMESI L., PINTÉR A., SZALAY I., VARGA G., ZALAI P. 1986: A Közép- és Nyugat-Mátra érc- és szerkezetkutatói eredményeinek összefüggései. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1985. évi jelentése
- MADARASI A., MAJKUTH T., PINTÉR A., VERŐ L. 1981: A Velencei-hegység geofizikai előkutatása. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- MADARASI A., SCHÖNVISZKY L., VERŐ L. 1982: Geofizikai kutatás Észak-Magyarországon. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- SZABÓ Z. 1967: Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1966. évi jelentése
- SZALAI M. 1954: Jelentés a Nagybörzsönyben végzett természetes potenciál mérésekről. ELGI Adattár
- SZALAY I. 1996: A magyar ércegeofizika története. Felszíni vasérc- és szulfidosérc-kutatás. Magyar Geofizika 37, 1

7. A geoelektromos módszerek szerepe a vízkutatásban

Vízkutatás ivóvízbázisok létesítése, üzemeltetése és védelme, termálvizek nyerése, valamint föld alatti létesítmények vízvédelme érdekében folyik. A geofizika szerepe az ivóvízkutatásban akkor került előtérbe, amikor hosszabb távon üzemelő, nagyobb mennyiségű és jó minőségű vizet biztosító víznyerő helyek — kutak — telepítéséhez nagyobb mélységben kellett vízadó rétegeket kijelölni [DRASKOVITS 1995].

1. A VESZ mérés a vízkutatás hagyományos eszköze. Helyi vízellátáshoz kis mélységből, a kút megfelelő helyének kitűzését önmagában is képes megoldani. Ilyen kutatások az ELGI-ben szinte folyamatosan történtek. Az 1970-es

években született egy olyan kormányrendelet, miszerint a 3000 lélekszámnál nagyobb településeken vízműveket és vezetékes ivóvíz-hálózatot kell létesíteni. Jelentősebb területek felmérésére akkor került sor, amikor a nagyobb városok vízellátására vízműépítések és -bővítések történtek, mint pl. a 60-as évek végén 70-es évek elején Szombathely, Pápa, Budapest, Nyíregyháza esetében [KAKAS, JÓSA, SZABADVÁRY 1970].

Az ELGI vízkutató tevékenységének legeredményesebb korszaka 1978-tól számítható, amikor a nagy beruházást jelentő regionális vízművek létesítéséhez nagy területeket lefedő, hálózatos mérésekkel alapozták meg a kutatófúrások telepítését. A Maros hordalékkúp, a Mohácsi-sziget, a Rába-terasz, a Mura–Kerka programok egyenként is több évig tartottak. Ezeknél a VESZ mellett fontos szerephez jutott a GP mérés és fokozatosan alkalmazták a mesterséges gerjesztésű frekvenciaszondázást, majd a tranzienst is. Kiderült, hogy az 500 m mélységig térképezett Maros hordalékkúp képződményeinek fajlagos ellenállása az egész területen 30–35 ohmm, viszont a polarizálhatóságban eltérés van Orosháza (nagy polarizálhatóság), valamint a román határ környéke (kis polarizálhatóság) között. Fúrásokban végzett mérések alapján megállapították, hogy a nagyobb polarizálhatóságnál sok vékony, homoklisztes réteg alkotja az összletet. Míg, ahol kicsi a GP, ott vastag homokrétegek fordulnak elő. Az utóbbiaknál lényegesen nagyobb a hozam. A fajlagos ellenállás és a polarizálhatóság tehát együttesen alkalmasak a legkedvezőbb területek kijelölésére [DRASKOVITS, HOBOT 1984; DRASKOVITS et al. 1990; DUDÁS, NIESNER, VERŐ 1991].

A Mura–Kerka-i kutatásnál a fedő rétegek szennyeződéssel szembeni védőképességét és a vízáradó jóságát jellemző új paramétereket vezettek be, amelyeket térképszerűen ábrázoltak. A védőréteg annál jobb, minél agyagosabb — kisebb a fajlagos ellenállása — és minél vastagabb. A „fedő réteg jósága” ezért vastagságának és fajlagos ellenállásának hányadosával jellemezhető. A vízáradó összlet annál jobb, minél kavicsosabb — nagyobb a fajlagos ellenállása és kisebb a polarizálhatósága — és minél vastagabb. A „vízáradó jósága” ezért vastagsága, valamint fajlagos ellenállása szorzatának és polarizálhatósága hányadosaként adható meg [DRASKOVITS 1994].

A 80-as évek közepe táján nagy területek — konkrét nyersanyag megjelölése nélküli — komplex geofizikai előkutatása kezdődött meg a felszíntől az aljzatig. A közepes, néhány száz méteres tartományt döntően elektromos módszerekkel kutatták. Az itt levő mélységi víz alkothatja a jövő ivóvízbázisait. Ilyen komplex kutatás folyt 1982-től 90-ig a Kisalföld egész területén. Ezt követte a DANREG program a Szigetköz és Csallóköz negyedkori víztároló összletének megismerésére, majd megindult a Belső-Somogy, a Baranya-háromszög és a Mohácsi-sziget kutatása [DUDÁS, DRASKOVITS, HOBOT 1994; HOBOT, DUDÁS 1994; DRASKOVITS, TKACOVA, SÖRÉS 1997].

A karsztvíz-kutatás — amely nagyrészt a bányászat vízvédelmét és kisebb részben az ivó- és termálvízellátást célozta — más jellegű feladat, mint a víztároló üledékes rétegek kutatása. Akár a repedezett zónák, akár a védettséget jelentő fedőrétegek kutatásáról van szó, az alkalmazott módszerek a karsztos aljzat mélységétől függenek. Valamennyi kis és nagy mélységű geoelektromos módszer szóba jöhet, beleértve az MT-t is. A bauxit- és szénkutatás a

karsztos területeken egyben hidrológiai és hidrogeológiai célt is szolgált [FARKAS et al. 1991]. Voltak természetesen kimondottan termálvízkutatások, mint Vác és Szentendre környékén a 60-as évek végén, Kács–Sály, Diósgyőr és Gárdony körzetében, vagy Sikondán a 70-es évek közepén.

A 90-es években a vízföldtani kutatásban a termelés alatt álló és a távlati kisebb mélységű vízbázisok szennyeződéssel szembeni érzékenységének, a veszélyeztettség mértékének meghatározása, ehhez a korszerű módszertan kialakítása, valamint a geofizikai adatbázisok felhasználásával regionális vízföldtani modellek kidolgozása vált a legfontosabb feladattá [DRASKOVITS, FEJES 1990; 1994; NYÁRI et al. 2001].

A külföldön végzett vízkutató tevékenységből a legnagyobb méretű a több évtizedes mongóliai vízkutatás volt [HOBOT, ZSILLE 1998]. Ezen kívül a Közel-Keleten, É-Afrikában és Kubában voltak kisebb-nagyobb kutatások.

2003-ban az MGSZ adattárban 100-nál több vízkutatói célú, elektromos méréseket tartalmazó ELGI jelentést tartanak nyilván.

2. Az ME-GT még a soproni években a Geodéziai–Geofizikai Munkaközösség kutatóival együtt ivóvízkutatást végzett a Soproni Vízműveknek, továbbá Szombathely, Nyíregyháza vízellátása érdekében [ÁDÁM 1955]. Kísérleti felszíni karsztvíz-kutatás volt a Dorogi Szénbányák területén és bányabeli mérések is történtek [KÁNTÁS 1952; AUER 1955]. Miskolcra a Borsodi Sörgyár, a Belpátfalvai Cementművek, valamint a Miskolci Vízművek részére Miskolc–Tapolcán és a Sajó kavicsterasán voltak vízkutató mérések. Különleges feladat volt 1981-ben az előtött Kotradez-i szénbányában — az akkori Jugoszláviában — a karsztvizet szállító hasadérendszer kutatása.

3. A GGKI is szerepet vállalt a Sopron vízellátását célzó kutatásokban. Több alkalommal térképezték a Fertő alatti, sós vizet tartalmazó rétegek elterjedését VESZ és VLF mérésekkel [ÁDÁM, HOLLÓ, VERŐ 1964; KOHLBECK et al. 1993]. Svájci–magyar együttműködés keretében 1998-ban kísérleti indukciós — Slingram — és rádiófrekvenciás MT mérései voltak a mecseki karszton [ÁDÁM, MÜLLER 1998].

4. Az ELTE-GT egyik oktatója 1971-ben geoelektromos módszerekkel vizet kutatott Jemenben. A felszíni és mélyfúrású geoelektromos paraméterek együttes interpretációjának gyakorlata — amely a mai napig a tanszék jelentős fejlesztési témája — innen indult [GALFI, SALÁT 1972]. A 90-es évek elejétől az ELTE-GT kutatói a vízkutatás optimális geofizikai technológiája egyes fázisainak gyakorlati kidolgozásán munkálkodtak. A komplex technológia tartalmazta a felszíni és mélyfúrású geoelektromos méréseket is. Minőség-ellenőrzött kiértékelő programokat dolgoztak ki. Ezen munka eredménye a VITUKI első minőség-ellenőrzött vízföldtani számítógépes adatbázisa [CSEREPES, DRAHOS, SALÁT 1994].

5. A GKV nagy sikere volt a mesterséges áramterű frekvenciaszondázással — CSAMT változat — megoldott melegvíz-kutatás a Zsóry gyógyfürdő területén 1988-ban. A BAZ megyei Vízművek Vállalat felkérésére elvállalt mérések egyértelműen kimutatták a geotermikus tárolóhoz kapcsolódó törésszónát. Az 1000 m mélységű fúrás a vártnál kb. ötször nagyobb hozamú termálvizet eredményezett. A CSAMT metodika segítette még a nagygyeházi szénbányában bekövetkezett vízbetörés helyének megtalálását is. A

GKV magnetotellurikus mérései a bogácsi termálfürdő beépített környezetében is eredményesek voltak a kismély-ségű aljzat törészónájának felderítéséhez. Ezt a méréseket követő, 1986-ban lemélyített, sikeres termálvíz-kutatófúrás bizonyította. Nemzetközi visszhangot kapott eredmény volt a mezoóos aljzathoz kapcsolódó nagy entalpiájú forróvíz-gőz-tároló magnetotellurikus kimutatása Fábiánsebestyén és Nagyszénás térségében 1988–1990 között [NAGY et al. 1992; BEKE et al. 1989].

6. Vízkutatás folyt számos más helyen is, pl. OFKfV, FTV, VITUKI, és folyik jelenleg a számos új kft.-nél.

HIVATKOZÁSOK A 7. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A. 1955: Vízkutatás elektromos módszerrel. *Bányászati Lapok* **6**
- ÁDÁM A., HOLLÓ L., VERŐ J. 1964: Az 1962–63. évi fertői geoelektromos mérések és értelmezésük. *Soproni Műszaki Évkönyv*
- ÁDÁM A., MÜLLER I. 1998: Kísérleti EM mérések a mecseki karszton. A Neuchâtel Egyetem és a GGKI közös jelentése. Kézirat
- AUER V. 1955: A karszvíz, mint geofizikai probléma. *Bányászati Lapok* **6**
- BEKE B., GULYÁS FÖRMAN CS., HAJDU GY., KARAS ZS., LANDY I., NAGY T., NAGY Z., PÉTERFAI B., THUMA A., ZIMÁNYI I. 1989: Search for micro-structures in fractured basement blocks for drilling thermal SPA wells by applying MT and CSAMT methods. 34th International Geophys. Symposium, Budapest, Abstracts and Papers II
- CSEREPES L., DRAHOS I., SALÁT P. 1994: Vízkutató fúrások karotázs méréseinek minőségellenőrzött kiértékelése. *Hidrologiai Közlemények* **74**, 4
- DRASKOVITS P. 1994: Geophysical methods in drink water protection of near-surface reservoirs. *Journal of Applied Geophysics* **31**
- DRASKOVITS P. 1995: A geofizika alkalmazásának története a magyar vízkutatásban. *Magyar Geofizika* **36**, 4
- DRASKOVITS P., FEJES I. 1990: Near-surface groundwater research and protection from surface pollution. *In: Geotechnical and Environmental Geophysics Vol. 2*, SEG
- DRASKOVITS P., FEJES I. 1994: Geophysical methods in drink water protection of near-surface reservoirs. *Journal of Applied Geophysics* **31**
- DRASKOVITS P., HOBOT J. 1984: Gerjesztett polarizációs módszer alkalmazása negyedkori homokos-agyagos víztároló összletek kutatásában. *Magyar Geofizika* **XXV**, 2–3
- DRASKOVITS P., HOBOT J., SMITH B. D., VERŐ L. 1990: Induced polarization survey applied to evaluation of ground water research, Pannonian Basin, Hungary. *In: Induced polarization*. SEG
- DRASKOVITS P., TKACOVA H., SÖRÉS L. 1997: Geophysical exploration of quaternary formations in the area of the DANREG project. *Geophysical Transactions* **41**, 3–4
- DUDÁS J., DRASKOVITS P., HOBOT J. 1994: Fialat üledékek geoelektromos kutatásának módszertani tapasztalatai és alkalmazásuk a Kisalföld kutatásában. *Geophysical Transactions* **39**, 2–3
- DUDÁS J., NIESNER E., VERŐ L. 1991: Resistivity and IP parameters used for hydrogeologic purposes and differentiation between non-metallic minerals. *Geophysical Transactions* **36**
- FARKAS I., KARDEVÁN P., REZESSY G., SCHMID C. H., SZABADVÁRY L., WEBER F. 1991: EM sounding in water- and brown-coal prospecting. Case histories. *Geophysical Transactions* **36**

GÁLFI J., SALÁT P. 1972: Geophysical survey of Wadi Zabib area, Yemen. Project Report. ENSZ UNDP/FAO

HOBOT J., DUDÁS J. 1994: A kisalföldi medence fiatal üledékeinek szerkezete regionális geoelektromos mérések alapján. *Geophysical Transactions* **39**

HOBOT J., ZSILLE A. 1998: Geofizikai kutatások Mongóliában I–II. *Magyar Geofizika* **39**, 4

KAKAS K., JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1970: Geofizikai kutatás vízművek telepítéséhez. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1969. évi jelentése

KÁNTÁS K. 1952: A karsztvízkutatás geofizikai lehetőségei. MTA Műszaki Tud. O. Közleményei **1**

KOHLBECK F., SZARKA L., STEINER T., HOLLÓ L., MÜLLER I. 1993: Lake-bottom geoelectric and water-born VLF measurements on the Lake Fertő (Neusiedlersee). Paper DO51. Extended Abstr. EAEG 55th Meeting and Techn. Exhib. Stavanger

NAGY Z., LANDY I., PAP S., RUMPLER J. 1992: Results of magnetotelluric exploration for geothermal reservoirs in Hungary. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.* **27**

NYÁRI ZS., NEDUCZA B., PATTANTYÚS-Á. M., TILDY P. 2001: Geofizikai vizsgálati módszerek alkalmazása ivóvízbázisok szennyeződés érzékenységének modellezéséhez. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE

8. A geoelektromos módszerek szerepe a mérnök-földtani és környezetvédelmi kutatásban

A mérnök- és környezet-geofizikai kutatások között nem lehet éles különbséget tenni. Lényegében mindkettő veszélyes helyzetek kialakulásának megelőzését és elhárítását szolgálja. Zömében — de nem kizárólag — kis kutatási mélységű feladatokat jelentenek. Ezekben a kutatásokban a geoelektromos módszerek túlsúlyban vannak és összes változatuk szóba jöhet.

A 60-as évek közepétől valamennyi geofizikai intézménynek mindig voltak ilyen feladatai. Tény azonban, hogy a törvényi szabályozással és a környezetünkért felelősséget érző gondolkodásmód terjedésével egyre nagyobb figyelem fordítódik ezekre a kérdésekre. A nyersanyag-kutatási feladatok beszűkülése mellett a tényleges környezet-geofizikai fejlesztő munka gyorsan beindulhatott. Támazkodni lehetett azokra a műszerekre, módszerekre és értelmezési eljárásokra, amelyek a kis mélységű bauxit-kutatásban és a bánya-geofizikában nagyon jól beváltak. A feladatok súlypontjának eltolódása szervezeti átalakulással járt az ELGI-ben — 1993-ban létrejött a Környezetvédelmi és Mérnök-geofizikai Osztály —, az egyetemi képzési profilok is módosultak és a környezetvédelemmel foglalkozó kisebb kutatóhelyek alakultak.

1. A kezdeteket tekintve az ELGI-ben 1964-ben alakult egy olyan új terepi csoport, amely kifejezetten a kismély-ségű, mérnök-földtani célú kutatásokkal foglalkozott. A MÁFI hálózatos, fúrásos mérnök-földtani kutatásait geoelektromos mérésekkel — később mérnök-geofizikai szondázásokkal — egészítették ki. A térképezés más területei mellett szinte máig tartó folyamatos térképezés folyt a Balaton üdüőlőkörzeti sávjában [JÓSA, SZABADVÁRY 1969a].

A rendszeres és hosszú évekig tartó térképező munkák mellett azonban évente legalább egy tucatnyi, — sőt esetenként ennél lényegesen több — megbízást kaptak az

aktuális problémák megoldására. Szűk keretek között ezeket felsorolni sem lehet, csak legfeljebb néhányat kiemelni.

A nagy építkezések és földmunkálatok tervezési fázisában a geoelektromos módszereknek mindig fontos szerepük volt. Speciális problémát jelentett a karsztos területek üregeinek vagy a pincejáratoknak a kimutatása. Ezek megoldására komoly módszertani fejlesztőmunka folyt [KAKAS et al. 1970; NYÁRI 2000; VERŐ 2001a; NEDUCZA, PATTANTYÚS-Á. 2001]. A közelmúltban készült el az ELGI-ben a témakör kézikönyve.

Összetett problémát jelentett a völgyzárógáták környezetében a szivárgási helyek geoelektromos felderítése, ahol a szokásos módszerek mellett jól lehetett használni a természetespotenciál-mérést és a szózással végzett töltött test módszerét. 1968-ban Gyöngyösoroszában, 1975-ben Mátyásiban voltak ilyen mérések [JÓSA, SZABADVÁRY 1969b].

Utak és alagutak tervezett nyomvonalát módosíthatják a földtani ismeretek. Ez történt a Budapest–Pécs vasútvonal abaligeti alagútja esetében. A 60-as évek végén geoelektromos mérések alapján jelölték ki a csúszásra hajlamos, valamint a hasadékos területeket [JÓSA 1971].

A 70-es évek második felében indult meg a Dunajváros és Paks környéki, csúszásra hajlamos, löszös magas part geofizikai vizsgálata [JÓSA, TABA 1983; HERMANN et al. 2001]. A csúszásveszély vizsgálatára többek között a Mát-raaljai Szénbányák külfejtéses lignitbányájában is többször végeztek vizsgálatokat. Ezeknél a geoelektromos módszerek mellett egyre sűrűbben alkalmazták a mérnök-geofizikai szondázásokat is. Az ELGI ebben a témakörben is kézikönyvet készített.

Nagy volumenű geoelektromos kutatást végeztek a csak tervezett, vagy megvalósult nagy vízi építkezésekkel kapcsolatban is. 1970-től a Dráva mentén folytak ilyen mérések. Éveken át vizsgálták az akkor még csak tervezett Tisza-tó — a kiskörei tározó — környezetét. A legjelentősebb azonban a 70-es évek második felében a bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer építését megelőző vizsgálat volt [DOBROVOLNI et al. 1978]. Minden — a szlovák és magyar oldalon tervezett — létesítményéhez az ELGI végezte a méréseket, többek közt Visegrád és Nagymaros között a Dunán is. Kimutatták, hogy a tervezett gát nyomvonalával hegyesszögletű bezárt törésvonal húzódik a karbonátos és a miocén vulkáni aljzat kontaktusa mentén.

Évtizedeken át tartó rendszeres munka folyt az árvízvédelmi gátak vizsgálatára. Több ezer km összhosszúságú gátat mértek végig általában különböző behatolású elektromos szelvényezéssel, néha az EM-31 műszerrel, georadarral, VLF méréssel és elég gyakran mérnök-geofizikai szondázással. Az árvízvédelmi gátak kőzetanyagának és állapotának geofizikai vizsgálata az 1965. évi dunai árvíz után vetődött fel. Rendszeres vizsgálatok azonban nem kezdődtek. 1980-ban a Kettős-Körös gátszakadása után folytak kiterjedtebb ellenőrző mérések [JÓSA 1966; DOBROVOLNI, JÓSA 1981; VERŐ 2001b].

A geoelektromos sekélykutató módszereknek gyakori, kisebb volumenű feladata volt az építőipari alap- és nyersanyagok — a homok, kavics, agyag, mészkő, andezit, bazalt, gránit — kutatása. A geofizika a 60-as évek közepétől kezdte kiegészíteni a felszíni földtani és a magfúrásos kutatást [JÓSA, SZABADVÁRY 1969c]. A feladatot a fedő vastagságának megadása, a haszonanyag laterális és vertikális

lehatárolása és minőségi zónáinak szétválasztása jelentette. Hagyományosan az egyenáramú VESZ, HESZ, majd az újabb indukciós és rádiófrekvenciás módszerek voltak erre alkalmasak.

1973-ban Pula környékén addig ismeretlen nyersanyagot, alginitet — algakövet — fedeztek fel, amelynek fedőjében bentonit is található. Mindkét nyersanyag kiválóan alkalmazható a környezetvédelemben, a mezőgazdaságban, a gyógyászatban és az iparban. Bazaltkitörések krátertavaiban keletkeztek. A tavat körbezáró tufagyűrűk megtalálása és a tavi üledék tagolása érdekes geofizikai feladat, amelyben az alginitkutatás két évtizede alatt valamennyi geoelektromos módszer szerepelt [TÓTH 1994].

A mai értelemben vett környezet-geofizikai kutatás a 90-es években alakult ki. A Környezetvédelmi Minisztérium 1989-ben kérte fel a KFH-t, hogy a földtani kutatási eredmények alapján tegyen javaslatokat az Országos Veszélyeshulladék-lerakó Telepek Hálózatának kijelölésére. Az előzetesen alkalmasnak ítélt területeken a kismélységű kutatásokra berendezkedett Mérnök-geofizikai Osztály végzett áttekintő jellegű ellenállásméréseket. Azt vizsgálták, hogy 10–12 m mélységig található e számottevő vastagságú és kiterjedésű, vízzáró képződmény, amely a szennyeződéseknek a talajvízbe jutását megakadályozza. Az elektromos szondázással kiválasztott területen azután a szivárgási tényezőre is kiterjedő mérnök-geofizikai szondázást végeztek [FEJES, MAGYAR, SCHÖNVISZKY 1992a].

Egyre nagyobb számban volt szükség geoelektromos mérésekre az engedélyezett, vagy illegálisan működő lerakók vizsgálatára és megkeresésére. Sokszor az illegális lerakónak csak a gyanúja merült fel. Máskor tudták, hogy megtörtént a hulladék lerakása, de a pontos helyét már senki sem ismerte, mert földdel letakarták. Az egyen- és váltóáramú geoelektromos módszerek a zavart területek erősen változó ellenállásviszonyait jól érzékelik. A GP-mérés pedig utalhat a szennyezés anyagára. Alkalmanként a radarmérésre is sor került [FEJES, MAGYAR, SCHÖNVISZKY 1992b].

Módszertani szempontból a legérdekesebb munka Pécs mellett a MÉV dúsító zagyttározókból származó szennyeződés terjedésének geofizikai monitorozása volt. A dúsítás során jelentős mennyiségű konyhasót adagoltak a zúzott közetbe. A víz terjedését ezért ellenállás-anomália jelzi. A meglepetést a GP vizsgálatok okozták. A GP maximum ugyanis nem a legnagyobb sókoncentrációjú ellenállás-minimumokkal esett egybe, hanem a közepesen jelentkező, mintegy előjelezve a szennyeződés közeledését a védendő vízmű felé. Ezzel a módszerrel jelentős mennyiségű figyelőkút fúrását lehet megtakarítani [DRASKOVITS, MAGYAR, PATTANTYÚS 1995].

A szénhidrogén-szennyezések feltárása, a szennyezett víz, vagy a talajvízben úszó szénhidrogén áramlási irányának meghatározása az egyik leggyakoribb környezeti probléma. Az ELGI környezetvédelmi kutatásainak legnagyobb sikerét 1990–91-ben érte el, a mintegy 100-nál több szovjet katonai objektumban végzett mérésorozattal, amelynek kapcsán a talajvízben jelentős szénhidrogén-szennyezést tártak fel. A mérési eredmények olyan meggyőzőek voltak, hogy azokat a szovjet katonai hatóság a minták oroszországi ellenőrzése nélkül elfogadta. Sikerült bebizonyítani, hogy a szennyezett talaj és talajvíz tisztítási költsége összemérhető a kivonuló csapatok által itt hagyott létesítmé-

nyek értékével [DRASKOVITS et al. 2003]. A szennyezés áramlási irányának ekvipotenciális vonalakkal történő meghatározása oldotta meg a péceli vasútállomáson egy baleset során a talajba került — és a mindössze 150 m-re levő vízműkutakat fenyegető — 50 t gázolaj 63%-ának visszanyerését. A vasúti pályatest vízmű felőli oldalán előzetesen fúrt 28 kútból ugyanis alig sikerült szennyezett vizet kitermelni, mert az áramlás nem arra irányult [FEJES, MAGYAR, SCHÖNVISZKY 1990].

Az ELGI-ben nagyszabású kutatás folyik a földrengésveszélyeztetettség témakörében. A forrásterületek vizsgálatahoz a magnetotellurikus mérések eredményei — különösen a mélyszerkezeti vonalak vonatkozásában — jelentenek értékes hozzájárulást [ÁDÁM, ZALAI 2000].

A legutóbbi feladatok közé tartozik a radioaktív hulladékok tervezett elhelyezésével kapcsolatos kutatás. Ebben a nagyfrekvenciás MT, VESZ, tranziens, VLF, Slingram és multielektrodás mérések mindegyike szerepel [GULYÁS et al. 2003].

Az ELGI környezetvédelmi elektromos kutatásainak elismerése, hogy a német Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe által kiadott Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten könyvsorozat Geophysik kötetében a Maxiprobe módszerről, a mérnök-geofizikai szondázásról magyar szerzők írták a 40–40 oldalnyi fejezeteket. Hasonló elismerés az is, hogy az European Section of the Environmental and Engineering Geophysical Society 1999-ben Budapesten tartotta 5. konferenciáját.

2. A GGKI tellurikus mérései Paks környezetében tektonikai vonalat mutattak ki az atomerőműtől D-re [ÁDÁM, VERŐ 1990]. Az egyenáramú nulla-elrendezéssel felszínhez közeli hasadékokat kutattak a Jura hegységben — Svájcban — módszertani megfontolások végett [SZALAI et al. 2002].

3. Az ELTE-GT munkatársainak az utóbbi években végzett geoelektromos témájú kutatásai az árvízvédelmi töltések környezetében végrehajtott felszíni és mérnök-geofizikai penetrációs szondázások fejlesztésére irányultak [SALÁT 1999; 2001; SALÁT, NAGY 2002].

4. Az ME-GT-én a mérnök-geofizikai-környezetvédelmi kutatásokkal kapcsolatos módszerfejlesztéssel és konkrét mérési—térképezési feladatokkal is foglalkoztak.

Üregkutatásra gyakran alkalmazták a rétegszelvényezést [CSÓKÁS, GYULAI, LÉNÁRD 1974; FERENCZY 1980; GYULAI 1993]. Numerikus összehasonlító vizsgálatokat végeztek a különböző egyenáramú elektrodarendszerek információtartalmának, felbontási sajátságainak tisztázására [GYULAI 1998]. Inverziós és tomográfiai rekonstrukciós eljárásokat dolgoztak ki [DOBRÓKA, GYULAI 1993a].

A 60-as évek második és 70-es évek első felében a Szilikátipari Kutatóintézzettel együttműködve intenzíven foglalkoztak az építőipari nyersanyagok kutatási módszertanának kialakításával és ezt számos helyen alkalmazták [CSÓKÁS, EGGERSZEGI, VITÁLIS 1968; 1970].

Gátak vizsgálatára és a keresztező ösmedrek kimutatására egyenáramú tomográfiát, rádiófrekvenciás szondázást, nagyfrekvenciás mesterséges áramterű frekvenciaszondázást használtak [DOBRÓKA, GYULAI 1993b; TAKÁCS 1993a].

Többször végeztek mélyfúrások közötti, vagy felszíni multifrekvenciás méréseket a köztetfizikai változások időbeni követésére. Eljárást dolgoztak ki az átvilágítási sugár

közvetlen környezetére vonatkozó — a kísérő rétegek hatásától mentesített — effektív fajlagos ellenállás megadására [TAKÁCS, EGGERSZEGI 1987; TAKÁCS 1993b].

Többször eredményesen oldották meg a GP lecsengési görbe időállandó-spektruma alapján az eltérő polarizációs típusú szennyező komponensek térbeli szétválasztását [TURAI, DOBRÓKA 2001; TURAI 2001].

A felszínhez közeli változékonny környezetben az értelmezés megbízhatósága jelentősen növelhető a különböző fizikai paramétereket mérő módszerek adatainak együttes inverziójával. Olyan inverziós eljárást dolgoztak ki, amelyiknél nem feltétel az egyes köztetfizikai paraméterek változási helyeinek azonossága [GYULAI, ORMOS 2001].

4. A KBFI-Triász Kft. a gátak és hulladéktárolók vizsgálatát az általa kifejlesztett, sok elektrodás számítógépezérelt mérőrendszerrel végzi. A gát topográfiáját figyelembe vevő leképezési eljárást dolgoztak ki. Módszert alakítottak ki a hulladéktárolók szigetelő fóliája sérülési helyeinek megfigyelésére az alatta elhelyezett elektrodák, mint érzékelők segítségével [KOVÁCS, VARGA 2001].

5. Az ELGOSCAR Kft. a volt szovjet repülőtereken a szennyeződések feltárásában és kárelhárításában szerzett tapasztalataival, egyedülálló mérnök-geofizikai szondázó berendezésével és geoelektromos kutatási szakértelmével a környezet-geofizikai kutatások meghatározó bázisa. Nagyon jelentős környezetvédelmi tevékenységet folytat [KASZÁS, STICKEL 2001; DRASKOVITS 2001].

HIVATKOZÁSOK A 8. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A., VERŐ J. 1990: Application of the telluric and magnetotelluric methods in selection of sites for nuclear plants. *In: Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet Sci.)* **99**, 4
- ÁDÁM A., ZALAI P. 2000: A berhidai földrengéses terület tektonikai szerkezetének geoelektromos modellje. *Magyar Geofizika* **42**, 2
- CSÓKÁS J., EGGERSZEGI P., VITÁLIS Gy. 1968: Geoelektromos mérések a váci Nagyszál nyugati részén. *Földtani Kutatás* **1**, 3
- CSÓKÁS J., EGGERSZEGI P., VITÁLIS Gy. 1970: Geoelektromos mérések a miskolc-tapolcai Nagykőmázsán. *Geofizikai Közlemények* **19**, 1–2
- CSÓKÁS J., GYULAI Á., LÉNÁRD M. 1974: Mérnökgeofizika az építőiparban. *Építőanyag* **26**, 1
- DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1993a: Szeizmikus tomográfia és geoelektromos rekonstrukció. *In: Környezetvédelmi célú geofizikai módszerek fejlesztése a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén. 1553-93 Tempus JEP Vol. 1*
- DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1993b: Gáttomográfiai mérés. *In: Környezetvédelmi célú geofizikai módszerek fejlesztése a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén. 1553-93 Tempus JEP Vol. 1*
- DOBRÓVOLNI K., FEJES I., MAGYAR B., JÓSA E., SZABÓ M., VARGA J.-né 1978: Víz- és mérnökgeofizikai kutatások. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet MÄELGI 1977. évi jelentése
- DOBRÓVOLNI K., JÓSA E. 1981: Árvízvédelmi töltések felülvizsgálata mérnökgeofizikai módszerekkel. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- DRASKOVITS P. 2001: A budafoki és budatétényi karbonátos képződményekben lerakott gázgyári iszap felderítése felszíni geofizikai módszerekkel. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE

- DRASKOVITS P., FEJES I., MAGYAR B., STICKEL J. 2003: Enlargement of cone penetration testing equipment with resistivity measurements: field measurements, case histories. European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics (Prague), Proceedings paper No. 0-088
- DRASKOVITS P., MAGYAR B., PATTANTYÚS M. 1995: Geophysical methods in groundwater prospecting and environmental protection. *Fisica de la Tierra, Geofísica Aplicada 7*, Universidad Complutense de Madrid
- FEJES I., MAGYAR B., SCHÖNVISZKY L. 1990: Környezeti károk feltárása — olajszennyezés. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- FEJES I., MAGYAR B., SCHÖNVISZKY L. 1992a: Geofizikai mérések a környezetvédelem céljaira. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- FEJES I., MAGYAR B., SCHÖNVISZKY L. 1992b: Veszélyes hulladéklerakó telepek vizsgálata. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- FERENCZY L. 1980: Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása geoelektromos dipólszelvényezéssel. *Magyar Geofizika XXII*, 4
- GULYÁS Á., MADARASI A., SÖRÉS L., VÉRTESY L. 2003: Az üveg-hutai geoelektromos mérések eredményei. A Magyarhoni Földtani Társulat 2003. évi vándorgyűlése
- GYULAI Á. 1993: Geoelektromos rétegszelvényezés üregek, pincék kutatására. *In: Környezetvédelmi célú geofizikai módszerek fejlesztése a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén*. 1553-93 Tempus JEP Vol. 1
- GYULAI Á. 1998: A geoelektromos üregekutatás néhány kérdése. *Magyar Geofizika 39*, 2
- GYULAI Á., ORMOS T. 2001: Az együttes inverzió új alkalmazási lehetősége környezeti feladatok megoldásában. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- HERMANN L., NEDUCZA B., NYÁRI ZS., TÖRÖS E. 2001: Természeti veszélyforrások vizsgálata geofizikai módszerekkel. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- JÓSA E. 1966: A mérnökgeofizika alkalmazása az árvízvédekezésnél. *Földtani Kutatás*
- JÓSA E. 1971: Mérnökgeofizikai kutatások. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1970. évi jelentése
- JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1969a: Mérnökgeofizikai térképezés. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése
- JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1969b: Vízzivárgás vizsgálat. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése
- JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1969c: Építőipari nyersanyagkutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése
- JÓSA E., TABA S. 1983: Felszínmozgások vizsgálata. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1982. évi jelentése
- KAKAS K., JÓSA E., RÁNER G., SZABADVÁRY L. 1970: Mérnökgeofizikai mérések. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1969. évi jelentése
- KASZÁS I., STICKEL J. 2001: A Tiszavasvári Gyógyszergyár kommunális és ipari hulladéklerakójának környezetgeofizikai vizsgálata. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- KOVÁCS A., VARGA M. 2001: Geoelektromos geofizikai módszerek alkalmazása a környezetvédelemben. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- NEDUCZA B., PATTANTYÚS-Á. M. 2001: Védett barlangok kutatása felszíni geofizikai mérésekkel. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- NYÁRI ZS. 2000: Quality controlled resistivity inversion in cavity detection. *Geophysical Transactions 43*, 1
- SALÁT P. 1999: Környezetgeofizikai terepgyakorlat. Egyetemi jegyzet. ELTE TTK Geofizikai Tanszék
- SALÁT P. 2001: Veszélyeztetett hulladéklerakó és árvízi védvonal környezetek minőségbiztosított állapotfelmérési módszereinek optimalizálása. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- SALÁT P., NAGY L. 2002: Quality controlled geotechnical-geophysical monitoring of flood level's condition in Hungary. *In: Flood Defence Vol. 1*, Science Press, Beijing, New York
- SZALAI S., SZARKA L., PRÁCSER E., BOSH F., MÜLLER I., TURBERG P. 2002: Geoelectric mapping of near-surface karstic fractures by using null arrays. *Geophysics 67*, 6
- TÓTH Cs. 1994: A kemenesháti tufagyűrűk geofizikai kutatása. *Geophysical Transactions 39*, 2-3
- TURAI E. 2001: A gerjesztett polarizációs módszer alkalmazásának eredményei a hulladéklerakók vizsgálatánál. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- TURAI E., DOBRÓKA M. 2001: On generalized TAU-transform method — Some case histories. *Publ. of the Univ. of Miskolc. Ser. A., Mining, Geoscience 59*
- VERŐ L. 2001: Üregek, pincejáratok kimutatásának geofizikai módszerei. *In: Földtudományok és földtani folyamatok kockázati tényezői*. MTA
- VERŐ L. 2001: Árvízvédelmi gátak és az aljzatukat képező földtani formációk geológiai, geofizikai értékelése. *In: Földtudományok és földtani folyamatok kockázati tényezői*. MTA

III. JELENTŐSEBB NEMZETKÖZI KAPCSOLATOK ÉS EGYÜTTMŰKÖDÉSEK

1. A földi elektromágneses tér eredetével és a földi tér felhasználásával végzett globális földtani kutatások nem nélkülözhetik a nemzetközi együttműködést. A magneto-tellurikus kutatásokat illetően ez egyrészt a IAGA keretében és különösen az 1972-ben induló elektromágneses indukciós munkaértekezleteken valósult meg. Magyar résztvevő ÁDÁM Antal személyében először 1969-ben tudott részt venni IAGA-konferencián, aki azután 1975-ben az I/3. Elektromágneses Indukciós Munkacsoport társelnöke lett.

A „keleti” országok együttműködése a KAPG — azaz a Szocialista Országok Tudományos Akadémiáinak Együttműködési Bizottsága a Planetáris Geofizika területén — magnetotellurikus munkacsoportjában történt [ÁDÁM 1970]. Ebben a magyar kutatóknak fokozatosan növekvő szerepük volt és igyekeztek elérni, hogy a szervezet magyarországi rendezvényein nyugati szakemberek is részt vegyenek. Így Magyarország a híd szerepét töltötte be a „nyugati” és „keleti” indukciós szakemberek kapcsolatában. Kiemelkedő, a jövő együttműködések eseményeit hosszú távon meghatározó eseménye volt ennek a törekvésnek, hogy ÁDÁM meghívására 1976-ban Sopronban került sor az elektromágneses indukciós munkacsoport emlékeztető ülésére 120 résztvevővel. A fontos esemény súlyát még emelte, hogy akkor jelent meg a nagyszabású és sikeres „Geoelectric and Geothermal Studies” KAPG monográfia, amely még ma is sokat hivatkozott alapirodalom.

ÁDÁM-ot 1979-ben az IUGG kongresszusán az I/3. „Elektromágneses indukció a Földön és Holdon” munkacsoport elnökévé választották, e tiszteletet 1983-ig töltötte be.

A KAPG korábbi rendezvényei és a ma is folyamatosan működő IAGA elektromágneses indukciós ülések visszatérő fórumai a magyar eredmények publikálásának, valamint az információk kölcsönös átadásának.

2. A geoelektromos kutatásokban számos nemzetközi együttműködés folyt és több külföldi mérés történt az elmúlt évtizedekben. A teljességre való törekvés nélkül intézményenként az alábbiak voltak a legjelentősebbek.

2.1. A GGKI esetében az alábbiakat lehet említeni:

— az MT tér méretének vizsgálata egyidejű mérésekkel Kelet-Európában (1967–1969),

— MT mérések a Keleti-Alpokban, kooperációban a Bécsi Egyetemen és a Meteorológiai és Geodinamikai Intézettel (1978–1983),

— MT mérések Finnországban, együttműködve az Oului Egyetemen (1980),

— osztrák, svájci és francia geofizikusokkal közös geoelektromos kutatások a Fertő-tavon a 90-es években.

2.2. Az ELGI Mongóliában 1957 és 1990 között jelentős mértékben geoelektromos mérésekkel komplex víz- és ércutatást, valamint földtani térképezést végzett. A munka 1976-ig kétoldalú szerződés alapján, majd a KGST égisze alatt nemzetközi földtani expedíciók keretében folyt [HOBOT, ZSILLE 1998; FEJES 2002].

A Szovjetunió több kutatóintézetével alakult ki módszerfejlesztési együttműködés. Így például

— a moszkvai VNIIGeofizikával a 60-as években MT és EMT témákban,

— a moszkvai Lomonoszov Egyetemen az elektromágneses szondázások témában [DMITRIEV, KÁTAI, SZABADVÁRY 1980],

— a leningrádi RudGeofizikával a 70-es években GP témában,

— a novoszibirszki Akadémiai Intézettel a 80-as években tranziens témában.

Ausztriában 1973-ban először ércutatást végeztek. 1968-tól tudományos együttműködési szerződést kötött a bécsi Geologische Bundesanstalt és a Központi Földtani Hivatal. Ebben a geofizika a 70-es években jutott nagyobb szerephez. A geoelektromos témákat illetően a GP mérések, hidrogeológia felhasználása és a Maxi-Probe frekvenciaszondázás említhető. Ez az együttműködés adta a keretet az 1987 és 1990 közötti magyarországi légi elektromágneses mérésekhez.

Geoelektromos módszereket használó vízkutatások Iránban (1974), Irakban (1976) és Líbiában (1980) voltak. Bauxitkutatást Jugoszláviában 1978-ban és Görögországban 1986-ban végeztek. Szulfidosérc-kutatásra Spanyolországban 1984-ben, magnezitkutatásra Törökországban 1988-ban került sor.

1980-tól kétoldalú KGST segélyprogram keretében megkezdődtek a földtani kutatások Kubában. 1983 és 1990 között egymás után két kubai-magyar földtani expedíció végzett ércutatást.

Nagyszámú külföldi mérés folyt különböző — olykor speciális — földtani feladattal a Maxi-Probe frekvenciaszondázó műszerrel. Így 1981-ben Olaszországban és Bajorországban, 1982-ben Svédországban, Finnországban, Ausztriában, Bulgáriában, Norvégiában és a Szovjetunióban, 1985-ben Finnországban és Spanyolországban, 1988–1989-ben Mongóliában, az NDK-ban, a Szovjetunióban és Kubában.

A Geofizika n.p. Brno és az ELGI 1977-ben kötött együttműködési szerződést. Ennek keretében az ELGI MT mérésekét végzett a Morva-medencében. Szlovákia területén is voltak MT kutatások, mint pl. a 80-as években a PGT-1 alapszelvény meghosszabbítása a lengyel határig, majd a 90-es években a Garam völgyében.

A szlovák és a magyar tudományos akadémiák földtudományi osztályai kezdeményezésére az országhatárok menti földtani és geofizikai adatok összekapcsolása érdekében 1990-ben indult el a DANREG program. A szlovák földtani intézet és a KFH megállapodásához csatlakozott az osztrák állami földtani szolgálat is. A közös munka eredményeként mintegy 20 000 km²-nyi területre születtek — egyéb térképek mellett — AB= 200, 600 és 1000 m elektrodátávolsággal mért látszólagos fajlagos ellenállás térképek. Ezek alapján meghatározták a területre a negyedkori üledék összvastagságát, a kavics öszlet vastagságát. A GP adatok alapján az egyes mélységintervallumokra litológiai minősítést adtak. A Rába–Hurbanóvó vonal és a Mur–Mürz vonal helyzetének pontosítása is megtörtént a MT mérések alapján [DRASKOVITS, TKÁCOVA, SÓRÉS 1997; NEMESI et al. 1997].

Az US Geological Survey és a KFH együttműködési szerződésének geoelektromos szempontból elsősorban a GP és tranziens mérések terén voltak eredményei [KAKAS et al. 1985; VERŐ, SMITH, ANDERSON 1985].

2.3. Az ELTE-GT és a Leningrádi Állami Egyetem Fizikai Fakultásának Geofizikai Tanszéke együttműködésének köszönhető a geoelektromos értelmezés információs-statisztikus módszereinek hazai kidolgozása.

2.4. Az ME-GT a soproni Geodéziai–Geofizikai Munkaközösséggel közösen állította ki a Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció tellurikus csoportját 1956 és 1959 között [TAKÁCS 2001]. A jugoszláviai Kortradez-i szénbányában a karsztvizet szállító hasadék felkutatása folyt bányabeli mérésekkel 1981-ben.

A tanszék kutatómunkája szempontjából — különösen a bányabeli geoelektromos módszerek fejlesztését és az inverziós kutatásokat illetően — nagy jelentősége volt a bochumi Ruhr Egyetemen történt, 1981–2001 közötti kooperációnak. Ezt a német és magyar tudományos akadémiák közötti együttműködés keretében több, egymás után elnyert pályázat tette lehetővé.

Az 1991–93 közötti, Geofizikai módszerek a környezetvédelemben témakörű Tempus projekt által, — amelyben a Ruhr Universität Bochum Institut für Geophysik, a bochumi DMT Institut für Angewandte Geophysik és a delfti TNO Institute of Applied Geoscience voltak a közreműködő partnerek — az oktatás és kutatás korszerű szintű feltételei teremődtek meg.

A Utahi Egyetem Földtudományi Intézetével az elektromágneses terek numerikus modellezése témakörben és doktorandusz fogadása által folyt eredményes együttműködés.

2.5. Az olajipari geoelektromos kutatásokban a legjelentősebb nemzetközi együttműködés a GKV és a lengyel olajipar krakkói geofizikai vállalata közös kutatócsoportjának az 1982–1986. évekre kiterjedő, évente 3–4 hónapig tartó magyarországi terepi mérése volt a WEGA-D rendszerrel.

A mérések célkitűzése a szénhidrogén-előfordulások közvetlen kimutathatóságának kísérleti bizonyítása volt

Kiskunhalas–Kiskunmajsa–Kömpöc, Álmosd–Bagamér–Kismarja és Dévaványa–Körösladány térségében speciális elektromágneses metodika alkalmazásával. Az Álmosd–Bagamér–Kismarja térséget harántoló oldaleltolódási zónában kimutatott WEGA-D indikációkra Sáránd és Kokad környékén telepített fúrások kitermelhető földgáz-előfordulásokat tártak fel. A kísérletek eredményei azt igazolták, hogy a világ más szénhidrogén-előfordulásain megfigyelt geofizikai–geokémiai jelenségek a Pannon-medence földtani viszonyai között is előfordulnak és az üledékes összlet geoelektromos paramétereiben okozott hatásaik elektromágneses mérésekkel kimutathatók.

Másik említésre érdemes együttműködés a magnetotellurikus mérési eredmények korszerű, 2-D inverziós interpretációjának területéhez kapcsolódott 1988–1989-ben az OKGT és a USGS között a Kisalföldi-medence szénhidrogén-földtani analízisére létrejött megállapodás keretei között. A GKV kisalföldi regionális MT szelvényeinek az USGS denveri geofizikai részlegének közreműködésével elvégzett értelmezése a medencealjzat takarós felépítéséről kapott szeizmikus kutatási eredmények integrált részét képezte.

HIVATKOZÁSOK A III. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A. 1970: A szocialista országok tudományos akadémiáinak együttműködése a planetáris geofizikában. A KAPG szervezete és működése. *Magyar Geofizika* **11**, 4–5
- DMITRIEV V. I., KÁTAI I., SZABADVÁRY L. 1980: Mathematical models of the electromagnetic sounding and mapping in geophysics. Lomonosov Egyetem, ELTE, ELGI

DRASKOVITS P., TKÁCOVA H., SÖRÉS L. 1997: Geophysical exploration of quaternary formations in the area of the DANREG project. *Geophysical Transactions* **41**, 3–4, Special issue

HOBOT J., ZSILLE A. 1998: Geofizikai kutatások Mongóliában. *Magyar Geofizika* **39**, 4

FEJES I. 2002: Geofizikai kutatások Mongóliában. *Magyar Geofizika* **43**, 3

KAKAS K., FRISCHKNECHT F. C., ÚJSZÁSZI J., ANDERSON W., PRÁCSEER E. 1985: Transient electromagnetic soundings — Development of interpretation methods and application to bauxite exploration. *Geophysical Transactions* **31**, 1–3, Special edition

NEMESI L., ŠEFARA J., VARGA G., KOVÁCSVÖLGYI S. 1997: Results of deep geophysical survey within the framework of the DANREG project. *Geophysical Transactions* **41**, 3–4, Special issue

TAKÁCS E. 2001: A Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció tellurikus csoportjának munkája 1956-tól 1959-ig. Geotudományok. A Miskolci Egyetem Közleménye. *Bányászat* **56**

VERŐ L., SMITH B. D., ANDERSON W. L. 1985: Comparison of interpretation methods for time-domain spectral induced polarization data. *Geophysical Transactions* **41**, 1–3, Special edition

Köszönetünket fejezzük ki BERTHA Zsolt, DRASKOVITS Pál, GERZSON István, KAKAS Kristóf, PATTANTYÚS-Á. Miklós, REZESSY Géza, SALÁT Péter, VARGA Géza és VARGA Mihály kollégáinknak, akik írásos feljegyzéseikkel segítették tanulmányunk elkészítését.

*Ádám Antal,
Nagy Zoltán,
Nemesi László,
Takács Ernő*

A vízkutatásban alkalmazott magmágneses rezonancia (NMR) módszer alapjai

A cikk egy, a vízkutatás témakörében megjelent ígéretes eljárás, a protonrezonanciás módszer fizikai hátterének rövid áttekintésére vállalkozik. Az összefoglalás két részre tagolódik. Az első rész főleg a módszerrel, a második pedig elsősorban a proton eredetű paramágnesség fellépésének és viselkedésének kérdésével foglalkozik, a pórusvíz sajátságait is érintve.

P. SZEMERÉDY: Principles of the nuclear magnetic resonance (NMR) method introduced in water prospecting

According to reports, experiences with nuclear magnetic resonance (NMR) method introduced recently in water prospecting seem to be very promising. This paper presents a short résumé of the physics, which the method is based upon. The review consists of two parts. The first one considers mainly the method, the second one outlines the origin and behaviour of proton paramagnetism in water, and its peculiarities in interstitial water.

Bevezetés

A magmágneses rezonancia (NMR) módszer alkalmazása a vízkutatásban az utóbbi tíz évben kezdett elterjedni. Az eljárás iránti érdeklődést az indokolja, hogy segítségével „közvetlenül” a víztároló rétegek mutathatók ki, és a mobilis víz mennyisége is megbecsülhető. Az alábbiakban a módszer fizikai hátterét kívánjuk vázlatosan áttekinteni. Az eljárás a protonok ún. szabad precesszióját hasznosítja, a protonmagnetométerhez hasonlóan. Ezért az alapelv lényegének körvonalázásához kézenfekvő az ismertebb protonmagnetométer működési elvéből kiindulni.

1. Megjegyzések a protonmagnetométer működéséről

A protonmagnetométer működésének lényegesebb mozzanatai a következők:

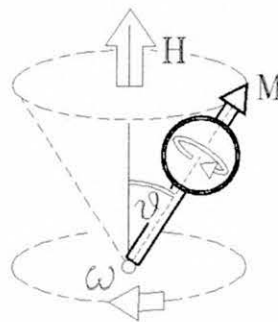
1. a mágnesező fázis,
2. a mágnesező tér nem-adiabatikus megszüntetése,
3. a szondatekerccsben fellépő szabad precessziós jel (a protonjel) frekvenciájának megmérése.

A mérőszonda egy tekerccsel körülvelt protonmintából áll. Protonmintaként valamilyen nagy hidrogéntartalmú folyadék, esetleg víz szolgál. A néhány másodpercig tartó mágnesező fázis alatt a sokmenetű szondatekerccsben egyenáram folyik, a folyadékban az \mathbf{F} földmágneses térnél lényegesen erősebb \mathbf{H}_m mágneses teret keltve. Ennek következtében a mintafolyadékban a

$$\mathbf{H}_e = \mathbf{F} + \mathbf{H}_m \quad (1)$$

eredő mágneses tér irányában proton eredetű mágneses nyomaték alakul ki, melynek értéke a térfogategységben $\mathbf{M}_e = \chi \cdot \mathbf{H}_e$, ahol $\chi = 3,3 \cdot 10^{-10}$ a víz és a vízzel azonos hidrogénsűrűségű folyadékok *magmágneses szuszceptibilitása*. A térfogategységre eső proton eredetű mágneses nyomatékokra a „*nukleáris mágnesezettség*”, vagy a „*magmágneses polarizáció*” elnevezéssel szokás hivatkozni. A \mathbf{H}_m mágnesező tér bekapcsolása után egy ideig várni kell, mert a protonminta \mathbf{M}_e mágnesezettsége a \mathbf{H}_e mágneses tér irányában fokozatosan, *termikus relaxációval* épül fel. Az alkalmazott mintafolyadékok esetében a termikus relaxáció egy-két másodperc alatt megy végbe.

A protonmintában kialakuló makroszkopikus mágneses nyomaték protonok mágneses nyomatékaiból épül fel (ld. később, részletesebben). A protonok mágneses térben mágnesestű-pörgettyű kombinációkként viselkednek, vagyis mágneses nyomatékok és impulzusnyomatékok együttes precessziós mozgást végez. A precessziós hajlamot a protonok mágneses nyomatékaiból felépülő eredő makroszkopikus mágneses nyomaték, ill. e nyomaték térfogategységre eső hányada, az \mathbf{M} nukleáris mágnesezettség is „örökli”. A precesszió szögsebessége arányos az éppen uralkodó \mathbf{H} mágneses tér H erősségével: $\omega = \gamma \cdot H$, ahol $\gamma = 2,6753 \cdot 10^4$ radián/(gauss-s) a *proton giromágneses aránya*. Az impulzusnyomatékkal csatolt mágnesezettség pörgettyűszerű precesszióját az 1. ábra érzékelteti. Eltérő viselkedésük miatt érdemes az \mathbf{M} mágnesezettség-vektort a

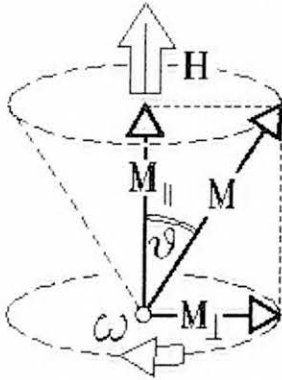


1. ábra. Az \mathbf{M} mágnesezettség precessziója

Fig. 1. Precession of magnetisation \mathbf{M}

\mathbf{H} mágneses tér menti \mathbf{M}_{\parallel} *longitudinális*, és az erre merőleges \mathbf{M}_{\perp} *transzverzális* komponensre felbontani, a 2. ábra szerint. Az \mathbf{M} vektor precessziója az \mathbf{M}_{\perp} *transzverzális mágnesezettség* $\omega = \gamma \cdot H$ szögsebességű forgásának következménye. A rajzokon a precessziós kúpnak az M_{\perp}/M_{\parallel} aránytól függő ϑ fél nyílásszöge is fel van tüntetve. A mágneses energia minimalizálására irányuló tendenciájával a termikus relaxáció a protonminta mágnesezettségét a \mathbf{H} mágnesező térben az $\mathbf{M}_{\perp} = 0$, és így a $\vartheta = 0$ követelmények teljesülésével hozza létre. Az eredmény: tiszta longitudinális mágnesezettség, melynek pre-

cessziós kúpja zárt, és ezért esedékes $\omega = \gamma \cdot H$ frekvenciájú precessziója „nem látszik”. Abból a célból, hogy a precesszió manifesztálódjék, a mágnesezettség tisztán longitudinális (azaz $\mathbf{M}_\perp = 0$) állapota megfelelő beavatkozással megzavarható. A továbbiakban az említett beavatkozásra gyakran a „precessziós kúp kinyitása” kitéllel hivatkozunk. Az igen gyenge nukleáris mágnesezettség vizsgálatának minden módszere arra épül, hogy a \mathbf{H} mágneses térben forgó \mathbf{M}_\perp komponens — pontosabban, a protonminta e komponenssel összefüggő mágneses nyomatékának rezgő mágneses tere — egy tekeresben ω frekvenciájú váltófeszültséget kelt, mely váltófeszültség erősítéssel megfigyelhető. A megfigyelést mindig a protonminta felmágnesezésével, és a keltett longitudinális mágnesezettség zárt precessziós kúpjának kinyitásával kell bevezetni.



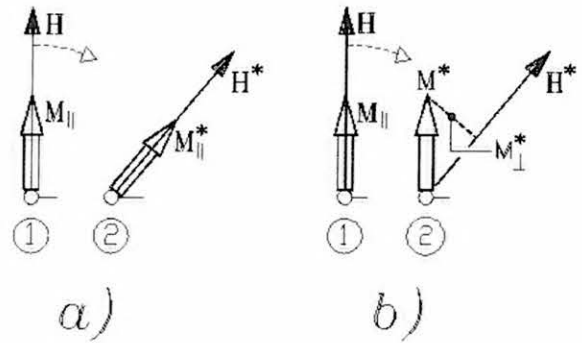
2. ábra. A mágnesezettség komponensei

Fig. 2. Components of magnetisation

A protonmagnetométer tulajdonképpen az \mathbf{F} földmágneses térben folyó protonprecesszió $\omega_F = \gamma \cdot F$ frekvenciáját méri, és az említett tér erősségét a mért frekvenciából számolja ki. Már a fentiekben is utalás történt arra, hogy a precessziós frekvencia megmérhetőségét két beavatkozással is elő kell készíteni. Egyrészt a protonmintát fel kell mágnesezni. (Ilyen hatású a földmágneses tér is, de a keletkező mágnesezettség az adott célra túl gyenge.) Ezért a mágnesező fázisban erős \mathbf{H}_m mesterséges mágneses teret kell alkalmazni. Az (1) képlettel megadott \mathbf{H}_e mágneses térben képződő mágnesezettség tisztán longitudinális. A földmágneses tér helyi térerősségére jellemző ω_F precessziós frekvencia megmérése az említett longitudinális mágnesezettség precessziós kúpjának kinyitásával és a \mathbf{H}_m mesterséges mágneses tér megszüntetésével válik lehetővé. Az alábbiakból kiderül, hogy a mágnesező tér elegendően gyors megszüntetésével a két követelmény egyidejűleg teljesíthető.

A protonmagnetométer működési elvének tárgyalását egyelőre tartósan megszakítva, a gyors mágnesező tér megszüntetés hatásának tanulmányozásához, pontosabban ennek előkészítése céljából keressük a választ a következő kérdésre: hogyan viselkedik a protonmintában fellépő mágnesezettség akkor, ha a \mathbf{H} mágnesező tér nagysága végig állandó, de — a felmágnesezést követően — iránya „lassan”, ill. „gyorsan” elforgó kezdeti „nyugalmi” irányából? A \mathbf{H} mágneses térben a precessziós frekvencia: $\omega = \gamma \cdot H$. Jelölje Ω a \mathbf{H} vektor elforgásának szögsebességét.

Lassú az elforgás, ha $\Omega \ll \omega$ és gyors, amikor $\Omega \gg \omega$. A feltételezett lassú és gyors elforgásnak megfelelően a 3. ábra a 3a) és a 3b) ábrarészre tagolódik. Minden ábrarészen két mozzanat figyelhető meg. Az 1. mozzanat a kiinduló állapotot demonstrálja: a protonminta a \mathbf{H} mágneses térben felmágneseződik. (A szemléltethetőség érdekében a rajzon az M_\parallel/H arány a valóságoshoz képest erősen torzított.) A 2. mozzanat a mágneses tér irányának elbillenését követő állapotokat érzékelteti. A 3a) ábrarészen megfogalmazott állítás a következő: a \mathbf{H} mágneses tér irányának lassú elfordulása a mágnesezettség kiinduló longitudinális állapotát nem zavarja meg, a precessziós kúp az „új” \mathbf{H}^* mágneses térben is zárt marad. (Most az elforgás adiabatus változás, melyhez a mágnesezettség precessziójával folyamatosan alkalmazkodni képes.) A 3b) ábrarész a \mathbf{H} vektor gyors elbillenésének következményét demonstrálja. A mágnesezettség „leszakad” a gyorsan elforgó mágneses térről. A precessziós kúp az „új” \mathbf{H}^* mágneses térben már nyitott. (Az állapotváltozás nem-adiabatus.) Megjegyzés: a 3. ábra és a hozzá fűzött magyarázat azért érdekes, mert érzékelteti a trükkök egyikének hátterét, melyek révén a protonmintában keltett longitudinális mágnesezettség zárt precessziós kúpja kinyitható a precesszió észlelhetősége végett.

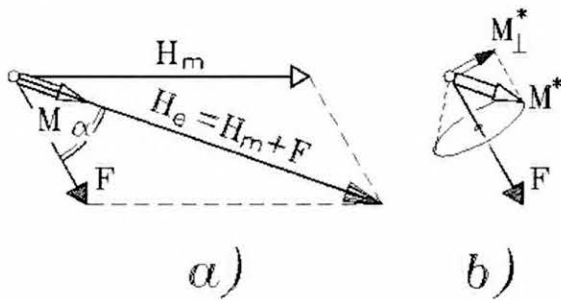


3. ábra. A \mathbf{H} mágneses tér adiabatus és nem-adiabatus elforgásának következménye

Fig. 3. Consequence of changing adiabatically and non-adiabatically the direction of magnetic field \mathbf{H}

A 4. ábra a) része a protonmagnetométer működésének 1. fázisát idézi fel. E fázis végén a protonminta az (1) eredő mágneses térben $\mathbf{M} = \mathbf{M}_\parallel = \chi \cdot \mathbf{H}_e$ longitudinális mágnesezettséggel bír, melynek precessziós kúpja zárt. A szondatengely helyes orientálásával a \mathbf{H}_e eredőtér és egyben az \mathbf{M} iránya valamilyen $\alpha \neq 0, \pi$ szöget zár be az \mathbf{F} földi tér irányával. A 2. működési fázis célja az, hogy a \mathbf{H}_m mesterséges mágneses tér eltüntetése után az \mathbf{M} mágnesezettség nyitott precessziós kúppal jelenjék meg az \mathbf{F} földmágneses térben. A \mathbf{H}_m tér megszüntetése folyamán a \mathbf{H}_e eredő hirtelen csökkenve beforgó a földi tér irányába, és végül — irány és nagyság szerint — a földi tér \mathbf{F} vektorával válik azonossá. A \mathbf{H}_m tér elegendően gyors (nem-adiabatus) megszüntetése során a \mathbf{H}_e vektor elforgásával bekövetkező állapotváltozás analóg a 3b. ábrán körvonalazottal. A precessziós kúp kinyílik és az $|\mathbf{M}| = |\mathbf{M}_\parallel| = M$ nagyságú \mathbf{M}^* mágnesezettség a 4b. ábrán demonstrált precessziós mozgásba kezd az \mathbf{F} földi térben. Ez

azt jelenti, hogy — a precessziós kúp kinyitását követően — a protonminta dV térfogatelemei $\mathbf{M}^* dV$ elemi mágneses nyomatékkal rendelkeznek, mely nyomatékok $\omega_F = \gamma \cdot F$ frekvenciával precesszálnak. Az említett mágneses nyomatékok precessziójukkal váltófeszültséget — protonjelet — indukálnak ugyanabban a tekercsben, mely korábban a \mathbf{H}_m mágnesező tér keltésére szolgált. A protonmagnetométer ennek a váltófeszültségnek ω_F frekvenciáját méri meg, és e frekvenciából számolja ki a mérés tárgyát képező F földmágneses térerősséget. (A 4. ábra csupán egynél valamivel nagyobb H_m / F arányt tételez fel. A hitelesség érdekében megjegyzendő, hogy a valóságban az említett arány száz, vagy annál is nagyobb. Más szóval, erős mágnesező teret alkalmaznak abból a célból, hogy a nyert nukleáris mágnesezettség a technikailag megvalósítható lehető legnagyobb legyen. — A protonok $f_F = \omega_F / (2 \cdot \pi) = \gamma \cdot F / (2 \cdot \pi)$ precessziós frekvenciája Magyarország területén 2000 Hz közelébe esik.)



4. ábra. A \mathbf{H}_m mágneses tér nem-adiabatikus megszüntetésének következménye

Fig. 4. Consequence of non-adiabatic elimination of magnetic field \mathbf{H}_m

A protonjel feszültségét leíró képlet megszerkesztéséhez abból lehet kiindulni, hogy egy tekercsben folyó i áram által keltett \mathbf{H} mágneses tér energiája a

$$w = \frac{1}{2} \cdot \int_V (\mathbf{H} \cdot \mathbf{B}) \cdot dV = \frac{L \cdot i^2}{2} = \frac{\phi \cdot i}{2}, \quad (2)$$

alakban fejezhető ki, ahol \mathbf{B} a mágneses indukció, L a tekercs önindukciója, és ϕ a mágneses fluxus. A V térfogat szerinti integrálást az egész háromdimenziós térre kell végrehajtani. A fenti összefüggésből

$$\phi = \int_V \frac{(\mathbf{H} \cdot \mathbf{B})}{i} \cdot dV = \int_V (\mathbf{h} \cdot \mathbf{B}) \cdot dV. \quad (3)$$

Itt bevezettük az egységnyi áramerősséghez tartozó $\mathbf{h} = \mathbf{H}/i$ mágneses térerősséget. A protonminta esetében a $\mathbf{B} = \mathbf{M}_\perp$ specializálás alkalmazandó. (SI rendszerben számolva $\mathbf{M} = \chi \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H}$ értendő, ahol μ_0 a vákuum permeabilitása.) Most az integrálás a protonminta V_{pm} térfogatára vonatkozik:

$$\phi = \int_{V_{pm}} (\mathbf{h} \cdot \mathbf{M}_\perp) \cdot dV. \quad (4)$$

Ebből a tekercsben indukált elektromotoros erő (a protonjel, a szabad precessziós feszültség):

$$U = -\frac{\partial \phi}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_{V_{pm}} (\mathbf{h} \cdot \mathbf{M}_\perp) \cdot dV. \quad (5)$$

Mivel $(\mathbf{h} \cdot \mathbf{M}_\perp)$ skaláris szorzatot jelent, az ω_F frekvenciával rezgő protonjel (kezdeti) amplitúdója:

$$U_0 = \omega_F \cdot \int_{V_{pm}} h_\perp \cdot M_\perp \cdot dV, \quad (6)$$

ahol a protonmagnetométer esetében h_\perp a $\mathbf{h} = \mathbf{H}_m/i$ mágneses térerősségnek az \mathbf{F} földmágneses térre merőleges komponensét, pontosabban e komponens nagyságát jelöli. (i a szondatekercsben folyó áram erőssége a mágnesező fázisban.) A később körvonalazandó transzverzális relaxáció miatt a szondatekercsben fellépő protonjel idővel fokozatosan megszűnik, mert lefolyása

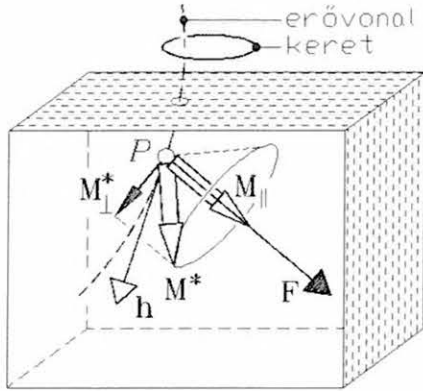
$$U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_2^*}} \cdot \cos(\omega_F \cdot t + \varepsilon) \quad (7)$$

alakú, ahol T_2^* a protonminta anyagi minőségétől és még további tényezőktől függő *transzverzális relaxációs idő*. (A „homogén” földmágneses térben, csapvízre T_2^* értéke 1–2 s. A különlegesen tiszta víz transzverzális relaxációs ideje kb. 3,5 s. A csapvíznél a szennyező (oldott) paramágneses ionok, pl. a levegőből felvett oxigén ionjai ezt lecsökkentik. Tovább csökkentheti a T_2^* időt a mágneses tér inhomogenitása.)

2. A víztároló rétegek kimutatásának elvi lehetősége a mágneses jelenségek igénybevételével

Az \mathbf{F} térerősségű földmágneses térben a víz állandóan $\mathbf{M}_\parallel = \chi \cdot \mathbf{F}$ egyensúlyi (longitudinális) mágnesezettséggel bír. Így földi körülmények között a gondolatkísérlet céljából az 5. ábrán felvázolt hasáb alakú víztömb — a választott protonminta — is mágnesezett. (Ld. a rajzon az \mathbf{F} vektort és a vele párhuzamos \mathbf{M}_\parallel mágnesezettséget a P pontban!) Ha az \mathbf{M}_\parallel mágnesezettséget \mathbf{F} -fel párhuzamos helyzetéből valamilyen behatással sikerül elfordítani (vagyis \mathbf{M}_\parallel zárt precessziós kúpját kinyitni), akkor a nyert \mathbf{M}^* mágnesezettség-vektor az ábrán is érzékeltetett precesszióba kezd az \mathbf{F} földmágneses térben. A precesszáló \mathbf{M}^* mágnesezettség — pontosabban, az \mathbf{M}^* mágnesezettség révén a vízhasáb egészében fellépő proton eredetű mágneses nyomaték rezgő mágneses tere — a hasáb felett elhelyezkedő keretantennában $\omega_F = \gamma \cdot F$ frekvenciájú csillapodó váltófeszültséget kelt. A váltófeszültség U_0 kezdeti amplitúdója megmérhető. Persze, mivel a modell most ismert, (6) alapján U_0 kiszámítására is lehetőség kínálkozik. Nyilvánvaló, hogy a protonjel U_0 kezdeti amplitúdója a vízhasábban foglalt víz térfogatával arányos. Helyettesítsük gondolatban a vízhasábot ugyanolyan mére-

tű, egyenletesen vizesített közethasábbal! Jelölje ekkor a mért kezdeti amplitúdót U'_0 ! Az U'_0/U_0 hányados a víztároló közet víztartalmára jellemző egyfajta porozitásának — az ún. szabadvíz porozitásnak — a mértéke. A későbbiekben majd kitérünk arra, hogy a „szabadvíz” megszorítás gyakorlatilag a „mobilis víz” kitétel szinonimája. Lényegileg ezen az alapon merült fel annak a lehetősége, hogy a proton eredetű nukleáris mágnesség viselkedésére alapozva, a víztároló rétegek kimutatására és a rétegekben jelenlévő „mobilis” víz mennyiségének felmérésére felszíni módszer, ill. eszköz szerkeszthető. (A fogalmak pontosítását lásd később!)



5. ábra. A vízhasáb precesszáló mágnesezettsége a keret-antennában elektromotoros erőt kelt

Fig. 5. Precessing magnetization in the water prism induces em. f. in the frame antenna

A precessziós kúp kinyitására, tehát az $M_{||} \rightarrow M^*$ elforgatás megvalósítására a protonmagnetométernél bevált eljárás a vízkutató módszer esetén több okból sem alkalmazható. Egyebek között azért nem, mert a feltételezett mágnesező tér elvárt nem-adiabatikus megszüntetése nem kivitelezhető a közeg (a rétegek) jelentős elektromos vezetőképesége miatt. Ugyanis a közegben fellépő örvényáramok csillapító hatása túlzottan lelassítaná a mágnesező tér megszűnését. Egy további ok: a formációkban földfelszíni eszközökkel — technikai okokból — nem hozható létre elegendően erős mágnesező tér. A precessziós kúp kinyitására más megoldást kellett keresni. Erre az alább körvonalazandó jelenség, a „protonrezonancia” révén kínálkozik lehetőség.

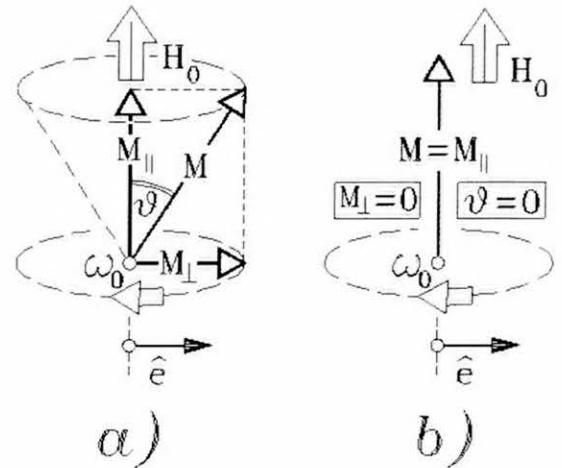
3. A protonrezonancia

Az M mágnesezettség $\omega_0 = \gamma \cdot H_0$ frekvenciájú precessziós mozgást végez a H_0 mágnesező térben. A precesszió abból adódik, hogy az M_{\perp} transzverzális komponens H_0 iránya körül $\omega_0 = \gamma \cdot H_0$ szögsebességű forgást végez. Aszerint, hogy a precessziós kúp nyitott, vagy zárt, a precesszió valóságos, ill. látens. A mágnesezettség említett két állapotát a 6. ábra érzékelteti. Egy megfelelő irányú és frekvenciájú rezgő mágnesező térrel protonrezonanciát kiváltva a két állapot bármelyike drasztikusan megzavarható. Az ábrákon feltüntetett \hat{e} egységvektor a rezgő mágne-

ses tér irányának kijelölésére szolgál, mely irányra most átmenetileg az $\hat{e} \perp H_0$ feltevessel éltünk. Az \hat{e} egységvektorral megadott irányú, ω frekvenciával rezgő mágnesező tér (a zavarótér) valamilyen

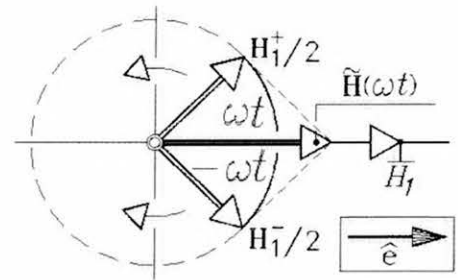
$$\tilde{H}(\omega t) = \hat{e} \cdot H_1 \cdot \cos(\omega t + \delta) \quad (8)$$

alakban írható le, ahol az egyszerűség érdekében a továbbiakban a $\delta = 0$ fázisállandó választható. A 7. ábra szerint az említett zavarótér a jobbra forgó $H_1^+/2$ és a balra forgó $H_1^-/2$, közös $H_1/2$ erősségű két cirkulárpóláros mágnesező tér eredőjének fogható fel. Az $\hat{e} \perp H_0$ választásnak



6. ábra. A mágnesezettség „precessziója”, amikor a precessziós kúp nyitott, ill. zárt

Fig. 6. Precession of magnetisation when cone of precession is opened and closed, resp.

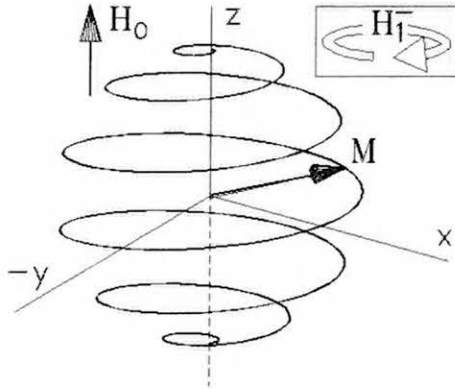


7. ábra. A rezgő tér felbontása

Fig. 7. Decomposition of oscillating field

köszönhetően a terek egyik lehetséges forgási síkja a H_0 mágnesező tér irányára merőleges. Vizsgáljuk meg, miként viselkedik ekkor az M mágnesezettség az $\omega = \omega_0$ rezonancia feltétel teljesülése esetén! A rezonancia kritérium tulajdonképpen szinkronizálási utasítás: azt írja elő, hogy a precesszió irányával azonos irányba forgó $H_1^-/2$ cirkulárpóláros tér fogjon együtt a mágnesezettség (ω_0 szögsebességgel forgó) M_{\perp} komponensével. Az együttforgás következtében az M_{\perp} mágnesezettség komponens a $H_1^-/2$ cirkulárpóláros teret $H_1/2$ intenzitású

állandó mágneses térnek „látja”. Így, amikor a zavarótér megjelenik, az \mathbf{M}_\perp komponens — végső sorban maga az \mathbf{M} mágnesezettség — az általa látott újabb állandó mágneses térben is precesszálni kezd, $\omega_1 = \gamma \cdot H_1/2$ frekvenciával. Az \mathbf{M} vektor két különböző — ω_0 és ω_1 frekvenciájú — precessziója kombinálódik, az \mathbf{M} vektor végpontjának a 8. ábrán érzékeltetett jellegű „pályagörbéjét” eredményezve. Az ellenkező irányba, tehát a hátra forgó $\mathbf{H}_1^+/2$ tér — az előre forgó \mathbf{M}_\perp -hez, és egyben a vele forgó $\mathbf{H}_1^-/2$ térhez képest — $2\omega_0$ szögsebességgel bír. Ezért a hátra forgó $\mathbf{H}_1^+/2$ cirkulárpóláros tér gyakorlatilag nem okoz precessziós elmozdulást, hatása elhanyagolható.



8. ábra. A mágnesezettség nutációja

Fig. 8. Nutation of magnetisation

A pályagörbével leírt mozgás röviden így jellemezhető: az \mathbf{M} mágnesezettség a \mathbf{H}_0 mágneses térben (ω_0 frekvenciával) precesszál, miközben — a rezgő $\tilde{\mathbf{H}}(\omega_0 t)$ tér hatására — ω_1 frekvenciájú nutációs mozgást is végez. Az idézett ábra (keretbe foglalva) utalást tartalmaz arra is, hogy a nutációt az ω_0 frekvenciájú precesszió irányába forgó $\mathbf{H}_1^-/2$ cirkulárpóláros tér váltja ki. A demonstrált mozgásállapot csak az $\omega = \omega_0$ rezonancia feltétel teljesülése esetén alakul ki. Egyébként, vagyis az ω_0 rezonancia frekvenciától eltérő ω frekvenciájú zavarótér alkalmazva, vagy zavarótér nélkül, az \mathbf{M} mágnesezettség mozgásállapota a 6. ábrán érzékeltetett ω_0 frekvenciájú „sima” precesszió, nyitott, ill. zárt precessziós kúppal. Jelen írás célkitűzéséhez alkalmazkodva a pályagörbe megszerkesztése során hallgatólagosan feltételeztük a $H_1 \ll H_0$ megszorítás teljesülését, vagyis azt, hogy a $\tilde{\mathbf{H}}$ „zavaró” mágneses tér gyenge. Ellenkező esetben a protonrezonancia kérdésében körvonalazandó kép a vázoltnál lényegesen bonyolultabb. A fenti magyarázat a zavarótér irányára felvett $\hat{\mathbf{e}} \perp \mathbf{H}_0$ megszorításra, tehát a $\tilde{\mathbf{H}} \perp \mathbf{H}_0$ egyszerűsítő feltevésre támaszkodott. A megszorítás a következő megjegyzéssel oldható fel: belátható, hogy a protonrezonanciát mindig az ω_0 frekvenciájú $\tilde{\mathbf{H}}$ zavarótér $\tilde{\mathbf{H}}_\perp$ komponense

váltja ki, és — gyenge zavarótérben — a $\tilde{\mathbf{H}}_\parallel$ komponens szerepe elhanyagolható.

A 6. ábrán is hivatkozott ϑ szög a precessziós kúp fél nyílásszögét jelenti. Protonrezonancia állapotában a ϑ szög folyamatosan változik a fellépő nutáció következtében; a Δt időtartamú protonrezonancia folyamán bekövetkező módosulása

$$\Delta\vartheta = \omega_1 \cdot \Delta t \quad (9)$$

értékű. Könnyű észrevenni, hogy a protonrezonancia igénybevételével a precessziós kúp kinyitható: általa a 6. ábra jobb oldalán megrajzolt „álló” \mathbf{M} vektor — tetszés szerinti ϑ szöggel — a bal oldalon érzékeltetett precesszáló állapotba hozható. (Összehasonlítás céljából: a protonmagnetométernél a precessziós kúp kinyitásának műveleti sémáját a 4. ábra foglalja össze.) A Δt időtartamig kiváltott protonrezonancia az M_\parallel nagyságú tiszta longitudinális mágnesezettség

$$\frac{M_\perp}{M_\parallel} = \sin(\omega_1 \Delta t) = \sin\left(\gamma \cdot \frac{H_1}{2} \cdot \Delta t\right) \quad (10)$$

hányadát konvertálja át \mathbf{M}_\perp transzverzális mágnesezettségbe. Rendeltetésére gondolva, az ω_0 precessziós frekvenciával rezgő $\tilde{\mathbf{H}}$ mágneses tér (a zavarótér) Δt időtartamú impulzusára, a rövidség érdekében, olykor kényelmes a „fordítóimpulzus” elnevezéssel hivatkozni, függetlenül a tér irányától.

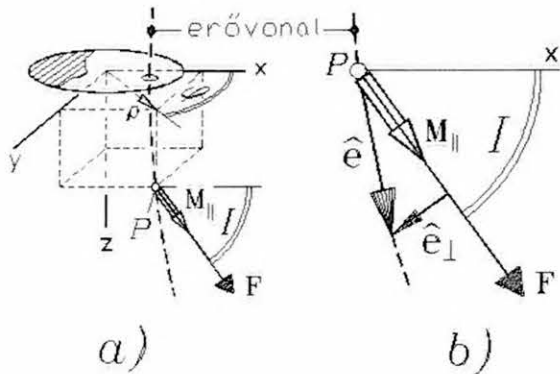
4. Az NMR módszer

A protonrezonanciás vízkutató módszernél egy, a földfelszínre fektetett körvezető (keretantenna) szolgál mind a fordítóimpulzus keltésére, mind pedig a protonjel vételére. Helyezkedjék el a derékszögű koordináta-rendszer origója a vízszintes síkú körvezető középpontjában! Mutasson az x tengely a földmágneses észak irányába, és legyen a függőleges z tengely lefelé irányított, a 9a. ábra szerint! Az egyszerűség kedvéért átmenetileg tegyük fel, hogy az egész $z \geq 0$ félfertet víz tölti ki! Ha a körvezető elektromos áramtól mentes, akkor az egyeduralgódó, I inklinációjú \mathbf{F} földmágneses térben a víz minden térfogateleme — így az ábrán kijelölt (ρ, φ, z) polárkoordinátájú P ponthoz tartozó is — $\mathbf{M} = \mathbf{M}_\parallel = \chi \cdot \mathbf{F}$ értékű (egyensúlyi) longitudinális mágnesezettséggel rendelkezik. Bár az \mathbf{F} mágneses térben a víz hidrogénjének magjai — tehát az egyedi protonok — $\omega_F = \gamma \cdot F$ frekvenciájú precessziós mozgást végeznek, az \mathbf{M} longitudinális mágnesezettség ezt nem tükrözi, mert precessziós kúpjá zárt. A precesszió észlelhetősége végett a zárt precessziós kúpot ki kell nyitni, ami fordítóimpulzus alkalmazásával történik. Az impulzus megfelelő Δt ideig a körvezetőbe táplált ω_F frekvenciájú, kellő i_0 amplitúdójú

$$i = i_0 \cdot \cos \omega_F t \quad (11)$$

váltóárammal hozható létre. A körvezető körül megjelenő $\vec{H}(\omega_F t) = \vec{e} \cdot H_1 \cdot \cos(\omega_F t + \delta) = H_1 \cdot \cos(\omega_F t + \delta)$ (12)

rezgő mágneses tér (a zavarótér) iránya és nagysága a hely függvényében változik. Az ábrán a (12) térnek a P ponton áthaladó erővonala is fel van tüntetve. A fordítóimpulzus



9. ábra. A protonrezonanciát a zavarótérnek az \mathbf{F} földmágneses térre merőleges komponense kelti

Fig. 9. The resonance of protons is related to the component of perturbing field, perpendicular to geomagnetic field \mathbf{F}

alatt uralkodó viszonyok a kiszemelt P pontban a 9b. ábrán tanulmányozhatók részletesebben. A rajz a zavarótér \vec{e} irányvektorát és annak az \mathbf{F} földmágneses térre merőleges \vec{e}_\perp komponensét is demonstrálja. A protonrezonanciát a fordítóimpulzussal keltett zavarótér \mathbf{F} -re merőleges

$$\vec{H}_\perp(\omega_F t) = \vec{e}_\perp \cdot H_1 \cdot \cos(\omega_F t + \delta) = H_{1\perp} \cdot \cos(\omega_F t + \delta) \quad (13)$$

komponense váltja ki. A (12) figyelembevételével, a 9a. ábrán részben szereplő jelölésekkel a zavarótér e hatékony komponensének nagysága a P pontban

$$H_{1\perp} = \frac{|\mathbf{F} \times \mathbf{H}_1|}{F} = \sqrt{(H_{1,\rho} \cdot \cos \varphi \cdot \sin I - H_{1,z} \cdot \cos I)^2 + H_{1,\rho}^2 \cdot \sin^2 \varphi} \quad (14)$$

ahol $H_{1,\rho}$ és $H_{1,z}$ a fordítóimpulzus P pontbeli \mathbf{H}_1 mágneses térerősségének radiális, ill. vertikális komponense. Ezzel, a (10) alapján, a P ponthoz tartozó dV térfogatelemben fellépő transzverzális mágnesezettség nagysága a Δt hosszúságú fordítóimpulzust követően

$$M_\perp = M_\parallel \cdot \sin\left(\gamma \cdot \frac{H_{1\perp}}{2} \cdot \Delta t\right) = M_\parallel \cdot \sin\left(\gamma \cdot \frac{h_\perp}{2} \cdot m\right), \quad (15)$$

ahol

$$h_\perp = H_{1\perp} / i_0, \quad (16)$$

és — a szakirodalmi gyakorlattal összhangban — bevezetjük a fordítóimpulzus időtartamától és az i_0 áramerősség amplitúdójától függő

$$m = i_0 \cdot \Delta t \text{ „momentumot”}. \quad (17)$$

A (6) és a (15) felhasználásával, a most még a gondolatban vízzel teljesen kitöltött $V/2$ féltérből eredő protonjel kezdeti amplitúdója

$$U_0^{z \geq 0} = \omega_F \cdot M_\parallel \cdot \int_{V/2} h_\perp \cdot \sin\left(\frac{\gamma \cdot h_\perp}{2} \cdot m\right) \cdot dV. \quad (18)$$

nagyságú. A kutató víz a valóságban porózus közetekből álló víztároló rétegekben helyezkedik el. Ezért a mérések folyamán kapott protonjel kisebb a fenténél, mégpedig

$$U_0 = \omega_F \cdot M_\parallel \cdot \int_{V \rightarrow \infty} \Phi_f \cdot h_\perp \cdot \sin\left(\frac{\gamma \cdot h_\perp}{2} \cdot m\right) \cdot dV = \int_{V \rightarrow \infty} \Phi_f(\mathbf{r}) \cdot S(\mathbf{r}; m) \cdot dV = U_0(m) \quad (19)$$

értékű, ahol $\Phi_f = \Phi_f(\mathbf{r})$ az \mathbf{r} helyvektortól függő ún. szabadfolyadék porozitás. Lényegessége miatt a nyert összefüggés alakját is hangsúlyoztuk. Nyilvánvaló, hogy az U_0 amplitúdó összefügg a víztároló rétegek geometriájával és a bennük foglalt szabadvíz mennyiségével. (Az új fogalmak magyarázatát lásd később!) Gondoljuk át a (19) képletben a Φ_f porozitás mellett fellépő — a mérőelrendezés paramétereitől függően — a mért $U_0(m)$ karakterisztika alapján kiszámítható, tehát ismert — S súlyfüggvény viselkedését! E függvény jellege a (17) szerinti m momentum változtatásával — pl. a fordítóimpulzus Δt időtartamának módosításával — szabályozható. Ezért a méréssel letapogatott $U_0(m)$ karakterisztika információt hordoz a víztároló rétegek geometriájára és szabadvíztartalmára vonatkozóan. A megfelelő „inverz feladat megoldásával” az említett rétegek a mért $U_0(m)$ karakterisztika alapján megbecsülhetők. A kiértékelés során számolni kell a körülményekkel, hogy mind a fordítóimpulzus maga, mind pedig a porózus „válasza”, tehát a keretantennában protonjelet indukáló mágneses tér is a közegben VLF elektromágneses hullámként, csillapodással terjed. A szükséges korrekciók elvégzéséhez ismerni kell a mérési pont vertikális ellenállásjelvényét.

KIEGÉSZÍTÉS

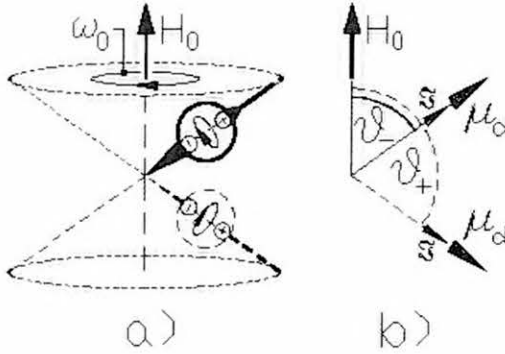
A protonprecesszió

A proton egy kicsiny mágnesű-pörgettyű kombinációnak tekinthető, melynek az a tulajdonsága, hogy mágneses térben precessziós mozgást végez (10a. ábra). Lévéen $1/2$ spinű részecske, μ_d mágneses dipólusnyomatékának és \mathfrak{S} spinvektorának precessziója csak két precessziós kúpon mehet végbe. A 10b. ábra ismét hangsúlyozza, hogy a proton \mathfrak{S} spinvektora és ezzel közös irányú μ_d mágneses nyomatéka számára csupán két stabil precessziós kúp létezik. Ennek megfelelően a μ_d nyomaték bármilyen \mathbf{H}_0 mágneses tér irányába eső stabil vetülete csupán a 11. ábrán bejelölt μ_- , ill. μ_+ diszkrét értéket veheti fel. Az említett precesszió szögsebessége arányos a \mathbf{H}_0 mágneses tér erősségével:

$$\omega_0 = \gamma \cdot H_0, \quad (20)$$

ahol $\gamma = 2,6753 \cdot 10^4$ radián/(gauss \cdot s) a proton giro-

mágneses aránya. A precesszió az \mathfrak{S} , ill. a μ_d vektor \mathbf{H}_0 mágneses térre merőleges irányú — ω_0 szögsebességgel forgó — μ_{\perp} és \mathfrak{S}_{\perp} komponensének következménye.



10. ábra. A proton precessziója mágneses térben

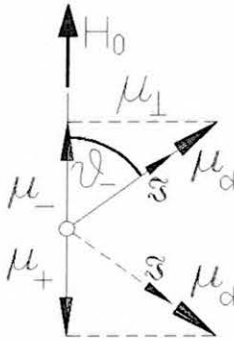
Fig. 10. Precession of proton in magnetic field

Egy \mathbf{p} mágneses nyomaték energiáját a \mathbf{H} mágneses térben az

$$E = -(\mathbf{p} \cdot \mathbf{H}) = -p \cdot H \cdot \cos \vartheta \quad (21)$$

képlet fejezi ki, ahol ϑ a \mathbf{p} és \mathbf{H} vektorok közötti szög. A proton μ_d mágneses nyomatékának energiája a \mathbf{H}_0 mágneses térben csupán két értéket vehet fel, melyek a 11. ábra alapján, $|\mu_+| = |\mu_-| = \mu$ jelöléssel, a következők:

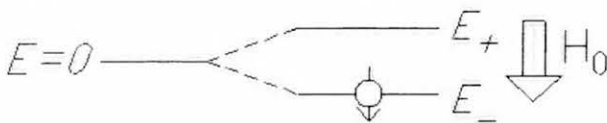
$$E_{\pm} = \pm \mu \cdot H_0 \quad (22)$$



11. ábra. μ_d vetületei

Fig. 11. Projections of μ_d

A két lehetséges energiaszintet a 12. ábra érzékelteti. (A \mathbf{H}_0 vektort a 11. ábrán felfelé, az energiaszinteket demonstráló 12. ábrán pedig lefelé irányítottuk!) A körrel szimbolizált proton energiája a 10a. ábrán feltüntetett pörgettyű helyzetére vonatkozik. Nyilvánvaló, hogy mágneses tértől mentes állapotban az E_{\pm} energia zérus, és értelmetlen mágneses nyomaték-, ill. spinvektor vetületekről beszélni.



12. ábra. A proton két energiaszintje mágneses térben

Fig. 12. Energy levels of proton in magnetic field

A termikus relaxáció, a T_1 idő és a longitudinális mágnesezettség

Eddig a mágneses tér hatásának kitett egyedi protonok tulajdonságait vizsgáltuk. Foglalkozzunk most a vízbe ágyazott protonok együttesének viselkedésével. Mint már említettük, mágneses tér nélkül nincs értelme a spinek irányáról beszélni. Protonsokaság esetében ésszerű úgy fogalmazni, hogy mágneses tér nélkül a spinek iránya rendezetlen. A mágneses tér megjelenésének pillanatában a spinek (az \mathfrak{S} spinvektorok és a μ_d nyomatékvektorok vetületei) egyenlő valószínűséggel állnak be a mágneses térrel parallel és antiparallel irányba. Ezért, ha a spinvektorok kezdőpontjait egy pontba összehozhatnánk, az \mathfrak{S} és a μ_d vektorok a 13. ábrán látható elrendeződési tendenciát mutatnák. A precessziós mozgások fáziszögei (egyenletesen) véletlen eloszlásúak, és a két mágneses energianívó egyenlő betöltöttségű (ld. a 16a. ábrát). Természetesen homogén \mathbf{H}_0 mágneses térben az összes spin precessziója ugyanazzal az ω_0 frekvenciával folyik. A spinek felsorakozásával egyidejűleg megkezdődik a termikus relaxáció, amely a két energianívó betöltési arányát — a \mathbf{H}_0 mágneses térben esedékes termikus egyensúly követelményének megfelelően — fokozatosan átrendezi. Ugyanis kimutatható, hogy a mágneses tér megjelenésével a spinhőmérséklet megnövekszik, és ezért a spinrendszer és annak környezete — a „rács” — közötti termikus egyensúly megbomlik.

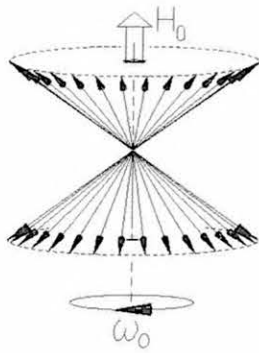
A vízben a kisebb-nagyobb elektromos töltésaszimmetriával bíró vízmolekulák hőmozgást végeznek, minek folytán szomszédságukban fluktuáló mágneses tereket keltő elektromos áramnak felel meg.) A rövidség kedvéért a protonokat beágyazó, hőmozgást végző molekulák összességére a „rács” kitételrel szokás hivatkozni. A fluktuáló terek a két mágneses energianívó között olyan spin átmeneteket gerjesztenek, melyek révén a spinrendszer és a rács közötti hőmérsékletkülönbség fokozatosan kiegyenlítődik. (Termikus egyensúlyban a spinrendszer hőmérsékletét csökkentő és növelő spin átmenetek száma egyenlővé válik. A 14. ábrán érzékeltetett spin átmenet a spinrendszert fűti, a rajzként mellőzött ellenkező irányú pedig hűti.) Az irodalomban a fluktuáló terek említett közvetítő szerepére gyakran a „spin-rács kölcsönhatás” kitételrel utalnak. A spin-rács kölcsönhatás által előidézett spin átrendeződési folyamatot, vagy ami ezzel egyenértékű, a spinrendszer és a rács hőmérséklet-különbségének kiegyenlítődési folyamatát nevezzük *termikus* vagy *longitudinális relaxációnak*. Ahogyan ezt a 15. és a 16b. ábra is érzékelteti, a mágneses térben lefolyó termikus relaxáció miatt az E_- alsó energiaszint betöltöttsége, a felső rovására, fokozódik. Így a vízben — a μ_- mágneses nyomaték vetületek többletéből — a \mathbf{H}_0 mágneses tér irányába proton eredetű makroszkopikus mágneses nyomaték alakul ki. A 15. ábrán e makroszkopikus mágneses nyomatéknak a térfogategységre vonatkoztatott vektora, az \mathbf{M}_{\parallel} mágnesezettség van bejelölve. A termikus relaxáció folyamán az \mathbf{M}_{\parallel} mágnesezettség nagysága — a \mathbf{H}_0 mágneses tér megjelenésétől számított t idő függvényében az

$$M_{\parallel} = M_{\parallel 0} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T_1}}\right) \quad (23)$$

összefüggést követve — addig növekszik, amíg el nem éri $M_{\parallel 0} = \chi \cdot H_0$ egyensúlyi értékét. A termikus relaxáció sebességét a — a spin-rács kölcsönhatás erősségére is jellemző — T_1 termikus relaxációs idő szabja meg. Ha a spin-rács kölcsönhatás gyenge, akkor a termikus relaxáció, ill. a spinrendszer és a rács hőcseréje lassú, mely esetben T_1 értéke nagy. A termikus relaxációval kialakult egyensúlyi állapotban a két energiaszint betöltési arányát a Boltzmann-statisztika írja le:

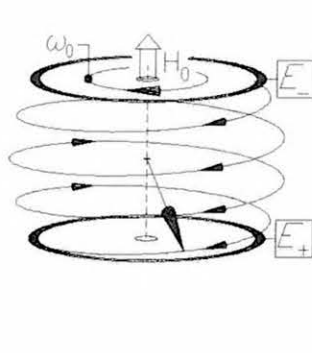
$$\frac{N_+}{N_-} = \frac{e^{-\frac{E_+}{k \cdot T}}}{e^{-\frac{E_-}{k \cdot T}}} = e^{-\frac{\Delta E}{k \cdot T}} = \beta, \quad (24)$$

ahol N_+ az E_+ és N_- az E_- energiájú spinek száma a térfogategységben; k a Boltzmann-állandó, továbbá T a spinrendszer és a rács közös — tehát egyensúlyi — abszolút hőmérséklete. ΔE az energiaszintek energiakülönbsége. A Planck-féle h hatáskvantum felhasználásával, ill. a $\hbar = h/2\pi$ szokásos jelöléssel



13. ábra. A spinek elrendeződése a H_0 mágneses tér megjelenésekor

Fig. 13. Grouping of spins at the moment the magnetic field H_0 is switched on

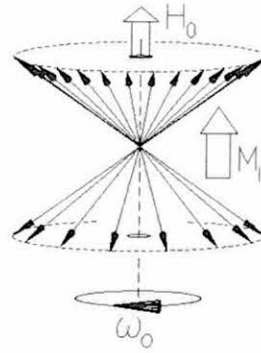


14. ábra. A két lehetséges spinátmenet egyikének illusztrálása

Fig. 14. Illustration of one of the two possible spin transitions

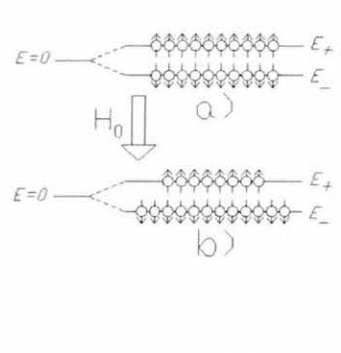
$$\Delta E = \omega_0 / 2\pi \cdot h = \gamma \cdot H_0 \cdot \hbar \quad (25)$$

a precessziós frekvenciával azonos ω_0 frekvenciájú foton energiája. (A \hbar jelölést most más jelentéssel használjuk, mint korábban!) Belátható, hogy a (24) képletben szereplő $\Delta E/(k \cdot T)$ hányados — szokásos körülmények között — nagyon kicsi, következésképpen, a β betöltési arány majdnem jelentéktelen eltéréssel egységnyi. Ennek megfelelően a 16b. ábra, hasonlóan a 15. ábrához, csupán arra szolgál, hogy hangsúlyozza a betöltési arány módosulását és a módosulás irányát, a módosulás mértékét nagyon eltúlozva a ténylegeshez képest. Lényegileg a $\Delta E/(k \cdot T)$ hányados szélsőségesen kis értékének következménye a magmágneses szuszceptibilitás „kellemetlenül” alacsony értéke. (Vízre $\chi = 3,3 \cdot 10^{-10}$.) Érdemes a termikus relaxációról elmondottakat egy rövid megjegyzéssel kiegészíteni: a termikus relaxációt valójában a spin-rács kölcsönhatást létesítő fluktuáló mágneses mező frekvenciaspektrumának ω_0 frekvenciájú komponense váltja ki. Ez úgy is megfogalmazható, hogy a spin-rács kölcsönhatás az említett fluktuáló terek ω_0 frekvenciájú fotonjainak következménye.



15. ábra. A spinek elrendeződése a termikus relaxáció hatására

Fig. 15. Grouping of spins resulted by thermal relaxation



16. ábra. A 13., ill. a 15. ábrához tartozó mágneses energiaszintek

Fig. 16. Magnetic energy levels belonging to Fig. 13 and Fig. 15, resp.

A T_1 idő kérdésének tanulmányozásához terjesszük ki érdeklődésünket általában a hidrogéntartalmú folyadékokra, melyeknek a víz csupán egyike! Ez azért érdekes, mert kiderült, hogy T_1 a folyadék viszkozitásának függvénye, mégpedig a viszkozitás növekedésével T_1 csökken. A jelenség okára szemléletes magyarázat is adható. A protonokat hordozó molekulák hőmozgást végeznek, és ezért — az említett fluktuáló mágneses mezőben — rendezetlenül ide-oda vándorolnak. Ha a precesszió egy periódusára egy-egy molekulának sok helyváltoztatása esik és a helyváltoztatások jelentékenyek, akkor a fluktuáló tér zavaró hatása a protonok precessziós mozgására tendenciájában „kiegyenlítődik”, más szóval, a zavaró hatás átlagosan alig érvényesül. Ez esetben tehát a spin-rács kölcsönhatás gyenge. Mikor lehet gyakori és jelentős a molekulák helyváltoztatása? Akkor, ha a molekulák translációs hőmozgása eléggé akadálymentes, vagyis

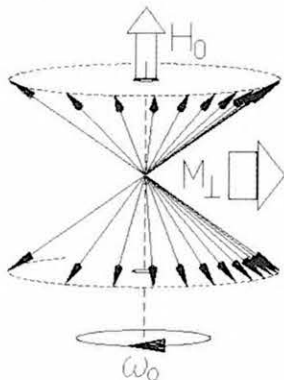
amikor a folyadék viszkozitása kicsi. Következésképpen, kis viszkozitású folyadékoknál a spin-rács kölcsönhatás gyenge, vagyis T_1 nagy. A megállapítás fordítva is igaz: a nagy viszkozitású folyadékok T_1 ideje kicsi. (Vegyük észre, hogy nagyrészt a molekulák mobilitása szabályozza be a T_1 időt! Persze a T_1 termikus relaxációs idő alakításában más tényezők is szerepet játszanak, mely tényezők áttekintésétől itt eltekintünk.) Érdemes hangsúlyozni, hogy a spinrendszer minden változásra termikus és/vagy a később körvonalazandó transzverzális relaxációval reagál. Tegyük fel például, hogy a H_0 mágneses térben $M_{\parallel 0} = \chi \cdot H_0$ mágneszettség alakult ki a protonmintában és a H_0 tér a $t = 0$ időpontban megszűnik! Következmény: működésbe lép a mágneszettség felszámolására irányuló termikus relaxáció. A folyamat az

$$\mathbf{M}_{\parallel} = \mathbf{M}_{\parallel 0} \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} \quad (26)$$

összefüggés írja le.

A transzverzális mágnesezettség, a transzverzális relaxáció és a T_2 , ill. T_2^* transzverzális relaxációs idő

Transzverzális mágnesezettség az által alakul ki, hogy valamilyen okból a spinek precessziójának fázisszögei a 17. ábrán érzékeltetett módon rendeződnek. (Vesd össze a 13. és 15. ábrával!) Nyilvánvaló, hogy a rendeződés következménye egy, a \mathbf{H}_0 mágneses térre merőleges makroszkopikus mágneses nyomaték megjelenése, mely nyomaték



17. ábra. A transzverzális mágnesezettség eredete

Fig. 17. Origin of transverse magnetisation

a precessziós frekvenciával forog. A rajzon e nyomaték térfogategységre eső hányadának vektora, az \mathbf{M}_{\perp} transzverzális mágnesezettség van bejelölve. A fázisszögek rendezett állapota nem stabil. Ugyanis a szomszédos spinek (a szomszédos μ_d mágneses nyomatékok) egymás mozgását mágneses térükkel kölcsönösen zavarják. Ez a *spin-spin kölcsönhatás*, a már említett *spin-rács kölcsönhatással* közösen, a precessziós szögek természetes véletleneloszlását igyekszik helyreállítani. A folyamatot, melynek eredményeként a transzverzális mágnesezettség fokozatosan megszűnik, *transzverzális relaxációnak* nevezzük. A transzverzális relaxáció sebességét a T_2 transzverzális relaxációs idő méri. Eddig a \mathbf{H}_0 mágneses teret homogénnek vettük. A homogén térben minden egyes spin precessziója ugyanazzal az ω_0 frekvenciával folyik. Legyen most \mathbf{H}_0 inhomogén! Következmény: mágneses térben a spinek precessziós frekvenciája helyről helyre valamelyest változik, mely körülmény a transzverzális mágnesezettség megszűnését felgyorsítja. Az elemi mágneses nyomatékok kissé eltérő precessziós frekvenciája miatt a fázisszögek 17. ábrán demonstrált rendezettsége hamarabb szétesik, mint ahogyan ez magából a T_2 időből következne. E felgyorsult transzverzális relaxáció ütemének jellemzésére vezették be a T_2^* transzverzális relaxációs időt.

Magától értetődik, hogy homogén mágneses térben $T_2^* = T_2$. Érdemes még egyszer említeni: a T_2 időt a spin-rács kölcsönhatás és a spin-spin kölcsönhatás együttesen

szabja meg. Víznél a spin-rács kölcsönhatás szerepe dominál, így — homogén mágneses térben — T_2^* csak nagyon kicsivel rövidebb T_1 -nél. Persze inhomogén mágneses térben a két idő jelentősen különbözhet. Látni fogjuk, hogy a pórúsvízben a T_1 idő több okból is leeshet. Az NMR eljárás szempontjából is lényeges a következő körülmény: a T_1 idő módosulása a T_2^* idő megváltozását vonja magával, továbbá, hogy T_2^* megváltozása T_1 módosulásával azonos értelmű. Következtetés: akár homogén, akár pedig inhomogén, sztatikus mágneses térben T_1 viselkedését — kvalitatív értelemben — T_2^* viselkedése is tükrözi.

A pórúsvíz magmágneses „szerkezete”

Mint általában a molekulák, a közetpórúsvízben lévő víz molekulái is hőmozgást végeznek. A vízzel nedvesített pórúsvízben a pórúsvíz a molekulák szabad mozgását korlátozza. Különösen erős ez a hatás a pórúsvízhez tapadó vízfilmben, melynek makroszkopikus kihatása úgy értelmezendő, hogy e rétegben a víz viszkozitása látszólag megnő. Következmény: a termikus relaxáció sebességének fokozódása, vagyis a termikus relaxációs idő lecsökkenése a zavartalan víz — megkülönböztető jelöléssel — T_1^0 idejéhez képest. A vízfilmben a termikus relaxáció felgyorsulásához hozzájárulhat még egy másik körülmény is. Egyes ásványok kristályhibáihoz ún. paramágneses centrumok társulnak. Más szóval, a kristályrácsban kompenzálatlan (páratlan) elektronspinnel bíró hibahelyek lépnek fel, melyek környezetében a magányos elektronok „erős” mágneses nyomatékának mágneses terei közvetlenül érvényesülhetnek. Jelen esetben csupán a pórúsvíz felületén elhelyezkedő paramágneses centrumok szerepe érdekes. E centrumok a megnövekedett viszkozitású vízfilmben fokozottan zavarják a vízmolekulákba ágyazott protonok precesszióját, és ezáltal itt a termikus relaxációt szélsőségesen felgyorsítják. Persze a felgyorsulás mértéke függ a pórúsvíz felületén fellépő paramágneses centrumok felületi sűrűségétől. (Amíg pl. homokoknál, homokkövekkel ez a sűrűség jelentős, addig mészkövek esetében elhanyagolható.)

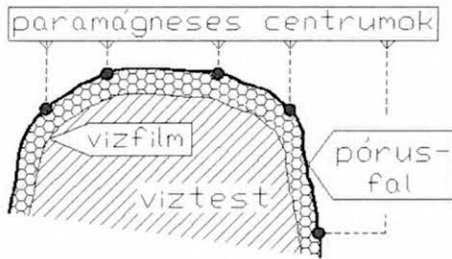
Összegezve a vízfilm kérdésében eddig elmondottakat: a vízzel nedvesített pórúsvízben, amikor a pórúsvíz mentén vízfilm alakul ki, a pórúsvíz hatást gyakorol a vízfilm termikus relaxációjára. E „felületi hatás” az eredetileg T_1^0 termikus relaxációs idejű víz relaxációját felgyorsítja. A felgyorsulás mértékét a felületi hatás nagysága szabja meg. Ez pedig főleg a pórúsvíz felületén fellépő paramágneses centrumok felületi sűrűségének függvénye; a felületi sűrűség növekedésével a felületi hatás fokozódik.

A vízzel nedvesített pórúsvízben a víz egy része — tapadóvízként — a vízfilmben foglal helyet, a másik része pedig — nyomással kiszorítható mobilis víz formájában — (a többnyire) a pórúsvíz zömét magában foglaló víztestben van jelen (18. ábra.) A diffúzió folyamatos molekulacsere létesít a vízfilm és a víztest molekulái között. Azon elvi esetben, ha a molekulacsere nem működne, a víztest termikus relaxációs ideje azonos lenne a zavartalan víz T_1^0 idejével. A diffúziós keveredés következtében azonban a víz-

film erős termikus relaxációja a víztestben is érezteti hatását: a víztest egy részének vagy teljes egészének termikus relaxációja felgyorsul. Ahhoz, hogy a felgyorsulás az egész víztestre kiterjedjen, a víztest mérete kisebb kell legyen, mint a vízmolekulák

$$\lambda = \sqrt{D \cdot T_1^0} \approx 10^{-3} \text{ cm} \quad (27)$$

rendű diffúziós úthosszúsága, ahol D a vízmolekulák öndiffúzió együtthatója. Ez esetben a vízfilm-molekulák a teljes víztestet még azelőtt elárasztják, mielőtt annak T_1^0 időállandójú zavartalan relaxációja lefolyhatna, ill. előrehaladott állapotba jutna. Nyilvánvaló, hogy a vázolt feltétel mellett a vízfilm-víztest kölcsönhatás következménye (a víztest eredeti T_1^0 idejének lecsökkenése valamilyen T_1 -re) annál markánsabb lesz, minél erősebb a felületi hatás. Amennyiben a víztest a diffúziós úthossznál terjedelmesebb, az elárasztás (azaz a vízfilm- és a víztest-molekulák bizonyos hányadának kicserélődése) csak részleges lehet. Ilyenkor a következő tendencia érvényesül: a víztest egy T_1 idejű „érintett” és egy T_1^0 idejű „érintetlen” zónára tagolódik. (A termikus relaxáció szempontjából a víztest kétkomponensűvé válik.)



18. ábra. A pórusvíz szerkezete

Fig. 18. Structure of interstitial water

Elteltekintve az igen kis pórusoknál fennálló viszonyoktól, a pórusokban lévő víz zöme a víztestben foglal helyet. Ezért rendszerint a víztest- és a pórusméret — kis elhanyagolással — azonosnak vehető. (A vízfilm térfogata a víztest térfogatához képest jelentéktelen.) Pusztán szemléleti alapon is ésszerű arra számítani, hogy a víztest teljes elárasztása esetén és adott felületi hatás mellett a víztest termikus relaxációjának felgyorsulását az

$$s = \text{pórusfelület/pórustérfogat} \quad (28)$$

fajlagos pórusfelület szabja meg, mégpedig s növekedésével a relaxáció üteme fokozódik, tehát T_1 csökken. Ez azt jelenti, hogy a T_1 idő együtt változik a pórusmérettel és a két mennyiség módosulása azonos értelmű.

Olyan közettípusra, melynél a teljes elárasztás megvalósul, jó példát szolgáltatnak a homokkövek. Ugyanis itt a (27) szerinti diffúziós úthossz nagyobb, mint a tipikus pórusméret. A másik érdekessége a homokköveknek, hogy esetükben a felületi hatás, azaz a paramágneses centrum-sűrűség igen nagy. A vázolt körülmények között a víztest (gyakorlatilag az egész pórusvíz) termikus relaxációs idejére az alábbi összefüggés szerkeszthető meg:

$$T_1 = T_1^0 \cdot \frac{\tau + T_s^0}{\tau + T_s^0 + s \cdot d \cdot T_1^0} \quad (29)$$

Itt τ a diffúzió időállandója, T_s^0 a kölcsönhatásmentesnek képelt vízfilm időállandója, d a vízfilm vastagsága, és s a (28) definícióval megadott fajlagos pórusfelület.

Nagy pórusokban, melyek tulajdonságai éppen a víztároló rétegek szempontjából érdekesek, a víztest elárasztása csak részleges; esetleg csupán a víztest elhanyagolható térfogathányadára terjed ki. Ilyenkor a víztest — a T_1 időállandóra nézve — többkomponensű. Ha az elárasztott térfogathányad jelentéktelen, akkor a víztest gyakorlatilag egykomponensű, és $T_1 = T_1^0$ -nak vehető. Érdekes, hogy ezt a következtetést formálisan a víztest teljes elárasztását feltételező (29) összefüggés is magában foglalja. Ugyanis nagy pórusokra, vagyis az $s \rightarrow 0$ feltételezéssel, a $T_1 = T_1^0$ értéket adja.

A szabadfolyadék és a szabadfolyadék porozitás

Idézzük fel a protonjel lefolyását bemutató (7) képletet:

$$U = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_2^*}} \cdot \cos(\omega_F \cdot t + \varepsilon). \quad (30)$$

A korábban elmondottak értelmében a T_2^* idő együtt változik a pórusfolyadékra jellemző T_1 idővel. Ezért a protonjel T_2^* időállandója a fajlagos pórusfelületről, ill. vele összefüggésben a pórusokban jelen lévő víz mobilitásáról hoz információt. Minél jobban megközelíti T_2^* a zavartalan víz transzverzális időállandóját, annál jelentősebb a mobilitás. Ha egy víztároló rétegben a földmágneses tér „homogén”, akkor a víztest — azaz gyakorlatilag az egész pórusvíz — időállandója kb. a $0,05 \leq T_2^* \leq 1$ s tartományba esik. Ferromágneses ásványok jelenléte a tároló rétegben az uralkodó mágneses tér inhomogenitását eredményezi, így a T_2^* időt lecsökkenti.

Bármely porózus közetben a pórusok méretei széles határok között változnak, és hasonlóan viselkedik az egyes pórusokhoz tartozó fajlagos pórusfelület is. Ezért a vizes közetből eredő protonjel elvileg mindig többkomponensű:

$$U = \sum_i U_{0,i} \cdot e^{-\frac{t}{T_{2,i}^*}} \cdot \cos(\omega_F \cdot t + \varepsilon_i), \quad (31)$$

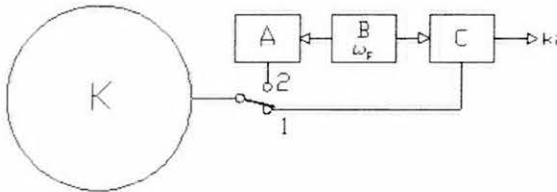
ahol $U_{0,i}$ a $T_{2,i}^*$ transzverzális relaxációs idejű vízkomponens elektromotoros erő járulékanak kezdeti amplitúdója. A nagyméretű pórusok tartományában a protonjel vázolt heterogenitását az is fokozhatja, hogy a víztestben — a részleges elárasztás miatt — a termikus relaxáció üteme zonális eltérést mutathat. A (31) képlettel kifejezésre juttatott elméleti elvárással szemben a tapasztalat azt mutatja, hogy a tényleges mérések során kapott jelek rendszerint közel egykomponensűek, valamelyik $T_{2,j}^*$ idejű vízkomponens térfogati dominanciája miatt.

Technikai okokból a mérőberendezéssel csupán a kb. $T_2^* \geq 0,1$ s időállandójú protonjel komponensek együttese észlelhető. Ezzel a vízfilm és a „nem eléggé mobilis” víz a megfigyelésből ki van zárva. A módszerrel kimutatható vizet „szabadvíznek” nevezzük. (A kőolajkutatásban — a

víz és a szintén proton-paramágneses szénhidrogének együttes jelenlétének okából — vezették be a „szabadfolyadék” fogalmát.) A szabadvíz és a szabadfolyadék definíciójából önként adódik a *szabadfolyadék porozitás* fogalma: az a porozitáshányad, amely szabadvizet, ill. szabadfolyadékot tartalmaz. A szabadfolyadék maga és a szabadfolyadék porozitás meglehetősen rugalmas fogalmak, mert — a mérőberendezés tulajdonságából adódóan — a kimutatható pórufolyadék mennyiségét a formációban uralkodó mágneses tér inhomogenitása is befolyásolja.

A mérőberendezés elvi sémája

A mérőberendezés nagyon leegyszerűsített elvi sémáját a 19. ábra mutatja. *K* a keretantennát, *A* a teljesítményerősítőt, *B* az $\omega_F = \gamma \cdot F$ frekvenciájú oszcillátort, *C* a protonjel vételére szolgáló szelektív erősítőt jelöli. A földmágneses tér *F* erőssége a helyszínen protonmagnetométerrel megmérhető és ennek alapján a *B* oszcillátor frekvenciája beszabályozható. Az *A* és a *C* erősítőt a *B* oszcillátor vezérli. A mérés bevezető szakaszában a kapcsoló Δt időtartamra a 2 állásba vált. Így az *A* teljesítményerősítőből a *K* keretantennába táplált ω_F frekvenciájú, i_0 erősségű áram mágneses tere létrehozza a megkívánt $m = i_0 \cdot \Delta t$ momentumú fordítóimpulzust. A fordítóimpulzus befejeződésével a kapcsoló az 1 állásba billen. A *C* erősítő kimenetén megjelenő, elkerülhetetlenül zajos protonjel digitalizálható és feldolgozható.



19. ábra. Az NMR berendezés elvi sémája

Fig 19. Simplified conceptual scheme of the NMR instrument

A Bloch-egyenletek

A relaxációs jelenségeket elhanyagolva, a proton eredetű **M** mágnesezettség mozgását a **H** mágneses térben a

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} = \gamma \cdot [\mathbf{M} \times \mathbf{H}] \quad (32)$$

pörgettyűegyenlet írja le, ahol γ a proton giromágneses aránya. Ezt az egyenletet a T_1 időállandójú longitudinális, és a T_2^* időállandójú transzverzális relaxáció figyelembe vételére BLOCH így egészítette ki:

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} - \gamma \cdot [\mathbf{M} \times \mathbf{H}] + \begin{bmatrix} \frac{M_x}{T_2^*} \\ \frac{M_y}{T_2^*} \\ \frac{M_z}{T_1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{M}{T_1} \end{bmatrix}, \quad (33)$$

ahol a vektorkomponensek szerint $\mathbf{M} = \mathbf{M}(M_x, M_y, M_z)$ és $\mathbf{H} = \mathbf{H}(H_x, H_y, H_z)$ értendő. A (33) vektoregyenlet egy három egyenlethből álló differenciálegyenlet-rendszernek felel meg. Ezért az egyenletet az irodalomban Bloch-féle egyenletekként idézik. Az egyenletrendszer megfelelő megoldásából vezethető le pl. a protonjel lefolyását leíró (7) képlet. Az esetben, amikor a relaxációk hatása a precessziós periódus alatt csak kis mértékben érvényesül, a mágnesezettség viselkedésének tanulmányozásához (első közelítésben) elegendő a (32) közönséges pörgettyűegyenletre támaszkodni.

IRODALOM

- ABRAGAM A. 1961: The principles of nuclear magnetism. Oxford University Press, New York
- GEV I., GOLDMAN M., RABINOVICH B., RABINOVICH M., ISSAR A. 1996: Detection of water level in fractured phreatic aquifers using nuclear magnetic resonance (NMR) geophysical measurements. *J. of Appl. Geophys.* **34**, 277–282
- GOLDMAN M., RABINOVICH B., RABINOVICH M., GILAD D., GEV I., SCHIROV M. 1994: Application of integrated NMR-TDEM method in groundwater exploration in Israel. *J. of Appl. Geophys.* **31**, 27–52
- LEGCHENKO A., BEAUCE A., GUILLEN A., VALLA P., BERNARD J. 1997: Natural variations in the magnetic resonance signal used in PMR groundwater prospecting from the surface. *European J. of EEGS* **2**, 173–190
- LEGCHENKO A., SHUSHAKOV O. 1998: Inversion of surface NMR data. *Geophysics* **63**, 1
- LÖSCHE A. 1957: Kerninduction. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
- SHIROV M., LEGCHENKO A. 1991: A new direct non-invasive groundwater detection technology for Australia. *Expl. Geophys.* **22**, 333–338
- SHUSHAKOV O. 1996: Groundwater NMR in conductive water. *Geophysics* **61**, 4, 998–1006
- SLICHTER C. P. 1980: Principles of magnetic resonance. Springer Verlag, Berlin
- SOHÁR P. 1976: Mágneses magrezonancia spektroszkópia. Akadémiai Kiadó, Budapest
- SZEMERÉDY P. 1986: A szivárgási és a nukleáris mágneses paraméterek kapcsolata porózus kőzeteknél. *Magyar Geofizika* **XXVII**, 2
- TIMUR A. 1969: Producible porosity of sandstones investigated through nuclear magnetic resonance principles. *The Log Analyst* **10**, 1, 3–12
- TRUSHKIN D. V., SHUSHAKOV O. A., LEGCHENKO A. V. 1994: The potential of a noise-reducing antenna for surface NMR groundwater surveys in the Earth's magnetic field. *Geophys. Prosp.* **42**, 855–862
- TRUSHKIN D. V., SHUSHAKOV O. A., LEGCHENKO A. V. 1995: Surface NMR applied to an electroconductive medium. *Geophys. Prosp.* **43**, 623–633

Szemerédy Pál

Becsapódási kráterek a Földön

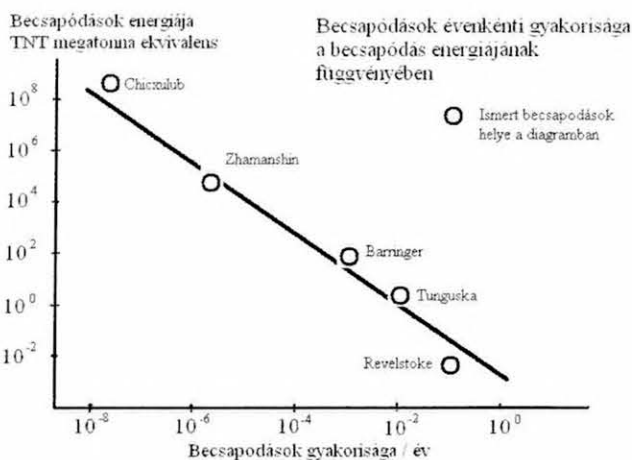
Ha közelebről megnézzük a Holdat, különösen a Hold túlsó, a Földről nem látható oldalát, akkor ott olyan bombázás nyomait találjuk, amelyhez képest a II. világháborús amerikai szőnyegbombázások, a „futottak még” kategóriába sem sorolhatók. Az ott látható nagyszámú és különböző méretű kráter, persze, nem is a „Szabadítók” (Liberator-ok) tevékenységének, hanem egy kozmikus méretekben zajló folyamatnak az eredménye. A kráterek úgynevezett „becsapódási kráterek” (*impact crater*), amelyek különböző méretű kozmikus testeknek a Holddal történő ütközése, a Holdba történő becsapódása révén keletkeztek. Pályáik kereszteszték a Hold pályáját és, mert méretük kisebb volt a Holdnál, ma a Holdon látható az általuk okozott, és nem egy nagyobb égitesten a Hold által okozott becsapódási kráter.

A Holdnak a Föld felé forduló oldalán kevesebb ilyen kráter van. Ennek magyarázata, hogy a Föld irányából érkező kozmikus bombák egy részét felfogta a Föld, vagyis ezek a Földbe csapódtak. A Föld ugyanúgy ki van téve a kozmikus bombázásnak, mint a Hold. Hogy miért nem látjuk akkor itt is a kráterrengeteget, arra a kérdésre a két égitest felszínének eltérő jellege adja a magyarázatot. A Hold felszíne gyakorlatilag halott, egy-egy morfológiai elemet, egy krátert akár évmilliárdokig is megőriz. A Föld felszíne ezzel szemben él és a bombázás üteméhez képest gyorsan változik, a hegységképződés és az erózió hamar leradírozza, a szubdukció és az üledékképződés hamar elsüllyeszti, letakarja a pillanatnyi morfológiai elemeket. Éppen ezért sokáig nem is ismerték fel a földi becsapódások (*terrestrial impact structures*) létét és jelentőségét. Igazán csak a XX. század második felében kezdtek a témával foglalkozni. A következőkben a becsapódási kráterekkel kapcsolatban felgyűlt ismereteket szeretném geofizikai szemmel röviden összefoglalni.

A becsapódások gyakorisága

A Föld és a Hold a kialakulását követő időszakban a becsapódások gyakorisága igen magas, a mainak legalább százszorosa volt. A Hold felszínének legidősebb területei arról tanúskodnak, hogy akkoriban a felszín alakításának ez volt a legfontosabb tényezője. A jelenkortól visszafelé számított 4,6 és 3,9 milliárd év között a becsapódások gyakorisága gyorsan csökkent és körülbelül 3,8 milliárd évvel ezelőtt beállt a jelenlegi szintre. Azóta nagyjából állandónak tekinthető [GRIEVE 1990].

A becsapódások jelenlegi gyakoriságát GRIEVE nyomán az 1. ábra mutatja be. Látható, hogy a becsapódások energiája és az adott energiával jellemzett becsapódások gyakorisága fordítottan arányosak, minél nagyobb katasztrófát okoz egy esemény, annál kisebb bekövetkezésének valószínűsége. Vagyis olyan nagy energiájú becsapódás, mint amelyek a mexikói Chicxulub krátert létrehozta és amelyek a földi klímára és légkörre gyakorolt hatása a kréta végi nagy kihalásért felelős, 50–100 millió évenként egyszer várható, ugyanakkor az 1908-as szibériai Tunguzka meteor robbanásához hasonló események 100–200 évenkénti gyakorisággal ismétlődhetnek.



1. ábra. A kozmikus testek becsapódásának várható gyakorisága a becsapódáskor felszabaduló energia függvényében (GRIEVE adatainak felhasználásával)

A becsapódási kráter kialakulása

A becsapódási kráter kialakulásának folyamata nagyon nagy mértékben függ a becsapódó test (*projectile*) Földhöz viszonyított sebességétől és tömegétől, hiszen ez a két tényező határozza meg azt a mozgási energiát, ami a becsapódáskor becsapódási energiaként jelentkezik.

Az aszteroidák átlagos, Földhöz képesti sebessége a szakirodalom szerint körülbelül 15–25 km/s [GRIEVE 1990], tehát rettenetesen gyors. Tömegük széles skálán változhat, ez a testet felépítő anyag minőségétől és a test méretétől függ.

A kisebb tömegű testek rendszerint el sem érik a földfelszínt, már a légkörben elégnék, felrobbannak. Az 1908-as szibériai Tunguzka meteorit méretét például néhányszor tíz méterre teszik és a becslések szerint körülbelül tíz kilométer magasan robbant a földfelszín felett. Ha eléri a földfelszínt valószínűleg az arizonai Barringer kráterhez hasonló méretű üreget üt.

A nagyobb meteoritok, ha tömegük nem haladja meg a 100 tonnát, energiájuk jelentős részét elveszíthetik a légkörön való áthaladáskor. Végül az 1000 tonnát meghaladó tömegű testek gyakorlatilag fékeződés nélkül törnek át a légkör.

A földfelszínt elérve a becsapódó test mozgási energiája nyomássá és hővé alakul. A becsapódás helyének (*target area*) közeire (*target rocks*) és, természetesen magára a becsapódó testre is, a test energiájától függően akár 100 gigapaszkált meghaladó nyomás és több ezer °C-os hőmérséklet is hathat. Ez a becsapódó test és a célterület közeteinek robbanásszerű megolvadását és gőzzé alakulását eredményezi. Ez a robbanás alakítja ki a becsapódási krátert.

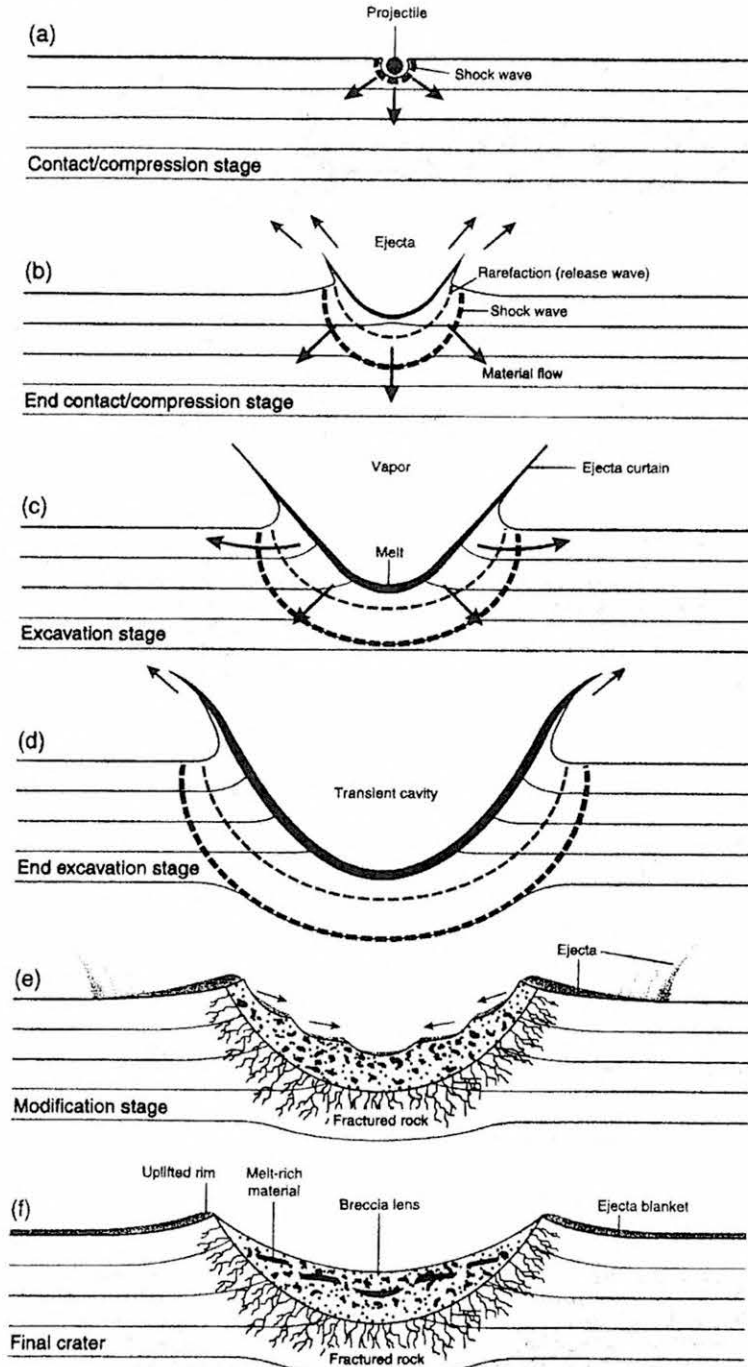
Ez a folyamat az oka annak, hogy a kráter, függetlenül a becsapódás irányától, mindig kerek. A kráterképző robbanás utólag eltörli egy viszonylag lapos szögben érkező test aszimmetrikus becsapódásának nyomát. És ez az oka annak is, hogy az ismert becsapódási kráterekben sokáig hiába

keresték a becsapódó testet, elgőzölt, illetve megolvadt anyaga elkeveredett a célterület kőzeteinek hasonló átalakulásán, illetve mechanikai felaprózódáson átment anyagaival.

A szakirodalom általában egyszerű (*simple*) és összetett becsapódási krátereket (*complex impact structures*) különböztet meg. A kettő között a kráterképző robbanás energiá-

jának mérete a különbség.

Egyszerű kráterek általában azok, amelyek átmérője nem haladja meg a 3–4 km-t. Jól ismert és alaposan megkutatott példa erre a kb. 1 km átmérőjű Barringer meteor-kráter Arizonában. Az egyszerű kráterek képződésének folyamatát a 2. ábra mutatja be:



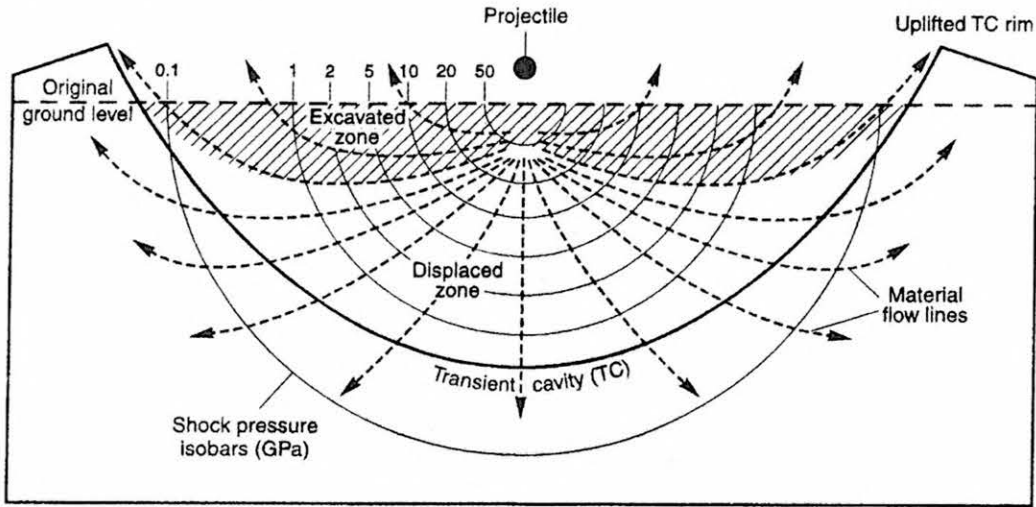
2. ábra. A kráterképződés folyamata egyszerű kráter esetén (FRENCH nyomán, courtesy LPI)

- (a) az érintkezés pillanata (*contact/compression stage*): a becsapódó test egy nyomáshullámot (*shock wave*) indít el a célterület kőzeteiben és ezzel ellentétes irányban önmagában is;
- (b) a kráterképződés kezdete (*end contact/compression stage*): a test hátoldaláról visszaverődő nyomáshullám (*rarefraction* vagy *release wave*) hozzáadódik a lefelé

- indított nyomáshullámhoz és ekkor a becsapódó test felrobban, a robbanás a célterület kőzeteit részben megolvasztja, részben összetöri és mind az olvadékot mind a törmelék egy részét kihajítja;
- (c) a kráterképződés (*excavation stage*): a robbanás energiája folyamatosan olvasztja és töri a kialakuló kráter alját, dobja ki az olvadékot és a törmelékot, ezzel egyre

jobbán kimélyítve a krátert, a kráterből kirepülő anyag (*ejecta*) valóságos függőnyt képez (*ejecta curtain*), a

kráter peremeit (*rim*) a nyomás megemeli (3. ábra);



3. ábra. A kráterképződés erőhatásainak mozgásainak és nyomásviszonyainak részletesebb képe (FRENCH nyomán, *courtesy LPI*)

- (d) a kráterképződés vége (*end excavation stage*): a kráterképzés felemészttette az energiát, a kráter mélyülése leáll és megindul a kidobott anyag visszahullása részben magába a kráterbe, részben a megemelt kráterperemekre (*uplifted rim*), az eredeti kőzetekben képződött, még visszatöltődés nélküli üreget nevezük átmeneti üregnek (*transient cavity*);
- (e) a kráterképződés utómozgásai (*modification stage*): a kialakult kráter környezetében erősen repedezett kőzetek (*fractured rock*), a kráter belsejében olvadéktörmelék durva breccsa képződik, amit a kidobott anyag egyre finomabb szemcsés visszauledő (*fallback*) rétegei takarnak be, a visszauledés a kráteren kívül is folytatódik, a krátertől távolodva egyre vékonyabb leplet (*ejecta blanket*) hozva létre, a kráter így kialakult nagyon meredek, de laza falai suvadásszerűen leomlanak, tovább növelve a kráter átmérőjét és csökkentve mélységét;
- (f) végállapot (*final stage*): a leírt folyamatok eredményeképpen a becsapódás helyén egy kerek, talszerű mélyedés áll elő, amelynek a peremei kiemelkednek a térszínből, ezt hívjuk kráternek, a krátert és környékét a visszahulló finom anyagok fedik, ez alatt a kráteren belül olvadék lencsékkel kevert breccsa, majd törmelék következik, míg legvégül az eredeti kőzet erősen repedezett zónája veszi körül az egésztest.

Az (a)–(d) szakasz eseményei mindössze néhány másodpercet vesznek igénybe, míg az (e)–(f) szakasz néhány-szor tíz perc, esetleg több óra alatt játszódik le.

A 4 km-nél nagyobb átmérőjű kráterek általában úgynevezett összetett kráterek. Képződésüknél nagyobb energia működik, mint az egyszerű kráterek esetében, a kráterképződés folyamata során így mélyebb átmeneti üreg keletkezik és a nagy nyomás és hőmérséklet hatására plasztikussá válnak az üreg alatt lévő kőzetek. Emiatt az üregképző energia elhasználódása után a környező kőzetnyomás hatására az üreg talpán megindul a kőzetek visszarámlása. Az egész folyamat rendkívüli módon emlékeztet a vízbe dobott kavics esetére, azzal a különbséggel, hogy itt a kőzeteket plasztikussá tévő energia szétszűgárik, a plasz-

tikussá vált kőzetek viszkozitása ezért igen gyorsan nő és egy ponton megállítja a folyamatot. Hogy a folyamat hol áll meg, ez a robbanásakor felszabadult energia mértékétől függ. Általában ez a leállás nagyon hamar bekövetkezik, ezért az összetett kráterek közepén van egy központi kiemelkedés (*central uplift*) és így maga a kráter már nem tál, hanem gyűrű alakú (*ring graben*). Nagyon nagy becsapódásoknál azonban a folyamat még ennél is tovább mehet, a központi kiemelkedés túlelmeledik, majd visszaesik és mint egy vízgyűrű, elindul kifelé. A Holdon olyan krátert is ismernek, amelyeknek három ilyen gyűrűje is van, az ilyet többgyűrűs krátereknek (*multiring craters*) nevezik. Az összetett kráterek képződésének az egyszerű kráterekétől eltérő fázisait a 4. ábra mutatja be:

- (a) a kráterképződés: eddig minden ugyanúgy zajlik, mint a 2. ábrán bemutatott egyszerű kráterek esetében;
- (b) a kráterképződés végén a plasztikussá vált kráterfenéken megindul az emelkedés;
- (c) a kráterfenék emelkedése az utómozgások során is folytatódik, ugyanakkor megindul az erősen túlelmelet kráterperemek leomlása is;
- (d) a végállapotban a kráter vízszintes kiterjedéséhez képest sekély, gyűrű alakú kráter jön létre, amely leginkább egy lapos kuglófsütőre emlékeztet.

A becsapódási kráterek geofizikai jellemzői

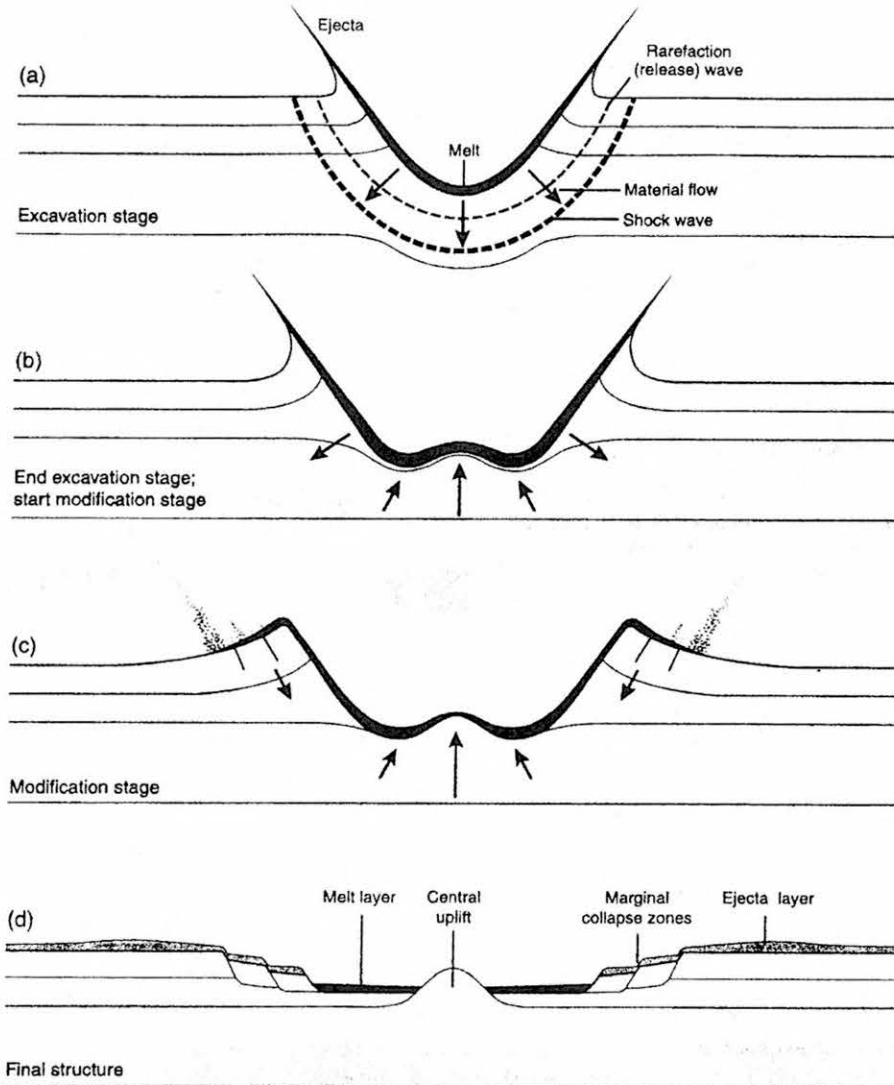
A becsapódási kráterek geofizikai jellemzőit PILKINGTON és GRIEVE 1992-ben az akkor ismert összes becsapódási kráter adatait figyelembe véve összefoglalta és közreadta, a következőkben elsősorban az ő adataikra támaszkodom.

Gravitációs kép

A becsapódási kráterek általában negatív gravitációs anomáliával jelentkeznek, ennek oka egyrészt a krátert kitöltő lazább törmelékes anyag, másrészt a kráter alatti összetöredezett és fellazult zónának a környezeténél alacsonyabb sűrűsége. Az anomália mérete és amplitú-

dója azonban, természetesen, nagyon függ a kráter méretétől és helyzetétől. Egy, a felszínen lévő kráter lényegesen markánsabb anomáliát fog okozni, mintha ugyanaz a kráter egy 1 km vastag üledéktakaró alatt helyezkedik el. De függ az anomália észlelhetősége az adott terület gravitációs felmértésének sűrűségétől is, ha a mérés sűrűsége már nem teszi lehetővé annak a frekvenciának a kiemelését, amivel egy kisebb kráter hatása jelentkezik, akkor a kráter gravitációs anomáliája észrevétlen marad. PILKINGTON és GRIEVE nyomán az

ismert kráterek átmérője és gravitációs hatása közötti összefüggést a 5. ábra mutatja be. A diagramon látható, hogy míg a kisebb átmérőjű (<10 km) kráterek várható gravitációs minimuma, erős szórással ugyan, de mGal-ban megegyezik az átmérő km-ben számított méretével, addig a 100 km-t meghaladó átmérővel rendelkező kráterek hatása sem haladja meg a mínusz 20 mGal-t. Vagyis összefoglalva, a becsapódási kráterek egy sokszor az észlelhetőség határán mozgó negatív gravitációs maradékanomáliával jelentkeznek.



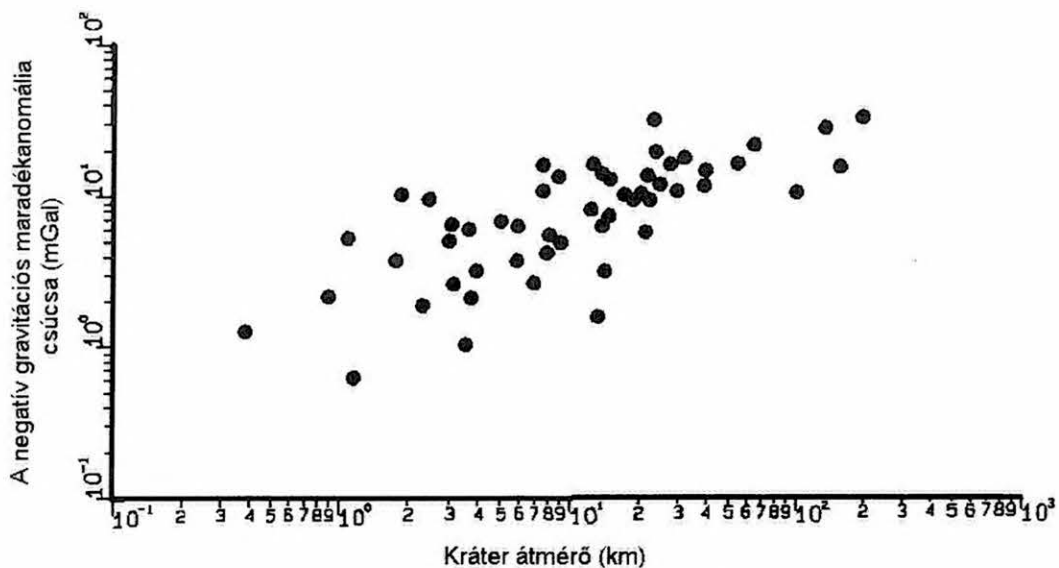
4. ábra. Az összetett kráter képződésének folyamata (FRENCH nyomán, courtesy LPI)

Mágneses hatás

A kőzetek mágneses viselkedésének összetettebb volta miatt a mágneses anomáliákat nem hozhatjuk a becsapódási kráterekkel olyan egyszerű kapcsolatba, mint azt a gravitációs hatások esetében megtehettük. Sok esetben a krátereknek nincsen felismerhető mágneses hatásuk, de ha van, akkor ez is általában egy kis amplitúdójú negatív anomália. A leginkább jellemző azonban, hogy a becsapódás megzavarja a célterület mágneses anomália képének jellegzetes lefutását, ha van ilyen. Természetesen itt is igaz, hogy ha van hatás, az csak megfelelően sűrű mérési hálózat (mintavételezés) esetén ismerhető fel.

Elektromos hatás

A célterület kőzeteinek breccsásodása, összetöredezése, felrepedezése közvetlenül nagy változásokat okozhat ezen kőzetek elektromos tulajdonságaiban is, mert a kőzetek vezetőképessége igen erősen függ víztartalmuktól. Kevesebb, mint 1% változás a víztartalomban több, mint egy nagyságrendnyi változást okozhat a vezetőképességben, így a kráterek töredezett és repedezett zónájának megnövekedő folyadéktartalma miatt az elektromos módszerek általában jól használhatók a becsapódási kráterek térképezésére.



5. ábra. A negatív gravitációs anomália csúcserőértéke a kráter átmérő függvényében (PILKINGTON és GRIEVE adatainak felhasználásával)

Szeizmikus kép

A kráteren belüli törmelékes és az alatta lévő repedezett zóna a szeizmikus mérésekben mint egy csökkent sebességű zóna kell jelentkezzen. Ha a kráter a felszínen van, vagy fedett ugyan, de egy refrakciós határfelülethez kötődik, akkor ezt szeizmikus refrakciós mérésekkel ki lehet mutatni, illetve térképezni lehet.

Kellő mélységben lévő eltemetett kráterek a szeizmikus reflexiós szelvényekben geometriájuk révén ismerhetők fel. Ha a krátert jól harántolja a mérés, akkor a reflexiós szelvényben meg kell jelenjenek a kráter végállapotának jellegzetes geometriai formái.

Geológiai bizonyítékok

Összefoglalva a becsapódási kráterek geofizikai jellemzőit, azt kell megállapítanunk, hogy néhány igazán szerencsés esetet kivéve ezek többnyire csak jelezhetik, valószínűsíthetik egy szerkezet becsapódási kráter voltát, de általában perdöntő bizonyítékot nem szolgáltatnak. Különösen igaz ez az eltemetett kráterek esetében. Éppen ezért bizonyítottan becsapódási szerkezetnek csak azokat a krátereket fogadják el, amelyekben megtalálhatók a becsapódás okozta óriási nyomás és hő hatására (*shock metamorphic effects*) metamorfizálódott jellegzetes úgynevezett becsapódási kőzetek és ásványok (*impactites*). Vagyis egy szerkezetről a végszót csak a fúrómagok kőzet- és ásványtani vizsgálata mondhatja ki.

A becsapódási krátereket katalogizálják, ezek a katalógusok a kráterek jellemzőivel és sok esetben fényképeivel megtalálhatók a világhálón.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti a *Lunar and Planetary Institut* (Houston, USA) nagylelkűségét, amellyel hozzájárult a 2. 3. és 4. ábra felhasználásához és újra publikálásához.

The author thanks the Lunar and Planetary Institute (Houston, USA) for permitting the use and republication of figures 2, 3 and 4.

HIVATKOZÁSOK

- FRENCH B. M. 1998: *Traces of Catastrophe: a Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*. LPI Contribution No. 945, Lunar and Planetary Institute, Houston
- GRIEVE R. A. F. 1990: *Impact Cratering on the Earth*. Scientific American April, p. 44–51
- PILKINGTON M., GRIEVE R. A. F. 1992: *The Geophysical Signature of Terrestrial Impact Craters*. *Reviews of Geophysics* 30, p. 161–168

Bodoky Tamás

Kiadásaink közül azokat a tételeket soroljuk ide, amelyek az Alapítvány Alapító Okiratában megfogalmazott célok megvalósításával kapcsolatosak:

— Tudományos tevékenység, kutatás	807 120 Ft
— Nevelés, oktatás, képességfejlesztés	257 516 Ft
— Kulturális örökség megóvása	545 626 Ft
<i>összesen</i>	<i>1 610 262 Ft</i>

Költségvetési szervtől kapott támogatás

Az Alapítvány a 2003. évben költségvetési szervtől vagy alaptól nem kapott támogatást.

Az Alapítvány vezető tisztségviselőinek nyújtott juttatás

Az Alapító Okiratnak megfelelően semmilyen juttatásban nem részesültek a tisztségviselők.

Beszámoló a közhasznú tevékenységről

Az Alapítvány 2003. évi működését az Alapszabályában rögzített és a fentiekben részletezett közhasznú tevékenységek végzése jelentette (tudományos díj, tanulmányi verseny támogatása, az ELGI történetét bemutató könyv elkészítése, konferenciákra történő utaztatás, tudománytörténeti emlékek gondozása).

Az Alapítvány tárgyévi gazdálkodása zökkenőmentes volt, minden számláját határidőre kifizette, készpénzforgalmában fennakadás nem volt, vállalkozási tevékenységet nem folytatott.

Budapest, 2004. március 23.

*Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány
kuratóriuma*

FELHÍVÁS A JUBILEUMI KIADVÁNYOK ÁTVÉTELÉRE

Tisztelt Tagtársunk!

A Magyar Geofizikusok Egyesülete fennállásának 50. évfordulója alkalmából megjelent „50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete” című 328 oldalas, igen sok fényképpel ellátott emlékkönyvet és a *Magyar Geofizika* ugyancsak erre az alkalomra, kivételesen színes ábrákkal megjelent jubileumi különszámát számos Tagtársunk még nem vette át.

E két kiadványt minden Tagtársunk térítésmentesen megkaphatja (aki az április 27-i ünnepi tudományos ülésen részt vett, személyesen vehette át). A jelentős postaköltségre tekintettel azonban csak akkor tudjuk a kiadványokat postai úton eljuttatni, ha Tagtársunk a postaköltséget átvállalja. Ebben az esetben kérjük, hogy jelezze a titkárságon megrendelési szándékát. Az utánvétellel történő küldés költsége — a postaköltség és a csomagolás költsége — 1200 Ft.

A két kiadvány természetesen továbbra is átvehető személyesen (vagy ismerősét, kollégáját megkérve) az Egyesület titkárságán előzetes telefonbejelentkezés után.

Címünk: Budapest, II., Fő u. 68., I. em. 113.

Telefon: (1) 201 9815

Tisztelettel várja jelentkezésüket

az MGE elnöksége

In Memoriam:

RENNER JÁNOS

1946–2004



Bár már régóta tudtuk, hogy RENNER János kollégánk kedves mosolya, derűs pillantása mögött súlyos betegséget hordoz, mégis megrendülve fogadtuk az üzenetet, hogy menjünk azonnal, ha búcsúzni akarunk tőle.

Kollégánk, RENNER János közvetlenül a második világháború után, 1946-ban született Budapesten. Gyermekkorát Zuglóban töltötte. 1964-ben az I. István Gimnáziumban érettségizett, majd az Eötvös Loránd Tudományegyetemen fizikus diplomát szerzett 1970-ben. Egyetemi tanulmányainak befejezése után rögtön az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben helyezkedett el, talán ekkor még nem is sejtve, hogy egész munkás életét itt fogja eltölteni. Az Intézetben kezdettől fogva a radiometriai laboratóriumban munkatársa, majd 1979-től vezetője is. Fő feladatát a radiometriai analízisek módszer- és műszerfejlesztése képezte. Munkájának és eredményeinek elismeréseként 1981-ben tudományos főmunkatárssá léptették elő.

1975 és 1980 között mint a téma intézeti felelős vezetője részt vett az INTERMORGEO keretében a vas-mangán konkréciók és mélytengeri üledékek vizsgálatára szolgáló maggeofizikai elemző berendezés létrehozásában és mérési módszertanának kidolgozásában. Munkájával kapcsolatban több nemzetközi kutatóexpedícióban vett részt. Ezek között minden bizonnyal az 1979-es csendes-óceáni expedíció volt a legérdekesebb, amikor egészen a Fidzsi-szigetekig és Francia Polinéziáig, Tahitiig jutott el.

Vezetője volt az „Elemanalitikai vizsgálatok” című intézeti témacsoportnak, amely gyors ipari anyagvizsgá-

lati eljárások kidolgozására irányult, célja a kőzetek összetételének meghatározása volt a kutatás, a kitermelés, illetve a feldolgozás helyszínén. A vezetésével kidolgozott mérési eljárás és berendezés a bauxitiparban és a timföldgyártásban iparági szabvánnyá vált.

RENNER János nevéhez fűződik Magyarország Radiometriai Alappont Hálózata, ő tervezte meg és indította el ennek az országos programnak a mérési munkáit. Vezetése alatt szerezte meg az Intézet radiometriai laboratóriuma a Nemzeti Akkreditáló Testület akkreditációját.

Az elmúlt 30 év során 7 szolgálati szabadalom társszerzője, és több mint 70 tanulmány szerzője, illetve társszerzője volt.

Lelkiismeretes munkáját több kitüntetéssel ismerték el:

- 1976-ban az Intézet igazgatójától igazgatói dícséretet kapott,
- 1982-ben a Központ Földtani Hivatal a „Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója”, majd 1985-ben a „Kiváló munkáért” kitüntetésekkel adományozta neki,
- az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 2000-ben a Pro Geophysica Emlékéremmel köszönte meg eredményes munkáját és az Intézet iránti feltétlen elkötelezettségét.

János 2003-ban nyugdíjba ment. Régóta lappangó betegsége jelentkezett újra és kényszerítette, hogy megváljon kedves laboratóriumától. Egy becsülettel átdolgozott élet végén a békés öregkor azonban már nem adatott meg neki.

Távozásával nemcsak nagy tudású és hűséges munkatársat veszítettünk, hanem egy mindig segíteni kész jó barátot is. Huncut mosolya és szemüvege mögül előcsillanó derűje nagyon fog hiányozni.

Bodoky Tamás

RIBI ELEMÉR

1928–2004



Súlyos betegség következtében, életének 76. évében, 2004. január 24-én elhunyt RIBI Elemér okleveles villamosmérnök, a hazai geofizikai műszerfejlesztés és -gyártás jelentős egyénisége. A geofizikusok közép- és senior generációja jól ismerte és kedvelte robusztus és jókedvű személyiségét.

Újpesten született egyszerű munkáscsaládban, amire mindig büszke volt. Középiskolai tanulmányait Újpesten, majd a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Középiskolában végezte. Itt kapott technikus oklevelet is 1951-ben. Villamosmérnöki oklevelét levelező tagozaton a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán 1966-ban szerezte.

Első munkahelye az EKA villamossági műszergyártó cég volt. A Geofizikai Mérőműszerek Gyára — GMG — megalakulásától dolgozott a geofizikai műszer szakterületen. 1954–57 között mindennapos szakmai munkát végzett, majd 1957-ben, jó irányító és szervező egyéniségére felfigyelve, kinevezték a GMG főmérnökének. Vezetése alatt nagyszámú geofizikai műszer kifejlesztése és gyártása folyt, amelyek jelentős része — széleskörű hazai felhasználás mellett — exportra került az akkori szocialista országokba. Felsorolásuk hosszú lenne, de néhányat meg kell említeni: pl. az ELGI-ben kifejlesztett és a GMG-ben gyártott szeizmikus berendezés, amely nagydíjat kapott az 1958-as brüsszeli világkiállításon; az EL-303-as karotázisberendezés és annak változatai; a GMG soproni gyáregységében készült tellurikus és egyéb kutatóműszerek; az OKGT-nél kifejlesztett első elektronikus laterolog berendezés és számos más műszer.

Az 1960-as évek elején a műszeripari trösztösítéskor a GMG beolvadt a GAMMA Művekbe (GM). Nem vállalta tovább a főmérnöki munkakört, mert elméleti ismereteinek bővítésére levelező tagozaton mérnöki oklevelet kívánt szerezni a BME-n. Ekkor megbízták a Geofizikai Műszerfejlesztési Osztály vezetésével. Itt széleskörű fejlesztési tevékenységet irányított, amely részben a GM gyártotta geofizikai műszerek továbbfejlesztése volt, részben olyan új geofizikai műszer-

fejlesztések eredményeinek ipari szintre emelése, amelyek az ELGI, az OKGT, a soproni akadémiai kutatóintézet, az egyetemi tanszékek stb. berkeiben folytak. Említést érdemel az EL-7000 elektronikus karotázis berendezés, amelynek eladási értéke a 60–70-as évek fordulóján elérte az 1 milliárd forintot.

Az 1970-es évek elején az OKGT-be hívták a Geofizikai Főosztályra az akkor megindult nagymélységű kutatási program műszerezési fejlesztésének koordinálására. Rendkívül széleskörű feladatsor koordinálását, gazdasági menedzselését végezte eredményesen és kiválóan, egészen nyugdíjba vonulásáig. A nyolcvanas években már az OKGT nemzetközi geofizikai együttműködésének is egyik irányító alakja volt.

Emberi kvalitásairól el lehet mondani hogy született, ösztönösen szervező, koordináló egyéniség volt. Személyes tapasztalatból mondhatom — a sors különös véletlene folytán közös középiskolánkban, a „Kandó”-ban keletkezett ismeretségünk a geofizikai műszerezésben az ötvenes évek második felétől a kilencvenes évek elejéig mindennapos baráti munkakapcsolattá vált — mindenkor az együttműködés szervezését, elősegítését tekintette elsődlegesnek nemcsak egy munkahelyen, hanem az OKGT menedzselte kutatóhelyek között is és mondható, hogy a háttérből igyekezett a fejlesztéseknél jelentkező nehézségeket elhárítani.

Mint vezető határozott, erőskezű volt. Azonban, ha kellett, munkatársait, beosztottait messzemenően segítette személyes problémáik megoldásában is. Munkán kívül, terepen, külföldön a vele együtt lévők hangulatot teremtő jó pajtása volt.

Magánéletében családjának élő egyszerű ember, akinek szeretett felesége és két gyermeke, majd unokái mindenei voltak. Nyugdíjas éveit beárnyékolta fia korai távozása, majd felesége — öt évtizedes házasság utáni — elvesztése megkeserítette élete utolsó két évét.

Halálával elvesztettünk egy olyan kollégát, pályatársat, barátot, aki az 1900-as évek második felében a fénykorát élő hazai geofizikai kutatás jelentős és hasznos tagja volt. Távozásra fájdalmas mindannyiunknak, akik ismertük, szerettük. Búcsúzunk — de szívesen emlékezünk rá.

Gyászolja családja, leánya, unokái, és akik becsültük és szerettük.

Kubina István

TORMÁSSY ISTVÁN

1946–2004



Kecskeméten született. Gyermekkori élményei már korán a geológusi pálya felé irányították. Középiskolai tanulmányait a geológiai technikumban kívánta végezni. Ez a terve ugyan nem valósulhatott meg, de pályaválasztása töretlen maradt. 1964-ben beiratkozott az ELTE TTK-ra, ahol 1969-ben okleveles geológusként végzett.

Egész szakmai életútja egybeforrt a hazai szénhidrogén-kutatással és -termeléssel. Pályakezdő geológusként az OKGT Dunántúli Kutató és Feltáró Üzemében kezdte meg munkásságát mint üzemi geológus. Az itt szerzett tapasztalatok döntő hatással voltak további szakmai életútjára.

A geológia iránt elhivatottságot érző fiatal szakember elkötelezett tagja lett az olajbányászok nagy családjának. 1971-től az OKGT Dunántúli Kőolaj- és Földgáz-termelő Vállalat rezervoargeológiai csoportvezetője lett. Megalapozta többek között a Budafa, Lovászi, Nagylengyel mezők korszerű művelési eljárásainak kidolgozását, fejlesztését, ellenőrzését. Korán megmutatkozott szakmai rátermettsége, nagy munkabírása, oknyomozó munkastílusa, eredmény-centrikussága, megbízhatósága.

Az OKGT-ben folyt belső átalakulások során a Nyakanizsán 1978-ban létrejött új vállalat, a Kőolaj- és Földgázbányászati V. főosztályvezetőjeként folytatta szakmai munkáját. Vezetésével és személyes közreműködésével számos területen folyt eredményes kutatási tevékenység. Mindig nagy súlyt helyezett a különböző kutatási módszerek kiegyensúlyozott és célszerű együttes alkalmazására.

Tagja volt annak a szakmai csapatnak is, amelyik kidolgozta a Nagylengyel mező CO₂-es műveléséhez alapvetően szükséges földtani–tektonikai modellt. Folyamatosan figyelemmel kísérte a termelő mezők állapotát, és ezen ismeretek felhasználásával alakította ki szakmai álláspontját.

Lelkes híve és magyar részről szakmai összefogója volt a magyar–jugoszláv határ menti térségben folyt összehangolt szénhidrogén-földtani kutatásnak. Kiváló kapcsolatokat épített ki a horvátországi és szlovéniai szakmai szervezetekkel.

A rendszerváltással párhuzamosan az olajipar újabb nagy szervezeti átalakulási folyamata is megindult. Az eddig dunántúli vállalati keretek között tevékenykedő, országosan elismert kiváló szakember a budapesti székhelyű, de országsszerte kutatásokat végző Geofizikai Kutató Vállalathoz került 1990-ben mint a Dunántúlért és a Duna–Tisza közéeft felelős területi kutatási főosztályvezető. Irányításával folyt a térségben a felszíni geofizikai, mélyfúrásos és kútgeofizikai kutatási tevékenység tervezése, az eredmények értelmezése, a kutatás irányítása.

Az OKGT-ből létrejött MOL Rt.-ben folyamatosan szakmai vezetői feladatokat látott el. A szervezeti változások következtében vezetői feladatai is változtak. Kezdetben a MOL Rt. Kutatás-Termelési Ágazat (KTÁ) Kutatás-Mezőfejlesztési Üzletág, majd a KTÁ Hazai Kutatási Üzletág regionális geológiai osztályvezetője, 1997-től fejlesztés-koordinációs vezetője. Az újabb szervezeti átalakulást követően a Kutatás-Termelés Divízió (KTD) koordináció vezetője. Ebben a beosztásában munkahelyén, munka közben érte a halál 2004. március 24-én.

Kiegyensúlyozott és magas szintű szakmai munkásságáért számos elismerésben részesült. A Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója (1975), Kiváló Munkáért (1981, 1988), Kiváló Dolgozó (1991 GKV), Magyar Olajiparért ezüst fokozat (1996), MOL Életpálya Elismerés (2001).

Aktívan vett részt a szakmai közéletben is. Rendszeres résztvevője volt a szakmai rendezvényeknek. Mint munkahelyi vezető minden rendelkezésére álló eszközzel igyekezett elősegíteni kollégái, fiatal munkatársai szakmai fejlődését azzal is, hogy ösztönözte és elősegítette aktív bekapcsolódásukat a szakmai közéletbe. Tagja volt az MFT-nek, az MGE-nek (több éven keresztül a Szénhidrogén Szakosztály elnöke volt) és az OMBKE-nek.

A geológiai feladatok megoldása kimagasló helyet foglalt el egész életében. Kedvelte a komoly szakmai kihívásokat. Munkájában mindig precíz, megbízható és igényes volt. Példamutatásával erre ösztönözte környezetét is. Nagy tudású és nagy munkabírású szakember volt, aki precíz, a részletekre is odafigyelő munkastílusával, a mások véleményére is figyelő és arra adó magatartásával kivívta munkatársai és a vele kapcsolatban álló külső személyek megbecsülését is.

Mások gondjaiban osztozni tudó, humánus gondolkodásmódja és magatartása segítette abban, hogy vezetői feladatait mindig emberségesen valósítsa meg. Beosztottait a szó igaz értelmében munkatársaiként, szinte barátaiként kezelte. Ajtaja mindig nyitva állt mindenki előtt.

A feszültségeket mindig magában feloldó és feldolgozó, kifelé mindenkor higgadt, megfontolt, halk szavú és szerény főnök, kolléga és barát nincs többé köztünk. Hirtelen és váratlan halálával azonban nagy és értékes hagyatékot adott mindannyiunknak, akik ismertük, tiszteltük és szerettük. *Ránk hagyta tisztességes szakmai és magánélete, embersége példáját. Örizzük és ápoljuk ezt a hagyatékot!*

Kedves Pista! Egyesületünk tagsága jól ismerte magas, szikár alakodat, baráti beszélgetésre, vitára mindig kész kedves stílusodat, tömör és lényegre törő érvelésedet. Köszönjük az együtt eltöltött munkás éveket. Emléked szívünkben él tovább. Isten áldjon! Nyugodj békében!

Pályi András

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos. Tel.: (1) 252 4999/142, e-mail: tothl@elgi.hu

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
