

<b>TISZTELT KOLLÉGÁK!</b> .....	1
<b>MGE</b>	
A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2002. április 5-i közgyűlése — Koszorúzás Eötvös halálának évfordulóján .....	2
<b>SZAKCIKKEK</b>	
Hazai törmelékes üledékes rétegsorok permeabilitás anizotrópiája <i>Salát Péter, Galsa Attila, Cserepes László, Drahos Dezső</i> .....	17
A mesterséges holdak méréseiből levezetett mágneses anomália térképek meghatározásának negyven éves fejlődése <i>Kis Károly, Wittmann Géza</i> .....	27
Magnetotellurikus adatok inverziója nem vízszintes réteghatárú rétegzett féltér esetére <i>Prácser Ernő</i> .....	36
<b>CIKKEK</b>	
Geofizikai kutatások Mongóliában V. Nemzetközi Földtani Expedíció 1976–1990. A) Az NFE tevékenysége 1976–80 között Hentij tartományban — <i>Hobot József, Madarasi András, Simon András, Taba Sándor, Zsille Antal</i> .....	45
<b>HÍREK, BESZÁMOLÓK</b>	
Az Európa-mérnöki címről — Eötvös Lorándra és Fényes Imrére emlékeztünk — Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány közhasznúsági jelentése — Pályázati felhívás — GEO 2002: Magyar földtudományi szakemberek VI. világtalálkozója — Olajipari konferencia és kiállítás .....	53
<b>IN MEMORIAM</b>	
Dr. Körössy László .....	58
Dr. Csíky Gábor .....	59

43. évfolyam 1. szám



2002

**CONTENTS**

<b>Foreword of the editors</b> .....	1
<b>MGE (Association of Hungarian Geophysicists)</b>	
News .....	2
<b>Geophysical Papers</b>	
Permeability anisotropy of Hungarian detrital sedimentary complexes <i>P. Salát, A. Galsa, L. Cserepes, D. Drahos</i> .....	17
Forty years development of the magnetic anomaly maps derived from the measurements of satellites <i>K. Kis, G. Wittmann</i> .....	27
Inversion of magnetotelluric data for layered halfspace with non-horizontal layer boundaries <i>E. Prácser</i> .....	36
<b>Papers</b>	
Geophysical investigations in Mongolia V. — J. Hobot, A. Madarasi, A. Simon, S. Taba, A. Zsille.....	45
<b>News and Reports</b> .....	53
<b>In Memoriam</b>	
László Körössy.....	58
Gábor Csíky .....	59

---

A szerkesztőség a szakcikkeket szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsora az évváró 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. Bodoky 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**

## Tisztelt Kollégák!

Folyó év április 5-én lezajlott közgyűlésünk, a Magyar Geofizikusok Egyesületének ez évi közgyűlése. Tagságunk tavaly úgy döntött, hogy a reánk következő évben ismét rám bízva Egyesületünk vezetését. Megtisztelő döntésüket itt és most újra megköszönöm. A következőkben néhány mondatban szeretném összefoglalni, hogy hogyan látom az Egyesület jelenlegi helyzetét és mit tartok a legfontosabb tennivalónak.

A közgyűlési beszámoló megkezdésénél borúlátó módon ítélték meg az Egyesület anyagi helyzetének alakulását. Én azonban úgy vagyok ezzel, mint az az erdélyi ácsmester, akivel a földbirtokos le akarta egy pusztuló istálló tetőszerkezetét bontatni, hogy kinyerje belőle a faanyagot. Az ács megnézte a lebontandó tetőt és azt mondta: „Uram, ez az ácsolat mestermunka, ilyet utoljára az apám tudott csinálni. Én már nem tudnám elkészíteni, hagyjuk meg, és inkább cseréljük ki alatta a falakat.” Bár a pénzügyi helyzet alakulása valóban nem túl kedvező, mégis azt hiszem, hogy ennek ellenére, a rendszerváltás előtti utolsó vezetőség bölcs előre látásának köszönhetően, pénzügyi szempontból az Egyesület még hosszú esztendőig stabilan képes működni. Ugyanakkor, noha erről a közgyűlésen nem sok szó esett, szakmailag egyre inkább kiüresedik, vagyis pont az tűnik el belőle, amiért az egész szervezet létrejött. A fent említett istálló példáját idézve, úgy érzem, hogy a falak omladoznak.

A kiüresedésnek több oka, vagy oldala is van. Az egyik ok, hogy a kilencvenes években nemzetközileg légüres térbe kerültünk. 1991-ben Kijevben volt az utolsó nemzetközi szimpózium. Ezeket a szimpóziumokat a szomszédos országokkal egyenrangú partnerekként, közösen rendeztük és remek alkalmat kínáltak a szakmai kapcsolatok rendszeres ápolására, elmúltukkal ezek a szakmai kapcsolatok fellazultak vagy megszakadtak, és a Magyar Geofizikusok Egyesülete magára maradt, elszigetelődött. Nem sokat segített ezen az alapvetően egyéni tagságra épülő, nagy nyugati szakmai szervezetekhez (EAGE, SEG, SPWLA) történő „affiliáció” sem, mert ezek a „csatlakozások” formálisak, deklaráció szinten maradnak és a gyakorlatban az egyesületi életre semmilyen hatással sincsenek.

A másik ok a belső szakmai élet megváltozása. Volt idő, amikor eredményeinkről, sikereinkről többnyire csak a szakosztályüléseken tudtunk beszámolni, az Egyesület jelentette számunkra a szakmai nyilvánosságot. Emlékszem, hogy a digitális geofizikai adatfeldolgozás hőskorában rendszeresen zsúfolt előadótermek előtt folytak a sokszor kemény vitába torkollt előadások. A szakosztálytitkároknak nem az előadókat kellett verbuválni, hanem az előadótermekért kellett harcolni. Aztán kinyílt a világ és ezek az ülések sokat veszítettek súlyukból. Legtovább az éves, országos, szakmai találkozó szerepét betöltő vándorgyűlések őrizték meg jelentőségüket, azonban, éppen utóbbi években ezek is kényszerűen átalakultak és ezzel párhuzamosan vonzerejük — sokak számára elérhetőségük is — nagyot csökkent.

(Csak zárójelben, hogy ne csak a rosszat lássuk, az ifjúsági ankétok és a Szeniorok Bizottságának rendezvényei ma is nagyon vonzó és jó hangulatú szakmai eseményeknek számítanak. Azonban ezek sikere ellenére is úgy érzem, nyilvánvaló, hogy az egyesületi szakmai munka terén komoly tennivalóink vannak, ha nem akarunk azzal a kérdéssel konfrontálódni, hogy ugyan már mire is jó ez az egyesület.)

Néhány héttel korábban, valamelyik elnökségi ülésen, a gondokról beszélve egyik kedves tagtársam főlőshajtott, hogy most kellene egy karizmatikus vezető. Én azt gondolom, hogy egy fecske, még egy karizmatikus fecske sem csinál nyarat, inkább elkötelezett, körültekintő, szorgos mesteremberekből álló vezetésre van szükség, hogy tégláról téglára haladva megpróbáljuk újra rakni a falat. Meg kell találni azokat a lehetőségeket, amelyek révén a szomszédos országok hasonló — és minden bizonnyal hasonló gondokkal küszködő — szakmai szervezeteivel ismét élő kapcsolatba kerülhetünk. Figyelembe véve a változásokat, például, hogy ma sokkal kevesebb az ifjúságunkon már túljutott, de a szenior kort még el nem ért, aktív kollégáink száma, illetve, hogy egy részük pénzügyi lehetőségei, más részük szabadsági foka az új világban sokkal szűkebb, meg kell találni azokat az új kereteket, amelyekben az itthoni egyesületi élet is felrázható — remélhetőleg csak Csipkerózsika-álmából. Ehhez kérem az új elnökség és minden egyes tisztelt Tagtársam segítségét. Ezt kellene, ezt szeretném legalább megindítani az előttünk álló rövid esztendőben.

*Bodoky Tamás*

## A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK KÖZGYŰLÉSE 2002. ÁPRILIS 5.

A MGE 2002. évi rendes közgyűlését a MTESZ Budai Konferenciaközpontjában tartotta meg. A közgyűlés az eredetileg meghirdetett 13 óra 30 perces időpontban határozatképtelen volt. A kitűzött második időpontban a közgyűlés, az Alapszabály értelmében, a megjelentek számától függetlenül (jelenléti ív szerint 96 résztvevő jelent meg) már határozatképes volt.



TÓTH József elnöki megnyitója

TÓTH József elnök a közgyűlést 14 órakor nyitotta meg. Köszöntötte a megjelent tagtársakat, a társegyesületek vezetőit (AMBRÓZY Pált, az MMT elnökét, SOMFAI Attilát, az MFT társelnökét és ŐSZ Árpádot, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztályának elnökét, aki külföldi útja miatt levélben üdvözölte a közgyűlést). Az elnök üdvözölte továbbá a jogi tagok és támogató szervezetek képviselőit is. Felkérte BELLÉR Évát a jegyzőkönyv vezetésére, valamint MOLNÁR Károly és POSGAY Károly tagtársakat a jegyzőkönyv hitelesítésére. Ezt követően ismertette a tervezett napirendi pontokat, amelyeket a résztvevők egyhangúlag elfogadtak. Ezt követően felolvasta ŐSZ Árpád üdvözlő levelét.

Az elnök bevezetőjében megemlítette, hogy az elmúlt egy évben nagyobb horderejű esemény nem volt Egyesületünkben, a munka a megszokott mederben zajlott, amelyet az írásban megküldött titkári beszámoló is tükröz. Gazdálkodásunk kiegyensúlyozott volt, gyakorlatilag veszteség nélküli „nullszaldós” eredményt értünk el, mely a megfontolt gazdálkodásnak köszönhető. A szakmai munka hagy kívánnivalót maga után. Csökkent az aktivitás. A probléma feloldására az Egyesület szakmai munkájának új alapokra helyezése, esetleg az Alapszabály módosítása is. Némely szakosztályban problémát jelentett az is, hogy Alapszabályunk szerint tisztséget csak két cikluson keresztül tölthet

be ugyanazon személy. Ez azt eredményezte, hogy igen aktív emberek kerültek ki a vezetésből. Itt említette meg, hogy amennyiben ideje engedte, részt vett szakosztályok, területi csoportok rendezvényein, Ifjúsági Ankéton, a szeniorok rendezvényein. Tájékoztatta a közgyűlést, hogy a taglétszám 658 fő, amely valamelyest csökkent az előző évhez képest. Örömteli tény viszont, hogy a fiatalok egyre nagyobb számban lépnek be az Egyesületbe. Összegezve tehát megállapította, hogy az elmúlt év nem volt sem jobb, sem rosszabb, az előzőeknél.



AMBRÓZY Pál, a meteorológusok elnöke



SOMFAI Attila, az MFT társelnöke

Az elnök bevezetőjét azzal zárta, hogy megköszönte VERŐ László titkár munkáját, aki betegsége miatt nem tudott részt venni a közgyűlésen. Átadta a szót BODOKY Tamás alelnöknek, aki felolvasta a VERŐ László titkár által



megírt kiegészítést a Felügyelő Bizottság vizsgálatára támaszkodó, és a tagságnak postán már elküldött elnökségi beszámolóhoz.



BODOKY Tamás

A titkári kiegészítő előlírásban megállapította, hogy egy közel 50 éves egyesület, mint amilyen a MGE, esetében nem meglepő, hogy az alapító tagok száma egyre fogy. A beszámolási időszakban nyolc tagtárs hunyt el, akik közül hét alapító tag volt. Eltávozott GAZSÓ Miklós, GELLERT Ferenc, LAMBERT Ferenc, LÁNYI János, dr. SEBESTYÉN Károly, SZABÓ Gábor, nekrológjuk már megjelent a Magyar Geofizika szaklap *In Memoriam* rovatában. A közel-múltban elhunyt dr. CSÍKY Gábor alapító tagról BODOKY Tamás, dr. KÖRÖSSY László alapító és tiszteleti tagról SOMFAI Attila tartottak megemlékezést. A közgyűlés résztvevői néma felállással tisztelegtek az elhunytak emlékének.



A résztvevők

A szóbeli kiegészítés megemlítette, hogy a MTESZ belső problémái kihatással vannak a tagegyesületek helyzetére, és belső viszonyaira. A folyamatok elemzését majd az elkészülő statisztikák segítik. Az egyesületi munkára rátérve megállapítja, hogy a szakosztályok és területi csoportok tevékenysége hasonló képet mutatott az előző évvel. Változatlanul a területi csoportok mutatkoztak aktívabbnak. Továbbra is aggodalomra ad okot a Szénhidrogén Szakosztály passzivitása. Bejelentette, hogy az évente megrendezésre kerülő Ifjú Szakemberek Ankétja idén márciusban

Salgótarjánban már sikeresen lezajlott (a kiegészítést felolvasó alelnök itt saját véleményét is megjegyezte, mely szerint az ankét sikeres és magas színvonalú volt, ezért gratulált a szervezőknek). Tájékoztatta a közgyűlést, hogy a több egyesület közös rendezésében megvalósuló Vándorgyűlést idén a főrendező OMBKE KFV Szakosztály október elején, Balatonfüreden kívánja lebonyolítani. Megemlítette még, hogy új számítógépet sikerült üzembe állítani, amellyel lapunk szerkesztését tudjuk elősegíteni.

A 2001. évi gazdálkodás elemzése kapcsán az alábbi jellemző számadatokat mutatta be:

Működési bevételek	9 439 040 Ft
Rendezvények bevétele	1 479 647 Ft
<i>Összes bevétel</i>	<i>10 918 687 Ft</i>
Működési kiadások	9 554 989 Ft
Rendezvények kiadása	1 360 977 Ft
<i>Összes kiadás</i>	<i>10 915 966 Ft</i>
Eredmény	2 721 Ft
Alapítványba (eredményből)	0 Ft

Kiemelte, hogy a minimális, gyakorlatilag nulla eredmény egy nagyon körültekintő és takarékos gazdálkodás eredményeként jöhetett létre, hiszen az elmúlt év volt Egyesületünk életében az első esztendő, amikor vagyónunk mintegy 530 ezer forintot csökkenése mellett kellett gazdálkodásunkat eredményesen végezni. Jelezte, hogy az egyesületi tevékenység számára realitásnak tűnik, hogy hosszú távon a vagyonesztés lehetőségével folyamatosan számolni kell, és meg kell találni a további sikeres gazdálkodáshoz szükséges új technikákat. Megemlítette, hogy a jogi tagok, támogató intézmények, és az adójuk 1%-át felajánló magánszemélyek támogatása nélkül helyzetünk még nehezebb lenne. Köszönet illeti tehát a segítőkét. Végezetül az elnökség beszámolójának elfogadását kérte a közgyűléstől.

A titkári beszámolót követően BODOKY Tamás alelnök felolvasta a közgyűlésnek a beszámolási időszakra vonatkozó egyesületi közhasznúsági jelentést, melyet egyébként a tagok korábban már postán megkaptak. A jelentést teljes terjedelmében közöljük.

### A magyar Geofizikusok Egyesülete 2001. 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, amit a rendelet szerint Egyesületünk lapjában megjelentetünk.

#### A költségvetési támogatás felhasználása

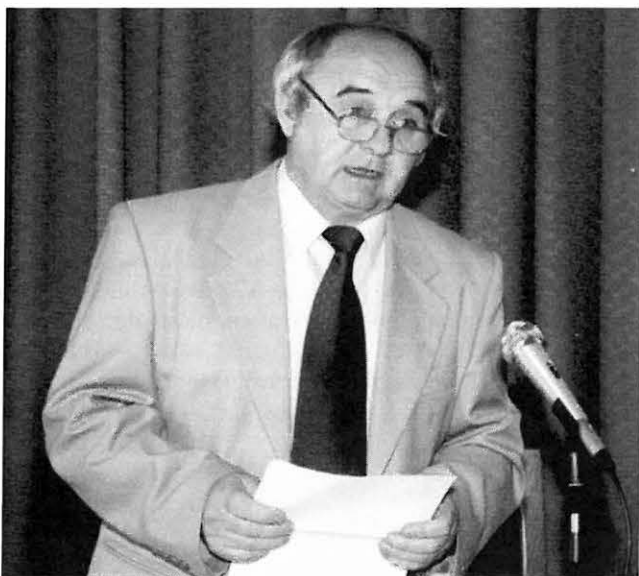
A MTESZ-től kapott 342 175 Ft költségvetési támogatás a működési költségekbe épült be. A támogatói célnak megfelelően a társegyesületekkel közösen rendezett szakmai programok költségeit fedezte.

#### 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 vagyónak az eredetét



A titkári beszámolót követően hangzott el a Felügyelő Bizottság jelentése, JÁNVÁRI János bizottsági elnök előadásában. Tájékoztatta a közgyűlést, hogy a bizottság éves, teljes körű ellenőrzését elvégezte. Rendelkezésre álltak a beszámolási időszak gazdálkodására vonatkozó, könyvelésileg is lezárt, szükséges adatok. A vizsgálat középpontjába, különös tekintettel a közhasznúságra, az Alapszabály szerinti tevékenységek — a működési tevékenység, a vagyoni eszközöknek a jogszabályokban meghatározott módon történt felhasználása, valamint a gazdálkodás szabályossága és a pénzügyi helyzet stabilitása — kerültek. Elkészültek a közhasznúsági jelentéshez szükséges adatok, és a 2002-es költségvetési terv is, melyeket jegyzőkönyvileg átadtak az elnökségnek. Az ezek alapján készült, és a közgyűlés elé került, beszámolóikban szereplő számok már mérleg-adatok. Kiemelte, hogy a beszámolási időszakra vonatkozó bevételek éppen csak elégségesek voltak a működési kiadások fedezésére. A 2001. évre elfogadott terv közel félmilliós hiánnyal számolt. Két befolyásoló tényezőnek (támogatásokból beérkezett +350 E Ft; a rendezvényi költségnek a bevételéhez képest kedvező alakulása) köszönhető, hogy ez mégsem következett be. Gyakorlatilag tehát nyereség nélkül, kis pozitív eredménnyel sikerült zárni az évet. Egyesületünk a beszámolási időszakban is közhasznú tevékenységet folytatott, vállalkozást nem végzett.



JÁNVÁRI János

A bizottságot 6 éven át irányító JÁNVÁRI János, munkájáról szólva, azon jó érzéséről számolt be, hogy bár mindig nehéz volt a gazdálkodáshoz szükséges pénzeszközöket előteremteni, de ebben az időszakban az eredmény pozitív volt. A 2002. évi tervről előljáróban előadta, hogy a bevételek jelentős része — ezek a kamatok — csökkenni fognak, így ismét negatív eredményt tervezünk. A működési kiadásainkon viszont szinte már semmit nem tudunk csökkenteni. Az elmúlt évben felkérést kaptak az elnökségtől a vagyoni helyzet felmérésére, melynek eredményeként megállapítható, hogy a meglévő tartalékok felhasználásával az Egyesület működése még kb. 10 évig megoldható lesz. Jogsértés és mulasztás nem történt, a bizottságnak így más munkája nem volt. Végezetül megköszönte a leköszönő bizottság tagjai nevében a tagság bizalmát, amit az elmúlt

3 év folyamán is élvezhettek. A beszámolót és a 2002. évi tervet elfogadásra javasolta a közgyűlésnek.

MAGYAR GEOFIZIKAI ALAPÍTVÁNY  
KÖZHASZNÚ EGYSZERESÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE 2001. ÉV

Sz. szám	Leírás	Érték	Előző évi mérleg	Változás
A	Befektetett eszközök (1.1. sor)			
1	Immateriális javak			
2	Tárgyi eszközök			
3	Értékpapírok			
4	Értékvesztés felkészültségű eszközök			
5	Belföldi értékpapírok			
6	Felkészültségű eszközök	16 427		16 427
7	Készletek			
8	Pénz és pénzeszközök			6
9	Értékpapírok	10 203		10 203
10	Fenntartások	600		600
11	C. Állásfoglalás elhatározások			223
12	ESZKÖZÖK (ARTYVAK) ÖSSZESEN (1.1-1.12. sor)	16 427		16 600
13	B. Számtárgyak (1.3-1.6. sor)	16 188		16 600
14	BEREKLÉSI TARTALÉK (1.7. sor)	6 310		6 310
15	ÉRTELLEN TARTALÉK (1.8. sor)	10 924		9 946
16	ÉRTELLEN TARTALÉK (1.9. sor)			
17	TÁRSASÁGI EREDMÉNY ALAPÉRTÉKESÍTÉS FŐRÖL (KÖZHASZNÚ TEVEKENYSÉGI FŐRÖL)	- 915		- 656
18	TÁRSASÁGI EREDMÉNY VÁLTOZÁSOK FŐRÖL			
19	F. Tartalékok			
20	Kötelezettségek (2.1-2.10. sor)	96		
21	ÖSSZESEN (1.1-2.10. sor)	96		
22	Pénzeszközök (2.1-2.10. sor)	96		
23	Pénzeszközök (2.1-2.10. sor)	96		
24	G. Passzív (2.1-2.10. sor)	96		
25	FŐRÖL (2.1-2.10. sor)	16 427		16 600

Elnök: Nemesi László  
Köszönő: Jánvári János

A beszámolókat sorát NEMESI László, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának elnöke folytatta. Ismertette az Alapítvány 2001. évi tevékenységét. Az 1990 áprilisában 300 000 Ft alaptőkével létrehozott, 1997-ig dinamikus tőkefelekedésű és 1999 októberé óta közhasznú Alapítvány életében a 2001. év volt a második tőkevesztéses esztendő. A tőkevesztés lényegesen kevesebb volt, mint a megelőző évben, de meghaladta a 650 E Ft-t. A bevétel összesen 2 049 188 Ft, melynek megoszlása: 1 812 188 Ft kamatbevétel, 137 000 Ft MGE átutalás, 100 000 Ft támogató cég. A bevétel mérséklődése a kamatok csökkenésére és a támogatói oldal szerény voltára vezethető vissza. Kiadásait, összesen 2 705 643 Ft-t, az Alapítvány a hagyományos támogatási területeire — tudományos tevékenység, nevelés-oktatás, szociális támogatás — fordította.

A kuratórium elkészítette a 2002. évi tervet. Úgy ítélte meg, hogy amennyiben az elkövetkező évben (években) sem nőne a vagyoni (jelenleg 15 M Ft), vállalni kell a pénzeszközök fogyasztását, az éves bevételnél nagyobb kiadásokat is, mert a most rászoruló problémái ezt kívánják. A 2002-re tervezett kiadások összesen 3 500 000 Ft-ot fognak kitenni. A tervezett kiadás első jelentős tétele már teljesült azzal, hogy az évek óta KIS Károly általános geofizika tankönyvének kiadására tervezett hozzájárulás most valósult meg. A közgyűlés előtt a szerző néhány példányt át is adott a megjelent tankönyvből a kuratóriumnak, megköszönve támogatásukat.



1 9 6 3 1 2 4 6

MAGYAR GEOFIZIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET ALAPÍTVÁNY

KÖZHASZNÚ SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA

2 0 0 1 ÉV

Sz. jel.	Az előző évről átvett mérlegérték	Éves bevétel	Éves költségvetés	Saldo
A				
1		1 000		1 000
2		100		200
3				100
4				
5				
6		100		100
7				
8				
9				
10		1 100		1 100
B				
11				
C		1 000		1 000
D		1 000		1 000
12				
13		100		200
14				100
15		1 000		1 000
16				
17				
18				
19				
20				
E				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

1 9 6 3 1 2 4 6

MAGYAR GEOFIZIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET ALAPÍTVÁNY

KÖZHASZNÚ SZERVEZETEK KÖZHASZNÚ EGYSZERŰSÍTETT ÉVES BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYKIMUTATÁSA

2 0 0 1 ÉV

Sz. jel.	Az előző évről átvett mérlegérték	Éves bevétel	Éves költségvetés	Saldo
F		1 000		1 000
G				
H				
I				
J				
TÁJÉKOZTATÓ ADATOK				
A				000
1				
2				000
3				000
B				1 000

A jelentésből kitűnik, hogy a jelenlegi feltételek mellett (kiadások mostani szintje, csökkenő bevételek) 5–10 esztendőre becsülhető az Alapítvány működőképessége, amit természetesen erősen befolyásolhat az időközben valószínűsíthető támogatási hajlam és rászorultsági változások hatása. Az elnök ismételten kérte a tagtársakat a szociálisan támogatásra szoruló felderítésében. Megköszönte a támogatók adta anyagi segítséget, valamint ACZÉL Etelka és STOMFAI Róbert tagtársaknak a szeniorok körében végzett sokirányú tevékenységét. Jelentését azzal zárta, hogy az Alapítvány a közgyűlésen ismertett

tényadatokról a Magyar Geofizika hasábjain is beszámol az 1997. évi CLVI. tv. 19.§-ban előírt tartalmi követelményeknek megfelelően.



NEMESI László

Ismét JÁNVÁRI János kapott szót, mint az Alapítvány (MGA) Felügyelő Bizottságának elnöke. A bizottság március 20-án vizsgálta meg az Alapítvány gazdálkodását. Szűkös bevételt használhatott csak fel közhasznú céljainak teljesítésére. Az elmúlt évek tapasztalatából következően a kuratórium mindig jól határozta meg a ráfordítások mértékét és tudatosan vállalta az évenkénti gazdálkodási veszteséget is. A Felügyelő Bizottság egyetért ezzel a döntéssel. A főkönyvi adatok itt is megegyeznek a felsorolt adatokkal. Miután az Egyesület Alapszabálya szerint az egyesületi éves nyereség 10%-a az Alapítványt illeti, így az egyesületi beszámolóból következően belátható, hogy az alapítványi bevételek csökkenni fognak ezzel az összeggel 2002-ben. A legfontosabb azonban mégis az, hogy a kitűzött alapítványi célokat, ha veszteség árán is, de teljesíteni lehessen.



A résztvevők egy csoportja

TÓTH József elnök megköszönte a beszámolókat, majd hozzászólásokra adott lehetőséget. Ezek hiányában egyenkénti szavazásra tette fel a beszámolókat elfogadását. A közgyűlés egyhangúlag elfogadta az Egyesület, az Alapítvány és a Felügyelő Bizottságok beszámolóját.

Ezt követően TÓTH József elnök olvasta fel az Egyesület



2002. évi pénzügyi tervének előterjesztését, melyet VERŐ László titkár készített elő.



A résztvevők

Az előterjesztés egészét uralta a 2000-ben elindult és azóta meglévő súlyos helyzet, hogy költségvetésünk egyensúlyát, azaz a bevételi és kiadási oldal egymásnak megfelelő voltát, csak vagyonunk terhére tudjuk megvalósítani. Az elnökség a MGE 2002. évi pénzügyi tervét mintegy 1,3 M Ft körüli hiánnyal fogadta el és terjesztette a közgyűlés elé. A pénzügyi terv hiányának fedezetéül vagyonunk szolgál. A 2002. évi költségvetés egyébként tartalmi vonatkozásaiban nagyon hasonló az előző évihez. A tervezett bevétel mindössze 4%-kal kisebb, a tervezett kiadás viszont 6%-kal nagyobb az előző évi megfelelőnél. A tervezett bevétel 8 800 000 Ft, melynek főbb tételei továbbra is:

- egyéni és jogi tagdíj,
- állami támogatás MTESZ-en keresztül,
- egyéb támogatások,
- tőkénk kamatai (bevételünk több mint 50%-a).

Kiadásaink tervezett összege 10 138 372 Ft, melyek főbb összegei:

— MTESZ bérleti díjak, szolgáltatások	2 171 144 Ft,
— bér jellegű kiadások	2 923 728 Ft,
— Magyar Geofizika szaklap	2 000 000 Ft,
— anyag, alkatrész, szolgáltatás	1 560 000 Ft,
— egyesületi kitüntetések	341 900 Ft,
— működés egyéb tételei összesen	1 141 600 Ft.

Az előterjesztés a továbbiakban a problémafelvetés szintjén foglalkozott a csökkenő tőke, csökkenő kamatok, infláció és árváltozások hatásaként az egyesületi élet minőségét és tartalmasságát jelentősen befolyásoló elkövetkező költségvetések lehetőségeivel. Megállapította, hogy a közeljövő költségvetéseinek a két alapvető kérdésre együtt, vagy külön-külön kell választ adnia, azaz:

- hogyan és milyen eszközökkel növelhető a bevétel,
- hogyan és milyen eszközökkel csökkenthetők a kiadások.

A 2002. évi pénzügyi előterjesztéshez a közgyűlésen jelenlévők nem szóltak hozzá, így TÓTH József elnök szavazást rendelt el. A közgyűlés egyhangúlag elfogadta a 2002. évi pénzügyi tervet. A beszámoló és a pénzügyi terv elfogadását követően, az elnök megállapította, hogy a 2001. évet lezárták és sikeresnek tekinthetjük.

Következő napirendként JESCH Aladár, mint a Jelölő Bizottság elnöke, tette meg javaslatait az új tisztségviselőkre. Ismertette, hogy minden egység — szakosztályok, területi csoportok — javaslatait figyelembe vették a jelölés során.

A jelölteket, akik tájékoztatása szerint a jelölést elfogadták, funkcionkét, névsor szerint mutatta be. A Jelölő Bizottság, eddigi tevékenységük rövid bemutatásával, az alábbi személyekre tett javaslatot:

— első alelnöknek

ÁBELE Ferenc

WESZTERGOM Viktor,

KAKAS Kristóf

PÁLYI András,

MOLNÁR Károly,

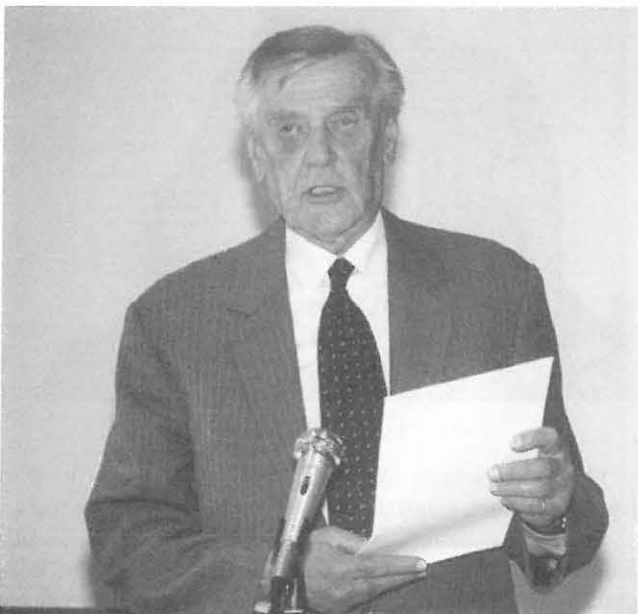
HEGYBÍRÓ Zsuzsanna

JÁNVÁRI János

RAKONCZAI Gábor,

— a Magyar Geofizika főszerkesztőjének BODOKY Tamás

TÓTH Lajos.



JESCH Aladár

JESCH Aladár ismertette az érvényes szavazás módját, továbbá a két eltérő színű szavazókártya használatát. Felhívta a figyelmet, hogy a közgyűlésen helyszíni jelölésre is van mód. Újabb helyszíni javaslatot a résztvevők nem tettek.



A résztvevők

TÓTH József elnök egyenként szavaztatta meg — többségi szavazat alapján — a jelölőlistára felvettek névsorát. A jelölőlista elkészítéséig közérdekű hozzászólásokra volt lehetőség.

SZEIDOVITZ Győző a Körössy-hagyaték megőrzésével kapcsolatban tett fel kérdést. PÁLYI András válasza szerint

a hagyatéék teljes egészében bekerül a MOL Rt. Központi Adattárába, ahol rendezik és megőrzik.

TÓTH József ismertette azt a felvetődött javaslatot, hogy szakosztályokat vonjunk össze, és/vagy szüntessünk meg. Tájékoztatta a közgyűlést, hogy a javaslat megvizsgálására egy bizottságot alakított az elnökség. A bizottság vezetője SZÜCS István, tagjai SZARKA László, FERENCZY László, PETHŐ Gábor, GOMBÁR László és azok, akik még a munka folyamán felkérést kapnak.



SZEIDOVITZ Győző

Ehhez a nehéz feladathoz kívánt sok sikert és kérte a tagságot, akinek javaslata van, tegye meg a bizottság felé.

Szünet következett, amelyben a szavazásra is sor került. Szünet után a kitüntetések átadásával folytatódott a közgyűlés. TÓTH József elnök adta át az egyesületi kitüntetéseket. A kitüntetettek szakmai tevékenységét SZÜCS István alelnök ismertette.

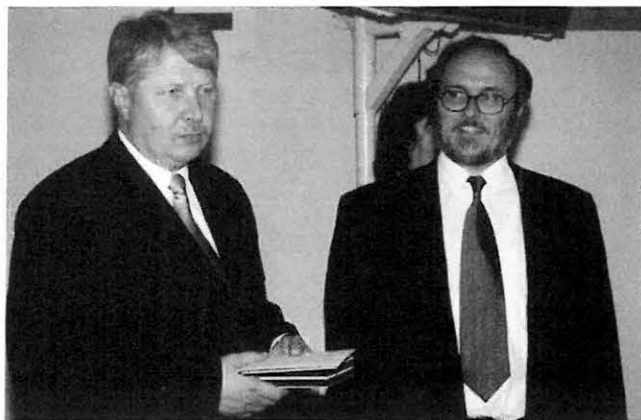
### Egyed László emlékérem

Alapszabályunk szerint az emlékérem két évente, alkalmanként legfeljebb két személy számára adható, magas színvonalú szakmai tevékenység elismeréseként. Ez évi Egyed László emlékérmeseink:

#### GYULAI Ákos

GYULAI Ákos a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékének tudományos főmunkatársa, az Ásvány-Kőzettani Tanszék tanszékvezetője. Egyetemi tanulmányait a Miskolci Egyetemen végezte, ahol 1968-ban kapott geológusmérnöki diplomát. Végzés után egy évet dolgozott a Borsodi Szénbányák Földtani Osztályán, majd munkásságát 1968–1971 között az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóságon folytatta. 1971-től az Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén dolgozik. Műszaki egyetemi doktori oklevelet 1978-ban *summa cum laude* minősítéssel szerzett bányabeli geoelektromos módszerek laboratóriumi modellezése témában. 1994-ben kandidátusi fokozatot szerzett *Föld alatti geoelektromos mérések és kiértékelésük* c. dolgozatával. Kiemelkedő oktatási és tudományos tevékenységének elismerésül és annak további támogatására 1998-ban főtanácsosi címet kapott, 2001-ben pedig Széchenyi professzori ösztöndí-

jat nyert el. Jelenleg folyamatban van akadémiai doktori eljárása.



GYULAI Ákos (jobbra) átveszi a kitüntetést TÓTH Józseftől

Számos tárgy előadójaként részt vesz az egyetemi oktatásban. A geofizikus doktorandusz képzésben a *Speciális geoelektromos módszerek* tárgyat oktatja és az Alkalmazott geofizika doktori alprogram Környezetgeofizika részprogramjának vezetője. Oktató munkáját tanítványainak és doktoranduszainak publikációi, hazai és külföldi szakmai sikerei fémjelzik.

Szakterülete az alkalmazott geofizikán belül a mérnökgeofizika, környezetvédelmi geofizika, archeo-geofizika és bányageofizika. Elsősorban a geoelektromos módszerek fejlesztésével és alkalmazásával foglalkozik. Részt vett új bányageofizikai módszerek kidolgozásában és hazai elterjesztésében, a bányageofizikai csoportok szakmai oktatásában. Az MTA és a Deutsche Forschungsgemeinschaft által támogatott, a ME Geofizikai Tanszéke és a Ruhr Egyetem Geofizikai Intézete által kezdeményezett projektek sorozatában kutatóként vett részt, az utolsó kutatási periódusban a projekt hazai témavezetője volt. Kiemelkedő eredményeket ért el új geoelektromos és szeizmikus együttes inverziós módszerek fejlesztésében és ezek bányabeli, mérnökgeofizikai és környezetgeofizikai alkalmazásában.

#### SZEMERÉDY Pál

SZEMERÉDY Pál az ELTE Geofizikai Tanszékének volt docense, egyetemi tanulmányait az ELTE-n a fizikus szakon végezte. Pályafutását az 1951-ben alakult Geofizikai Tanszéken kezdte EGYED László első tanársegédjeként. Más munkahelye nem is volt, a Tanszékéről ment nyugdíjba 1993-ban. Egyetemi doktori oklevele 1963-as keltezésű, kandidátusi fokozatot 1971-ben szerzett.

Oktatási tevékenysége igen széleskörű volt, több TTK-s szakon oktatott matematikát, fizikát és részt vett a fizikus laboratórium vezetésében is. Főleg a geológus, majd később a geofizikus képzésben tevékenykedett, de nyugdíjba vonulása előtt néhány évvel a meteorológus szakon is tanított (és óraadóként tanít ma is). A geofizikus szakon a mágneses kutatómódszert, a mélyfúrás geofizikát és az ionoszféra-magnetoszféra (felső légkör fizikája) tárgyakat oktatta. Többek között társszerzője a Geofizikai kutatómódszerek című egyetemi tankönyvnek (1969) és A fizika és a társtudományok című könyvecskének (1977), szerzője (kiadott és kéziratban maradt) egyetemi jegyzeteknek.

SZEMERÉDY Pált a geofizikusok nemcsak egyetemi okta-

tóként, hanem kiváló elektronikai szakemberként is ismerik. Számos mérőműszert tervezett, készített el és működtetett, vagy mások működtettek. Ő hozta létre a paleomágneses kutatások megindítását lehetővé tevő kőzetgenerátort és váltóáramú leitmágnesező berendezést. Teljesen önállóan tervezte, illetve alkotta meg a protonprecessziós magnetométer prototípusát, majd VINCZE Jánossal együtt a hordozható változatot. Amikor EGYED professzor javaslatára az ionoszférával kezdett foglalkozni, első dolga volt a műszerzettség megteremtése az atmoszférax és a whistlerék észlelésére, regisztrálására, amellyel lerakta az alapjait a megújuló felsőlégkör kutatásnak. Végül a nukleáris mágneses karotázis direkt feladatának megoldásában kifejtett elméleti munkássága említendő (az „Év cikke” 1986). Az eszköz kivitelezésére azonban pénz és partner hiányában eddig még nem kerülhetett sor.

SZEMERÉDY Pál az ELTE Természettudományi Karán és szakmai körökben az egész országban ismert és elismert személyiség. Számos tisztséget töltött be a Kar különböző bizottságaiban, tagja volt a TMB szakbizottságának. A TTK-n kívül leginkább mint a hosszú időt megért „Ionoszféra és Magnetoszféra Szemináriumok” szellemi atyjaként és fő szervezőjeként emlegetik.

Az Egyed László emlékérem átadásával a Magyar Geofizikusok Egyesülete elismerését fejezi ki az idén éppen 75 éves SZEMERÉDY Pálnak, a felsőoktatásban kifejtett kimagasló tevékenységéért, a geofizikai módszer és műszerfejlesztésben elért eredményeiért, valamint egész életművéért.

### Renner János emlékérem

Alapszabályunk szerint az emlékérem évente, legfeljebb két személy számára adományozható az Egyesületben és annak érdekében végzett kiemelkedő tevékenység elismeréseként. Ez évi Renner János emlékérmeseink:

#### HEGYBÍRÓ Zsuzsanna

1972-ben szerzett geofizikus diplomát a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, 1978-ban alkalmazott matematikusi oklevelet az ELTE-n. Első és egyetlen munkahelye az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. A Szeizmikus Elméleti Osztályon programozóként kezdett dolgozni, majd a Tudományos Dokumentációs Osztályra került, jelenleg annak vezetője és több mint egy évtizede a Geofizikai Közlemények főszerkesztője.



HEGYBÍRÓ Zsuzsanna

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 1972 óta tagja. Az elnökség munkájába fokozatosan kapcsolódott be. 1992-ben a Magyar Geofizika megújulásának aktív közreműködője volt, azóta látja el a folyóirat kiadói feladatait, és tagja a Szerkesztőbizottságnak.

Három éven át volt a Tudományos és Oktatási Bizottság tagja. A diplomás nők esélyegyenlősége érdekében a MTESZ Nőbizottságában dolgozott. Az EAGE-konferenciákon többször képviselte az Egyesületet és hosszú éveken át volt a Geophysical Prospecting szerkesztőbizottságának tagja.

1997–99 között az Egyesület első női alelnöke-elnöke. Erre az időszakra esett az Egyesület közhasznú minősítésének megszerzése, ami az Alapszabály jelentős módosítását igényelte. Ugyancsak erre az időszakra esett az Egyesület ez ideig utolsó jelentősebb nemzetközi rendezvénye, az 1999-es EEGS-konferencia. HEGYBÍRÓ Zsuzsa a nemzetközi konferencia szervezőbizottságának tagjaként fontos szerepet töltött be és komolyan hozzájárult a rendezvény sikeréhez.

A Renner János emlékérmeket az Egyesület elnöksége HEGYBÍRÓ Zsuzsának a szakmai közéletben kifejtett sikeres tevékenységéért, külön kiemelve a Magyar Geofizikusok egyesületében végzett munkáját, ítélte oda.

#### VERŐ László

VERŐ László 1964-ben az ELTE Geofizikus szakán szerzett diplomát.

Az Egyetem elvégzése után az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet geoelektromos osztályán kezdte szakmai pályafutását, ahol az akkor induló nagyalföldi kutatások keretében jelentős elméleti és gyakorlati tevékenységet végzett, eredményesen vett részt a geoelektromos módszer- és műszerfejlesztésben is.

Kunszentmárton környéke, a Makói-árok és a Békésmencede 5 éven át folyó kutatásában mint a kutatások geoelektromos témavezetője meghatározó szerepet játszott. Módszertanilag igen jelentős eredményeket ért el a Nyírség eltemetett vulkanitjainak kutatásában.

A 70-es évek közepén újraindult a Börzsöny, a Mátra, a Velencei-hegység érckutatása, itt elsősorban a gerjesztett polarizációs módszer alkalmazásával, fejlesztésével kapcsolatban fűződnek nevéhez jelentős sikerek.

Ezt követően hosszú ideig az elektromos műszer és módszerfejlesztő osztály vezetője volt, majd 1990-től a Geoelektromos és Gravitációs Főosztály vezetője és végül az Intézet 1993 végén történt nagy átszervezése óta az ELGI igazgatóhelyetteseként dolgozik.

Mint a kitűnő nyelvtudással is rendelkező egyik legképzettebb magyar geofizikus tagja lett a következő nemzetközi geofizikai szervezeteknek: a Society of Exploration Geophysicists, az Environmental and Engineering Geophysical Society európai szekciója és a European Association of Geoscientists & Engineers, az utóbbiban tisztségeket is betöltött, a Geofizikai Szakosztály (Geophysical Division) szakmai programvezetője volt 1996-tól 2000-ig, illetve ez után a Kutatási Bizottság (Research Committee) tagja lett.

Széleskörű szakmai tudását, emberi kvalitásait értékelte Egyesületünk tagsága is, amikor 1990-ben alelnökévé és elnökévé választotta az 1990–1993-as terminusra, majd



mandátumának lejártá után a 1996–1999 időszakra titkárává is megválasztotta és ebben a tisztségében 1999-ben egy újabb ciklusra, amely ma járt le, megerősítette.

A Renner János emlékérmét az Egyesület elnöksége VERŐ Lászlónak a szakmai közéletben kifejtett hosszú és sikeres tevékenységéért, külön kiemelve a Magyar Geofizikusok Egyesületéért végzett elkötelezett munkáját, ítélte oda.

### Tiszteleti tag kitüntetés

Alapszabályunk értelmében három évente adható ez a kitüntetés, kül- és belföldi személyek részére egyaránt. Az idei esztendőben Tiszteleti tag kitüntetésben részesült *külföldi személyek*: Aleksander GUTERCH és Igor TÚNYI, *belföldi személyek*: ACZÉL Etelka, KISS Bertalan, PÁLYI András és STEINER Ferenc.

#### Aleksander GUTERCH

Alexander GUTERCH a Lengyel Tudományos Akadémia Geofizikai Intézete Kísérleti Szeizmológiai Laboratóriumának vezetője, a geofizika professzora, a Lengyel Tudományos Akadémia, a Lengyel Művészeti és Tudományos Akadémia, valamint az Európai Akadémia (London) tagja. A varsói egyetemen diplomázott, a PhD címet a Lengyel Tudományos Akadémián szerezte meg, post-doktorként a Texasi Egyetemen Dallasban dolgozott, majd hazatérve tanársegéd és később a geofizika tanára lett. Több közismert lengyel és nemzetközi szervezet elnöke, illetve tisztségviselője.

Számos külföldi és hazai kutatást vezetett, melyeknek célja a litoszféra fizikai tulajdonságainak, szerkezetének és dinamikájának megismerése volt. Tudományos eredményeit több mint 200 cikkben ismertette. Munkássága már négy évtizede összefonódott a magyar geofizikusokkal. Ez a kapcsolat a közép- és kelet-európai litoszféra közös refrakciós és széles szögű reflexiós kutatásával és az eredmények számos cikkben és monográfiában történő közlésével kezdődött. Ma az általa kezdeményezett és vezetett CELEBRATION 2000 elnevezésű (Central European Lithospheric Experiment Based on Refraction 2000) nemzetközi szeizmikus kutatás köt össze bennünket. Ebben 28 nemzetközileg ismert intézmény működik együtt. A terepi kutatás egy sajátos szeizmikus mérési elrendezéssel, hordozható, műholdas kapcsolattal szinkronizálható, kisfrekvenciás adatgyűjtő műszerekkel, míg a feldolgozás sugárút tomográfiával történik. Az értelmezés is nemzetközi együttműködésben folyik.

Alexander GUTERCH professzort nemzetközileg elismert kutatási eredményei és a magyar geofizikával tartott szoros kapcsolata alapján választotta a Magyar Geofizikusok Egyesülete tiszteleti tagjává. A Magyar Geofizikusok Egyesülete tagsága nevében szeretettel köszöntjük GUTERCH akadémikust és az eddigiekhez hasonló szép eredményeket kívánunk neki.

#### Igor TÚNYI

Igor TÚNYI 1973-ban szerzett geofizikus diplomát Prágában, a Károly Egyetemen. Első munkahelye a Szlovák Tudományos Akadémia Földmágneses Observatóriuma volt, Hurbanovóban (korábban Ógyalla), ahol

földmágneses kutatással foglalkozott. 1980-ban doktort, 1980–84 között a Szlovák Földtani Hivatal főgeofizikusa volt.



Igor TÚNYI megköszöni a kitüntetést

Fő kutatási területe 1980-tól kezdve paleomágnesség, a földmágnesség területén azóta elméleti kutatással foglalkozik. Jelenleg második ciklusát tölti, mint a Szlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének igazgatója. Ebben a minőségben minden támogatást megadott munkatársainak ahhoz, hogy eredményesen együttműködjenek az ELGI kutatóival. Irányításával jelentős felújítási munkák valósultak meg a Konkoly-Thege Miklós alapította ógyallai (hurbanovói) obszervatóriumban, az obszervatórium 100 éves évfordulójára.

1980–84 között magyar kutatókkal dolgozott együtt Szlovákia bauxit és széntelepeinek elektromágneses szondázásában.

Igor TÚNYI alapította meg a Szlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének modern Paleomágneses Laboratóriumát, amely közel 20 éve dolgozik együtt az ELGI Paleomágneses Laboratóriumával, elsősorban a paleomágnesség tektonikai alkalmazása területén.

Budapesten kívül Varsó, Barcelona, Zürich, Prága, Gams és Tokió paleomágneses laboratóriumával vannak élő kooperációs kapcsolatai. Az IAGA-ban mind a földmágnesség, mind a paleomágnesség rendezvényeinek tevékeny részese. Az Ógyallán 2000-ben megrendezett jubileumi IAGA munkatalálkozó szervezője volt és az eddig már hét alkalommal megrendezett „Új trendek a földmágnességben” tudományos konferencia állandó társrendezője. Tudományos és kutatói munkája mellett tanít a Comenius Egyetemen.

Igor TÚNYI doktort nemzetközileg elismert kutatási eredményei és a magyar geofizikával tartott szoros kapcsolata alapján választotta a Magyar Geofizikusok Egyesülete tiszteleti tagjává. A Magyar Geofizikusok Egyesülete tagsága nevében szeretettel köszöntjük és kívánunk neki az eddigiekhez hasonló szép eredményeket.

A közgyűlésen személyesen is résztvevő Igor TÚNYI angol nyelvű válaszában megköszönte a kitüntetést és beszámolt a közösen végzett munkákról (beszéde megtalálható a MGE hang-irattárában).



1955-ben szerzett geofizikus oklevelet az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Szakmai pályafutását a Földmérő és Talajvizsgáló Irodában kezdte, ahol vízkutatási és üregkutatási feladatokat oldott meg. Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet munkatársaként 1957-től 1962-ig a gravitációs tér vizsgálatával foglalkozott. A Nemzetközi Geofizikai Év keretében részt vett a luniszoláris hatás vizsgálatának nemzetközi programjában.



ACZÉL Etelka

1963-tól kezdve megszervezte és vezette a korszerű országos földmágneses alaphálózat mérését (1964–1965), elkészítette a földmágneses tér komponenseinek normáltérképeit. Összeállította a tihanyi Geofizikai Observatórium évi jelentéseit 1969-től 1978-ig és mérte a földmágneses tér összetevőinek abszolút értékét. 1966-tól kezdve nemzetközi együttműködésben végezte munkáját mint a permanens mágneses tér vizsgálatával foglalkozó nemzetközi munkacsoport magyar elnöke. Foglalkozott a magyar és külföldi földmágneses obszervatóriumok mágneses szintjének összehasonlításával és a normálterek egységesítésével. 1970-ben egyetemi doktori címet szerzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Közel fél-száz tudományos publikációja jelent meg magyar és külföldi szakfolyóiratokban, számos előadást tartott hazai és nemzetközi geofizikai konferenciákon. 1979-től kezdve az ELGI szakmai kiadványainak társszerkesztője lett. 1988-ban vonult nyugalomba, azóta szakértőként tevékenykedik.

A Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja. Az Egyesület szakmai munkájában 1967-től szakosztálytitkárként, majd elnökként, valamint az Országos Elnökség tagjaként vett részt. Jelenleg az Egyesület egyik legeredményesebben működő részének, a Szeniorok Bizottságának elnöke és emellett a Magyar Geofizika szerkesztőbizottságának is aktív tagja.

Szakmai munkásságáért 1965-ben megkapta A földtani kutatás kiváló dolgozója címet, 1981-ben pedig a Minisztertanács Kiváló munkáért érdemérmét. Egyesületi munkájáért 1966-ban elnyerte a Renner János emlékérmét.

Az Egyesület tiszteleti tagságát az elnökség ACZÉL Etelkának több évtizedes elkötelezett és eredményes munkájáért, külön kiemelve az Egyesületért végzett munkát, ítélte oda.

KISS Bertalan a Nehézipari Műszaki Egyetem elvégzése után 1964-ben kapcsolódott be az egyesületi munkába az akkoriban még közös szolnoki-miskolci Alföldi Csoportban.

1970-től vezetőségi tag, majd a csoport kettéválása után 1970-től a szolnoki csoport titkára lett. 1988 óta az Alföldi Csoport elnöke volt. Ez év márciusában — mivel az Egyesület Alapszabálya értelmében tovább ezt a funkciót már nem töltheti be — a csoport titkárává választották.



KISS Bertalan

1988-ban meghatározó szerepet vállalt az SPWLA Budapest Chapter megalakításában, melynek 1991-ben elnöke is volt. Részt vett az 1990-es budapesti SPWLA tizenharmadik európai szimpóziuma szervezőbizottságában.

1993-ban, tevékenysége elismerésül, az Egyesület alelnökévé választották, az 1994–95-ös ciklusban az Egyesület elnöke volt.

Mindig mellette állt az új törekvéseknek, közreműködött a Szénhidrogén Szakosztály megalakításában és az Egyesület új alapszabályának kidolgozásában.

Nevéhez több nagy horderejű sikeres rendezvény kezdeményezése és szervezése kapcsolódik, így az Alföldi Csoport által szervezett vándorgyűlések, valamint a Szolnokon 1996–2000 között lebonyolított Anketók.

Egyesületi munkájáért eddig Emléklap, Renner János emlékérem, illetve az SPWLA Award of Appreciation kitüntetésekben részesült.

#### PÁLYI András

PÁLYI András még egyetemistaként, 1967-ben lépett be Egyesületünkbe. Már pályája kezdetén rendszeres és aktív résztvevője lett az egyesületi életnek. Az OKGT központjába kerülése után összekötőként ott dolgozó tagtársai egyesületi kapcsolatait egyengette.

1981 és 1986 között az Egyesület Oktatási Bizottságának titkári teendőit látta el. Tevékenységével nagymértékben hozzájárult a geofizikus szakemberek közzgazdász képzésének előkészítéséhez és elindításához.

1986-ban az MGE elnökségének tagjává és egyik titkárává választották. 1990-ig tartó funkciójában, az általános teendőkön túl, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségével, a Központi Földtani Hivatallal, vala-

mint más szakmai és társadalmi szervezetekkel való kapcsolattartás volt a feladata.

Egyesületünk 1990-ben megválasztott új vezetése is igényt tartott munkájára és megbízta a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága elnöki feladatainak ellátásával. A nemzetközi kapcsolatrendszer gyors átalakulásának időszakában aktívan közreműködött Egyesületünk új és azóta is tartós európai kapcsolatainak kialakításában.



PÁLYI András

1996-ban az Egyesület alelnökévé-elnökévé választották. Három éves vezetési periódusa alatt az Egyesület tevékenysége problémamentes volt, gazdaságilag eredményesen működött, bővült jogi tagjaink és támogatóink köre, fejlődtek külkapcsolataink és Egyesületünk közhasznú szervetvé alakult.

A ciklus lejárta után is aktív és fáradhatatlan tagja az Egyesület vezetésének. Meghívott résztvevője az elnökségi üléseknek, javaslataival, észrevételeivel és egy-egy feladat vállalásával folyamatosan segíti annak munkáját.

1999-től az MGE által létrehozott Alapítvány egyik kurátora, 2001 júliusától az Egyesület állandó képviselője a MTESZ Szövetségi Tanácsban és a Vagyon Bizottságban.

Az Egyesület érdekében végzett kiemelkedő tevékenységét az elnökség eddig Emléklap és Renner János emlékérem adományozásával ismerte el.

#### *STEINER Ferenc*

STEINER Ferenc 1932. július 12-én született Sopronban. 1954-ben szerzett fizika-matematika szakos középiskolai tanári oklevelet a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Karán. 1954 nyarán kapott tanársegédi állást Sopronban, a Geofizikai Tanszéken, amely azóta is megszakítás nélkül a munkahelye. 1963-ban egyetemi doktori, 1965-ben kandidátusi, 1975-ben akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. Egyetemi adjunktusi majd docensi kinevezése után 1979-től egyetemi tanár.

Kezdeti kutatási területe a gravitációs témakör volt, majd ezzel párhuzamosan a modern statisztikai módszerek, a geostatisztika témáiban ért el kiváló eredménye-

ket. Kutatómunkáját részben egyedül, részben társszerzőkkel megírt 5 angol és magyar nyelvű szakkönyve, monográfiája, 1 tankönyve, 6 egyetemi jegyzete, közel 50 lektorált tudományos cikke, és számos nem lektorált tudományos publikációja fémjelzi. Az általa szerkesztett, az Akadémiai Kiadónál 1991-ben megjelent *The Most Frequent Value* c. monográfia akadémiai díjban részesült.



STEINER Ferenc

Oktatómunkája széleskörű. A Föld fizikája, a Geofizika (Gravitációs és mágneses módszerek, radiometria), a Geofizikai adatfeldolgozás, a Geofizikai értelmezés, a Geostatisztika, a Geostatisztika és geoinformatika tárgyaknak évtizedeken át volt előadója, tárgyjegyzője.

Az Egyesület munkájából különböző konferenciákon, ankétokon, vándorgyűléseken tartott előadásaival vette ki részét. A Magyar Geofizikában és a Geofizikai Közleményekben megjelent tudományos munkái minden tagtársunkhoz eljutottak.

STEINER Ferenc egyetemi tanárt a Magyar Geofizikusok Egyesülete elnöksége kiváló oktató-nevelő munkája, kiemelkedő kutatási eredményei, az egész geofizikai társadalmat szolgáló publikációs tevékenysége, egyesületi munkája elismeréseként, az Egyesület Tiszteleti tagjává választotta.

Közelgő 70. születésnapja alkalmából ezúton is tisztelettel és szeretettel köszöntjük.

#### **Egyesületi Emléklap**

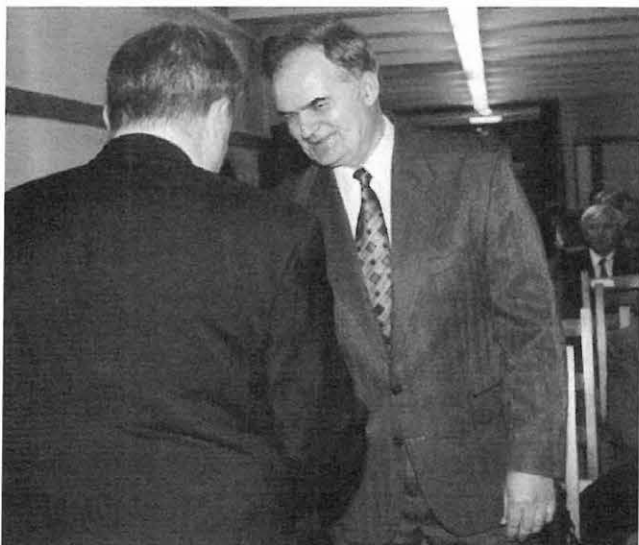
A Magyar Geofizikusok Egyesületétől az Egyesületben vagy annak érdekében végzett társadalmi vagy szakmai tevékenység elismeréseként emléklap kitüntetésben részesültek idén:

*GALICZ Gergely*

*BERÉNYI István*

*LŐRINCZNÉ ÁBRAHÁM Katalin*

*TÖRÖK Ida.*



GALICZ Gergely



BUS Zoltán



BERÉNYI István

### Az Év cikke

A MGE Tudományos és Oktatási Bizottsága által készített javaslat alapján az alábbi cikkek nyerték el e megtisztelő címet:

#### Elméleti kategóriában

BUS Zoltán: *Tomographic imaging of three-dimensional P-wave velocity structure beneath the Pannonian Basin*, amely az Acta Geodesia and Geophysica 36. évfolyamának 2. számában, a 189–206. oldalakon jelent meg.

A szerző dolgozatában P-hullámok futási idejének 3D tomográfiai inverziójával foglalkozik. Adatait az International Seismological Center és a Hungarian Earthquake Bulletins gyűjteményéből származtatta. A görbült sugárutas tomográfiai eljáráshoz kiindulásul genetikussal előállított 1D sebességmodellt alkalmazott. A modell térdiszkrétizálását 3D derékszögű ráccsal valósította meg, vizsgálatait egy durva és egy finom rácsbeosztással is elvégezte. A tomográfiai inverz feladatot linearizálta, megoldását az  $L_2$ -norma minimalizálására alapozva adta meg és a tomográfiában szokásos eszközökkel vizsgálta a megoldás minőségi jellemzőit is.

Eredményei nagyrészt összhangban vannak a Pannon-medencére eddig megismert szerkezettel. A tanulmány érdekessége az Alföld déli részén talált pozitív sebességanomália, amely bizonyára további vizsgálatokra fogja ösztönözni a kutatókat.

#### Gyakorlati kategóriában

MÉSZÁROS Ferenc, ZILAHY-SEBESS László: *Compaction of sediments with great thickness in the Pannonian Basin*, megjelent a Geophysical Transactions 44. évfolyamának 1. számában, a 21-48. oldalakon.

A cikk a mélyfúrás-geofizikai szondázások sűrűség és sebesség adatainak elemzésével vizsgálja a Pannon-medencét kitöltő üledékösszletet. Különös figyelmet szentel a kőzetek kompaktációjának, illetve az üledékképződés során kialakult diszkordancia helyeknek. Kimutatja, hogy a vizsgált adatok segítségével lehetőség van a medence kialakulásában alapvető szerepet játszó emelkedési és süllyedési fázisok kutatására. A vizsgálatokat kiterjesztve az egész országra meghatározza az egyes medence részek relatív elmozdulásait is.



MÉSZÁROS Ferenc és ZILAHY-SEBESS László

### Az Ifjú Szakemberek Ankétjának díjazottjai

A MGE–MFT közös rendezésében Salgótarjánban 2002. március 22–23-án lebonyolított magas színvonalú és nagy érdeklődésre számot tartó Ankét díjainak átadására, hagyományainknak megfelelően idén is, a közgyűlésen került



sor. Az elismeréseket TÓTH József a MGE, és SOMFAI Attila a MFT részéről adta át.

#### Elméleti szekció

I. díj: KOVÁCS István<sup>1</sup>, NÉDLI Zsuzsanna<sup>2</sup>, KÓTHAY Klára<sup>1</sup>, BALI Enikő<sup>1</sup>, ZAJACZ Zoltán<sup>1</sup> (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék, <sup>2</sup>SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék): *Kvarc és földpát xenokristályok vizsgálata bazaltos kőzetekben* (MFT, nyeresmény: 25 000 Ft)

II. díj: BENEDEK Kálmán (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *A Zalai-medencében harántolt paleogén magmás képződmények petrogenetikai vizsgálata* (MFT, nyeresmény: 20 000 Ft)

III. díj: FALUS György (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *Paleoszeizmicitás a Pannon-medencében: felsőkőpeny zárványok, mint ősi földrengések hírmondói* (MFT, nyeresmény: 15 000 Ft)

és

SZABÓ Norbert Péter (ME Geofizikai Tsz.): *A genetikai algoritmuson alapuló karotázs inverziós algoritmusok összehasonlítása* (MGE, nyeresmény: 15 000 Ft)

#### Gyakorlati szekció

I. díj: LEMBERKOVICS Viktor, BÁRÁNY Ágnes, ZAHUCZKI Péter (MOL Rt. KTD, Kutatás): *Hatékony 3D szeizmikus eljárások a pannon gáztelepek kutatásában* (MGE, nyeresmény: 25 000 Ft)

II. díj: CSONTOS András, HEILIG Balázs (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet): *A mágnese mérést befolyásoló effektusok* (MGE, nyeresmény: 20 000 Ft)

III. díj: NEDUCZA Boriszláv (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet): *Védett barlangok kutatása felszíni geofizikai módszerekkel* (MGE, nyeresmény: 15 000 Ft)



Ifjú díjazottak

#### Poszter szekció

I. díj: NÉDLI Zsuzsanna (SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közettani Tanszék): *A Villányi-hegység felső kréta alkáli bazalt vulkanizmusa* (MFT, nyeresmény: 25 000 Ft)

II. díj: NOVÁK Attila (ME Geofizikai Tanszék): *A VLF mérések spektrális képfeldolgozása* (MGE, nyeresmény: 20 000 Ft)

#### Közönségdíj

NÉMETH Norbert (ME Földtan-Teleptani Tanszék): *Kalapos gombák, mint geobotanikai indikátorok felhasználása a földtani térképezés során* (MFT, nyeresmény: 20 000 Ft)

#### Különdíjak

Szilárd József-díj: KOVÁCS Péter (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet): *A magnetoszféra vizsgálata multifraktál modell segítségével* (poszter) (MGE, ELGA, nyeresmény: 30 000 Ft)

MGSZ-díj: KIS Árpád, HORVÁTH Szabolcs (Geomega Kft., Aquaprofit Kft.): *A Gerjen–Dombori távlati vízbázis területén végzett geofizikai mérések eredményei és hidrogeológiai felhasználásuk* (MGE, nyeresmény: oklevél + emléktárgy + 20 000 Ft)



KIS Árpád, HORVÁTH Szabolcs

MÁFI-díj: BALI Enikő, SZAKÁL János Antal (ELTE Közettani és Geokémiai Tanszék): *Szulfid-szulfát zárványok klinopiroxén megakristályokban: szételegyedés vagy metasomatózis?* (MFT, nyeresmény: 20 000 Ft értékű könyvutalvány)

MFT-díj: KOVÁCS Alpár (Babes-Bolyai Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék): *Az Audia Formáció nehéz-ásványtani vizsgálata Ozsdolán és a Kászon völgyében (Keleti-Kárpátok flis zóna)* (nyeresmény: ingyenes részvételi lehetőség a Vándorgyűlésen)

MOL-díj: WINDHOFFER Gábor, BADA Gábor (ELTE Geofizikai Tanszék): *Fúrólukfal kirepedések alapján meghatározott térben markánsan változó feszültség irányok lehetséges magyarázata a Pannon-medencében* (MGE, nyeresmény: 50 000 Ft)

A különdíjakat, PÁLYI András (Szilárd József-díj), FAR-KAS István (MGSZ-díj) és FERENCZY László (MOL-küldöndíj) adta át.





WINDHOFFER Gábor

Végezetül az Egyesület érdekében végzett *társadalmi munkájukért* kaptak jutalmat:

*Bodri Bertalan*

*Jánváriné Kántor Ilona*

*Markos Tünde*

*Milánkovich Andrásné.*

SZÜCS István leköszönő alelnök és TÓTH József leköszönő elnök egy-egy virágcsokorral köszönte meg BELLÉR Éva ügyvezető titkár munkáját.



SZÜCS István és BELLÉR Éva

REZESSY Géza, a Szavazatszámoló Bizottság elnöke, beszámolt a Bizottság munkájáról. Ismertette a közgyűlést megelőző kérdőíves szavazás eredményeként a *területi csoportok és szakosztályok* megválasztott tisztségviselőinek névsorát:

*Általános Geofizikai Szakosztály*

Elnök : CSEREPES László (ELTE)

Titkár: KIS Károly (ELTE)

*Felszíni Geofizikai Szakosztály*

Elnök: FANCSIK Tamás (ELGI)

Titkár: OROSZ József (GES Kft.)

A szakosztályok közül az SPWLA Mélyfúrési Szakosztály és a Szénhidrogén Szakosztály választása még nem zajlott le.

A területi csoportok tisztségviselői:

*Alföldi Csoport*

Elnök: TÓTH József (MOL Rt.)

Titkár: KISS Bertalan (MOL Rt.)

Társelnökök: SZALÓKI István (nyugdíjas),  
LIPTÁK Ernő (GEOINFORM Kft.)

*Észak-magyarországi Csoport*

Elnök: GYULAI Ákos (ME)

Titkár: TURAI Endre (ME)

*Mecseki Csoport*

Elnök: VÁRHEGYI András (Mecsekérc Rt.)

Titkár: NAGY Zoltán

*Soproni Csoport*

Elnök: SÁTORI Gabriella (MTA GGKI)

Titkár: KOPPÁN András (MTA GGKI)

*Zala Megyei Csoport*

Elnök: CSÁSZÁR János (MOL Rt.)

Titkár: HORVÁTH Zsolt (MOL Rt.)



REZESSY Géza



ÁBELE Ferenc, az új első alelnök

Ezt követően REZESSY Géza ismertette a közgyűlésen lezajlott tisztújítási szavazás eredményét. 95 leadott szavazatból 94 volt érvényes. Első alelnöknek az érvényes szavazatok 65%-ával ÁBELE Ferencet (MOL Rt. KTD) választották meg. A titkári pozícióra PÁLYI András (MOL Rt. KTD) került megválasztásra, az érvényes szavazatok 67%-ával. MOLNÁR Károly (nyugdíjas) 100%-os választási eredménnyel nyerte el a Felügyelő Bizottság elnöki tisztségét. A Felügyelő Bizottság tagjaira érkezett 151 érvényes szavazat 45%-ával JÁNVÁRI János (ELGI) és 42%-ával HEGYBÍRÓ Zsuzsanna (ELGI) lett a Bizottság tagja. A Magyar Geofizika főszerkesztője ismét BODOKY Tamás (ELGI) lett, a 93 érvényes szavazat 57%-ával.

TÓTH József leköszönő elnök megköszönte a munkát és átadta helyét BODOKY Tamásnak, aki ettől a naptól kezdve egy éven át a Magyar Geofizikusok Egyesülete elnöke.

BODOKY Tamás zárszavában a kiüresedő egyesületi élet-

ről beszélt. Arra tett ígéretet, hogy megpróbálja ennek a helyzetnek a megváltoztatását, mert még emlékszik azokra az időkre, amikor az Egyesületben pezsgett az élet és jó volt idejönni. Ezt kellene újra visszahozni, bár ez valószínűleg egy hosszabb folyamat eredménye lehet csak.

Befejezésül megköszönte az előtte „szolgálók” munkáját és gratulált az újonnan megválasztott tisztségviselőknek.

Az új alelnök élt a szólas lehetőségével. ÁBELE Ferenc kifejezte reményét és bizalmát a stabilizálódó gazdasági helyzetben, ami segít majd a céljaink megvalósításában.

BODOKY Tamás elnök megköszönte a részvételt és a közgyűlést bezárta.

*A közgyűlési beszámolót a magnófelvételtől Bellér Éva által készített emlékeztető alapján Pályi András állította össze. A fényképeket idén is Vámos Judit készítette*

## KOSZORÚZÁS EÖTVÖS HALÁLÁNAK ÉVFORDULÓJÁN

Intézetünk alapítója és névadója, EÖTVÖS Loránd 1919. április 8-án hunyt el. Halálának évfordulóján a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és a Magyar Geológiai Szolgálat munkatársainak képviselői a Kerepesi temetőben levő sírnál fejezték ki tiszteletüket a világszerte ismert magyar tudós emléke előtt.

BODOKY Tamás, az ELGI igazgatója, a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke emlékezett meg arról a tudós-

ról, aki emberi és tudósi nagyságával valamennyiünk számára példaképül szolgálhat. A sírra az ELGI és az MGE nevében BODOKY Tamás, valamint a Magyar Geológiai Szolgálat nevében FARKAS István főigazgató helyezte el a tisztelet és a megemlékezés koszorúit.

*Tóth Lajos  
(Fotó: Kakas Kristóf)*



*A koszorúzás résztvevőinek egy csoportja (balról jobbra: KAKAS Kristóf, FARKAS István, SZABÓ Zoltán, SZEIDOVITZ Gyözőné, NÉMETH Lajos, BARÁTH István, OSGYANI László, JÁNVÁRI János, TÓTH Lajos, ACZÉL Etelka)*

# Hazai törmelékes üledékes rétegsorok permeabilitás anizotrópiája<sup>1</sup>

SALÁT PÉTER, GALSA ATTILA, CSEREPES LÁSZLÓ, DRAHOS DEZSŐ<sup>2</sup>

Üledékes medencék horizontális és vertikális vízvezető képességének megismerése céljából áttekintettük a vízvezető képesség anizotrópia meghatározására kidolgozott módszerek (fűrőmagminta-mérések, próba-szivattyúzások, komplex mélyfúrás-geofizikai mérések és végül 3D áramlás-modellezések) révén kapott eredményeket és azok megbízhatóságát. Az általunk kifejlesztett algoritmussal 16 km fűrőlyuk hosszon minőség-ellenőrzött komplex karotázs kiértékelést végeztünk a felső pannon fekéjéig terjedő laza üledékes rétegsor hidraulikus vezetőképességének és anizotrópiájának megismerésére. Két alföldi szelvény mentén a He-koncentráció, illetve a piezometrikus szint eloszlásából becsültük a főbb üledékes összetevők vízvezető képességét és anizotrópiáját.

Vizsgálataink konklúziója, hogy a regionális vízáramlást elsősorban nem az *in situ* magminta és geofizikai mérésekkel megállapított  $O(1)$ – $O(100)$  nagyságrendbe eső lokális anizotrópia értékek befolyásolják, hanem a regionális méreteket magukba foglaló — minőség-ellenőrzött numerikus modellkísérletek által szolgáltatott — regionális léptékű  $10^3 \pm 1/2$  nagyságrendet mutató anizotrópiák.

Munkánk módszertani tanulsága, hogy a minőség-ellenőrzés nélküli bonyolult közegmodellek nem vezetnek elfogadható következtetésekre.

**P. SALÁT, A. GALSA, L. CSEREPES, D. DRAHOS: Permeability anisotropy of Hungarian detrital sedimentary complexes**

*Different methods of water conductivity anisotropy determinations are revised: permeability measurements on core samples, pumping tests, well logging measurements and 3D hydraulic modelling. Log measurements in several boreholes (together some 16 km each drilled to the bottom of Upper Pannonian) were evaluated by a quality controlled method to determine hydraulic conductivity and anisotropy. Helium concentration and piezometric level measurements were done along two profiles in the Great Hungarian Plane. From the measured data the water conductivity and anisotropy were also estimated.*

*Our conclusion is that local anisotropy values in the order of  $O(1)$  –  $O(100)$  which were determined from core measurements and from log evaluations have minor influence on water flow. The regional flow — according to our experiences — is determined by the large-scale anisotropy having values of 1000 plus or minus half an order of magnitude. An instructive result of our study is that overcomplicated models can be misleading.*

## Bevezetés

Laza üledékes medence területeken (mint amilyen a magyar Alföld is) a felszín alatti vizek regionális méretű áramlási rendszereinek megismerésére kiterjedt vizsgálatok eredményei állnak rendelkezésre. (A hazai viszonyokra lásd például: ERDÉLYI [1979]; ERDÉLYI, GÁLFI [1988]; STUTE, DEÁK [1989]; STUTE et al. [1992]; CSEREPES, LENKEY [1994], [1996], [1999]; GALSA [1997]; GALSA et al. [2001]) Mindamellet a mélybeli vízáramlások korábbiaknál jóval megbízhatóbb feltérképezése fontos tudományos és gyakorlati jelentőségű aktuális feladat. Ennek megoldására a medencék hidrogeológiai viszonyainak pontosabb tudományos megismerésén túl az egyre növekvő vízellátási igények kielégítése és a mélybeli vizeket is elérő környezeti szennyeződések hatékony elhárítása miatt is szükség van.

A felszín alatti vízrendszereket különféle áramlási modellekkel lehet tanulmányozni (BEAR, VERRUIJT [1987]; MARSILY [1987]; WILLIAMSON et al. [1989]; COOLEY, NAFF [1990]; CSEREPES, LENKEY [1994], [1996], [1999]; GALSA [1997]; GALSA et al. [2001]). A modellezések bemeneti adatai közül legfontosabbak az

egy-egy víztartó réteget jellemző piezometrikus szintek mérési eredményei, a hőmérséklet, a hőáram, a réteg-vizekben oldott anyagok (só, gázok, pl. a He) koncentráció értékei. Ezek mellett a számításokhoz szükség van még a vizsgált régiót kitöltő üledékes rétegsor bizonyos geometriai és hidrogeológiai jellemzőinek megadására is. Nevezetesen a vízáramlások numerikus modellezéséhez ismerteknek kell lenniük a következőknek: a különféle víztartó és vízzáró rétegek mélységei, vastagságai és laterális méretei, a rétegek litológiai osztályokba sorolása, továbbá a közetfizikai paraméterek közül elengedhetetlen még a  $k$  permeabilitás (illetve a vele arányos  $K$  hidraulikus vezetőképesség) jó közelítésű meghatározása. Ezek a jellemzők a fúrásokon végzett különféle geológiai vizsgálatokból, magminták permeabilitás méréseiből, a vízáradó rétegek próbaszivattyúzásaiból, továbbá a kútgeofizikai mérési adatsorok kiértékelésének eredményeiből becsülhetők meg, majd e becslésekből kiindulva végül is magukból a vízáramlási modellezésekből pontosíthatók.

A fentebb felsorolt szakirodalmi források szerint a laza üledékes rétegsorokban kialakuló regionális vízáramlási rendszerek inverziós modellezésének egyik legfontosabb megoldandó problémája a  $K$  hidraulikus vezetőképesség (vagy a  $k$  permeabilitás) anizotrópiájának helyénvaló becslése. A modellezések azt mutatták, hogy az üledékes rétegsorok nagyobb egységei egyes régiók-

<sup>1</sup> Beérkezett: 2002. április 10-én

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.



ban horizontális irányban nagyságrendekkel nagyobb permeabilitásúak, mint vertikálisan. Ennek hidrogeológiai magyarázata az, hogy a folyadék a váltakozóan homokosabb, illetve agyagosabb rétegeket tartalmazó rétegsorban vízszintesen a homokokban áramlik, függőlegesen pedig harántolnia kell a nagyobb agyagtartalmú, kis permeabilitású rétegeket is.

Jelen munkánk célja az, hogy áttekintsük és minősítsük a regionális vízáramlási modellezésekhez használt különféle permeabilitás és permeabilitás anizotrópia meghatározási módszereket, és a vizsgálatok alapján kidolgozzuk a hidraulikus vezetőképesség anizotrópia minőség-ellenőrzött becslési eljárását.

## 1. A permeabilitás anizotrópia

Közel vízszintes rétegzettség esetén a földfelszín alatti kismélységű vízáramlások regionális léptékű megismeréséhez a vizsgálandó terület hidrogeológiai rétegzettségének tisztázása mellett szükség van még a rétegsorokat jellemző hidraulikus vezetőképesség tenzornak ( $\underline{K}$ ), illetve a vele szoros kapcsolatban álló permeabilitás tenzornak ( $\underline{k}$ ) mind a horizontális irányú ( $K_{xx}$ ,  $k_{xx}$ ), mind pedig a vertikális irányú ( $K_{zz}$ ,  $k_{zz}$ ) komponenseire, illetve a horizontális és vertikális irányú hidraulikus jellemzők hányadosaként definiált  $\varepsilon$  vezetőképesség anizotrópia együtthatóra.

A regionális méretű vízáramlásokat magába foglaló tértartományok köztömege minden szempontból heterogén és anizotrop. Ezért a vizsgálandó köztömeget olyan részekre — pontosabban modellelemekre — kell bontani, amelyeknek a viselkedését (tulajdonságait), ha közelítő módon is, de valamely megbízhatósággal meg lehet határozni [KERTÉSZ 1985]. A modellelemeket a feladat megoldása szempontjából szükséges nagyságrendekben kell vizsgálni. Minél kisebb egy modellelem annál pontosabban lehet meghatározni a tulajdonságait, de annál bonyolultabb belőle felépíteni a viselkedésében a valósághoz hasonló modellt.

Napjainkban a kőzett fizikai paraméterek megadásának elengedhetetlen követelménye az, hogy a kőzettömeget leíró modellelemek tulajdonságait a vizsgálati eredmények összességével kell jellemezni. Ez másképpen azt jelenti, hogy egy-egy egységen belül minden egyes fizikai jellemzőre meg kell határozni az eloszlásukra vonatkozó elemi statisztikai paramétereket, egyszerűbb esetben a jellemzők statisztikus átlagait és szórásait [RÉTHÁTI 1985, 1988]. A fenti szempontokat érdemes következetesen figyelembe venni a hidraulikus vezetőképesség (permeabilitás), illetve a vízvezető képesség anizotrópia különböző méretű tértartományokra érvényes meghatározásakor.

## 2. Fúrómagmintákon végzett permeabilitás mérések

Fúrómagmintákon permeabilitás méréseket végezni a szénhidrogén-kutatások régi gyakorlata. Hazai viszonyok között SZALAY [1982] dolgozatában az Alföld neogén medenceüledékeiből származó több ezer  $2 \times 2 \times 2$  cm-es élhosszúságú magmintán vizsgálta a márgák és a

homokkővek vízszintes és függőleges permeabilitás viselkedését a települési mélység függvényében mintegy 5 km-ig. Ezek alapján megállapította, hogy a márgák és a homokkővek áteresztő képessége — kisebb eltérésektől eltekintve — a mélységgel csökken. A vízszintes és a függőleges áteresztő képesség a mélységgel fokozatosan egymáshoz közeledik, 3–4 km mélységben gyakorlatilag egymással megegyezik. Tájékozódás céljából az 1. és 2. táblázat néhány permeabilitás mérési adatot idéz fel SZALAY [1982] dolgozatának IV.4.3 és IV.4.4 táblázataiból.

$\Delta z$ [m]	$n$ [db]	$k_{xx}$ [mD]	$n$ [db]	$k_{zz}$ [mD]	$\varepsilon$
900–1000	188	14,7	158	5,3	2,8
1000–1100	51	16,8	26	4,5	3,7
1100–1200	3	22,7			
1200–1300	36	1,7	24	0,5	3,4
1300–1400	17	0,7	12	0,3	2,3

1. táblázat. Az Alföldön mélyített fúrásokból származó márga minták vízszintes és függőleges permeabilitás átlagai milliDarcy ( $mD=10^{-3} \mu m^2$ ) egységben a  $\Delta z$  mélység és az  $n$  vizsgált adatszám függvényében

Table 1. Horizontal and vertical average permeability values of marl samples from boreholes in Pannonian Basin as a function of depth  $\Delta z$  and number of data  $n$  ( $1 mD=10^{-3} \mu m^2$ )

$\Delta z$ [m]	$n$ [db]	$k_{xx}$ [mD]	$n$ [db]	$k_{zz}$ [mD]	$\varepsilon$
900–1000	63	420,9	45	259,9	1,6
1000–1100	43	491,5	31	445,3	1,1
1100–1200	61	257,7	33	84,6	3,0
1200–1300	24	242,4	11	117,8	2,1
1300–1400	23	511,2	17	476,2	1,1

2. táblázat. Az Alföldön mélyített fúrásokból származó homokkő minták vízszintes és függőleges permeabilitás átlagai

Table 2. Horizontal and vertical average permeabilities of sandstone samples from boreholes in Pannonian Basin

A fenti táblázatokban szereplő, magmintákon mért permeabilitás átlagok első közelítésben tájékoztatnak a hazai fiatal üledékek rossz és jó áteresztő képességű kőzeteit jellemző vezetőképességek nagyságrendjeiről és mikro-anizotrópia viszonyairól.

Napjainkban a magmintákon végzett permeabilitás méréseket a különféle karotázs szelvényekből történő permeabilitás becslési eljárások tanuló anyagaként használják [ZHANG et al. 2000]. Az idézett munkában a mintavételezés igen nagy sűrűségű volt (méterenként 16–24 magminta), a mérést úgynevezett mini-permeabiméterrel végezték.

Az előzőekben tájékoztatásként idézett magmintákon mért permeabilitás adatok (a vízvezető képesség vagy szivárgási tényező adatok) meghatározási pontosságának minősítésével általánosságban JUHÁSZ [1987] monográfiájának 5.3.1.5. szakasza foglalkozik. E szerint a laboratóriumi mérések több 100, esetleg néhány 1000%-os szórásúaknak becsülhetők. ZHANG et al. [2000] cikkének 1. Ábráján bemutatott két különböző módszerű magminta mérés eredményei is nagyjából 1–2 nagyságrendben térnek el egymástól.



### 3. Vízvezető képesség meghatározása kutak próbaszivattyúzásával

A tapasztalatok szerint a magmintákon végzett permeabilitási vizsgálatok eredményeit sok egyéb zavaró tényező mellett a minta eredeti helyéről történő kivétele miatti hiba is erősen terheli. JUHÁSZ [1987] monográfiája szerint a laboratóriumi vizsgálatok vízvezető képesség eredményeitől laza szemcsés kőzetek esetén rendszerint csak nagyságrendi, sőt még ennél is kisebb pontosság várható. Emiatt kerültek előtérbe a hidraulikus vezetőképesség in situ meghatározásai, ezek közül is a próbaszivattyúzással történő vizsgálatok [MARSILY 1987; JUHÁSZ 1987].

Tájékozódás céljából a hazai kútkönyvekből kigyűjtöttük az Alföld néhány hévízkútjára a beszűrözött vízadó rétegek tesztelésével meghatározott permeabilitás becsléseket [VITUKI Adatár].

A 3. táblázatban szereplő beszűrözött rétegek mind felső pannon korúak. Az Alföld üledékes rétegeinek próbaszivattyúzásokkal meghatározott permeabilitás viszonyairól a fentieknél bővebb áttekintést nyújt a VITUKI [1977] hévízkút-kataszterének 1a. táblázata. A hazai törmelékes üledékek közül a homokok és homokkövek permeabilitásának jellemzésére 1000 m körüli mélységre ERDÉLYI és LIEBE [1977] 1000–2000 mD értékeket ad meg, negyedkori rétegekben akár 5–10 Darcy permeabilitás is előfordul.

A kút helye	Hévíz kat. sz.	Kataszteri sz.	Szűrőzés [m]	$k_{xx}^{(szivattyúzás)}$ [mD]	$k_{xx}^{(karotázs)}$ [mD]
Berettyóújfalú	8-137	B-54	908–958	160	52 (52,49,71)
Cegléd	12-106	K-343	832–894	683	146 (170,163,67)
Debrecen	8-184	B-2268	985–1034	601	371 (228,455,1176)
Dérvaványa	3-138	B-58	1583–1688	396	291 (439,177,211)
Jászkisér	15-217	K-43	1004–1068	1650	163 (134,300,263)
Komádi	8-140	K-55	790–931	204	104 (90,116,175)
Szajol	15-130	K-23	794–1227	210	111 (104,86,972)
Szeged	5-220	B-651	1696–1917	192	75 (63,93,147)
Szegvár	5-144	K-103	1999–2443	439	498 (514,915,113)
Szentes	5-143	K-642	2046–2255	173	74 (79,75,60)
Tiszafüred	15-147	B-99	1002–1242	371	167 (186,116,286)

3. táblázat. Az Alföld néhány hévízkútjában próbaszivattyúzás és komplex minőségellenőrzött karotázs alapján becsült átlagos permeabilitás adatok. Az utolsó oszlopban a súlyozott átlagolással számított horizontális permeabilitás értékek szerepelnek, a zárójelben pedig a porozitásból, az agyagtartalomtól és a rétegellenállásból számoltak

Table 3. Average permeability estimations based on complex quality-controlled well logging and pumping tests in thermal wells of Hungarian Basin. Weighted average horizontal permeabilities are shown in the last column (calculated from porosity, clay fraction and layer resistor)

A fentebb bemutatott és az imént idézett táblázatokban szereplő permeabilitás adatok nyilván a jól vezető rétegek horizontális irányú vízvezető képességét jellemzik. A függőleges vízvezető képesség szivattyúzással történő meghatározására JUHÁSZ [1987] ajánl különféle eljárásokat.

A próbaszivattyúzások adataiból leszarmaztatott permeabilitás meghatározási pontosságát JUHÁSZ [1987] könyvének 5.3.1.5. szakaszában irodalmi forrásokra támaszkodva néhány 100% relatív szórásúnak becsüli.

### 4. Karotázs mérési szelvényekre alapozott permeabilitás becslések

A permeabilitás a formáció kiértékelésének és a tárolók jellemzésének döntő fontosságú paramétere. A magminták méréséből és a kutak teszteléséből leszarmaztatott vezetőképesség adatok mellett széles körű gyakorlat a különféle karotázs szelvényezések alapján felbecsülni a kút környéki közettartományok permeabilitását. E témakörben évtizedekkel korábbiaktól napjainkig bőséges szakirodalmi források állnak rendelkezésre. A teljesség igénye nélkül a témakör néhány legfontosabb áttekintő munkája: TIMUR [1968], COATES, DUMAÑOIR [1974], DRAHOS et al. [1996], GÁLFI, LIEBE [1981], DOBRINYIN et al. [1986], SCHLUMBERGER [1989], JOERGENSEN [1989], ATLAS [1985], CSEREPES et

al. [1994a, b], PAPE et al. [1999], ZHANG et al. [2000], ZVEREV [1979].

A szakirodalmi anyagok egy részében különféle elméleti és empirikus kapcsolatok matematikai formulái adják meg a permeabilitásnak bizonyos karotázs szelvények kiértékelési eredményeiből közvetve fölbecsülhető értékeit. Egyebek mellett például a szelvényadatok alapján meghatározott porozitás, agyagtartalom, réteg fajlagos ellenállás, kötöttvíz telítettség szerepel a permeabilitást megadó képletek jobb oldalán. Más esetekben közvetlenül a karotázs mérési adatok és a permeabilitás közötti statisztikus jellegű összefüggésekre alapozzák az utóbbi becslését. ZHANG et al. [2000] cikke olyan közvetlen permeabilitást meghatározó karotázs eljárásokat is megemlíti, amelyek szonikus szelvényezések hullámalak analízise, geokémiai karotázs, nukleáris mágneses rezonancia mérések révén adják meg a fúrás által harántolt kőzetek nevezett tulajdonságát.

Vizsgálatainkban részletesen analizáltuk közel 16 km fúróluk hosszon, 0,2 m-es mintavételezéssel, különféle karotázs szondákkal felvett, mintegy félmillió geofizikai mérési adat minőségellenőrzött komplex karotázs kiértékelésének végeredményeit. A vízvezető képesség anizotrópiájának az Alföld felső pannon fekéjéig terjedő laza üledékes rétegsoraira vonatkozó regionális átlagait a 4. táblázat foglalja össze.

	Kvarter		Levantei		Felső pannon	
	$\epsilon$	$\sigma\epsilon$	$\epsilon$	$\sigma\epsilon$	$\epsilon$	$\sigma\epsilon$
Átlag	84	21	46	18	29	5
Porozitásból becsült	180	64	71	33	37	5
Agyagtartalom-ból becsült	60	14	46	12	37	8
Ellenállásból becsült	496	178	280	100	210	48

4. táblázat. Anizotrópia átlagok ( $\epsilon$ ) és azok szórásainak becslései ( $\sigma\epsilon$ ) az Alföld laza üledékes rétegsoraira komplex minőségellenőrzött karotázs kiértékelés alapján 14 kvarter, 18 levantei és 35 felső pannon fúrásból

Table 4. Anisotropy means  $\epsilon$  and their standard deviations  $\sigma\epsilon$  for loose sedimentary complexes of Hungarian Basin based on complex quality-controlled evaluation from 14 Quaternary, 18 Levantine and 35 Upper Pannonian borings

A becslés alapjául szolgáló közegmodell a párhuzamosan települt rétegekből felépített rétegsor, amelyben a horizontális irányú permeabilitás ( $k_{xx}$ ) számításához a rétegek párhuzamosan, a vertikális irányú permeabilitás ( $k_{zz}$ ) számításához pedig sorba vannak kapcsolva.

Az 5. táblázatban 14 kvarter, 18 levantei és 35 felső pannon szakaszra (többnyire 150–250 m vastag réteg

összletekre) számított átlagos permeabilitások és a belőlük számolt anizotrópia értékek szerepelnek. Ezeket az átlagokat a közepes permeabilitás szelvényekből, valamint a porozitásból ( $k^\phi$ ), az agyagtartalom-ból ( $k^{Vsh}$ ) és a rétegenállásból ( $k^{Rt}$ ) becsült permeabilitások súlyozott átlagaiból számítottuk ki.

A közegmodell a korábbival azonos volt. Az átlagos permeabilitás értékekből átlagos anizotrópiát is lehet számolni (alsó sorban vastaggal jelölt értékek). A 4. Táblázatban adott anizotrópia átlagokat a felső sorok ismétlik meg dőlt betűs formában. A közvetlenül és a közvetve számolt anizotrópia átlagok és átlagos anizotrópiák a 4. táblázatban adott szórásokon belül egymással általában megegyeznek, kivéve az ellenállásmérésekre alapozott permeabilitás becslésekből származó anizotrópiákat.

A előzőekben vázolt karotázs szelvényezéseken alapuló permeabilitás becslések pontosságát a karotázs szelvények mérési és kiértékelési hibái mellett a permeabilitás formulák közelítési hibái is erősen korlátozzák. Korábbi hazai tapasztalatok szerint [CSEREPES et al. 1994a, 1994b] régebbi vízkutató fúrásokban végzett karotázsmérések alapján rétegenkénti kiértékelésnél a porozitás 5–10%, az agyagtartalom 10–20%, a fajlagos ellenállás 25–35% pontossággal becsülhető. Ezekből pedig a rétegek permeabilitása a viszonylag nagy modellhibák miatt mintegy 0,5–1 nagyságrendű szórással határozható meg.

	Kvarter		Levantei		Felső pannon	
	Permeabilitás [mD]	Anizotrópia	Permeabilitás [mD]	Anizotrópia	Permeabilitás [mD]	Anizotrópia
$k_{xx}^{átlag}$	190	84	102	46	77	29
$k_{zz}^{átlag}$	1,73	<b>110</b>	2,03	<b>50</b>	2,15	<b>36</b>
$k_{xx}^\phi$	291	180	159	71	99	37
$k_{zz}^\phi$	1,4	<b>208</b>	2,03	<b>78</b>	1,94	<b>51</b>
$k_{xx}^{Vsh}$	176	60	86,1	46	82,4	37
$k_{zz}^{Vsh}$	2,1	<b>84</b>	1,57	<b>55</b>	1,99	<b>41</b>
$k_{xx}^{Rt}$	510	496	371	280	152	210
$k_{zz}^{Rt}$	0,541	<b>943</b>	0,358	<b>1038</b>	0,485	<b>313</b>

5. táblázat. Átlagos horizontális és vertikális permeabilitás és anizotrópia becslések az Alföld laza üledékes rétegsoraira komplex minőségellenőrzött karotázs kiértékelés alapján

Table 5. Average horizontal and vertical permeability and anisotropy estimations for loose sedimentary complexes of Hungarian Basin by complex quality-controlled well logging evaluation

A szakirodalomban közölt különféle képletek szolgáltatott permeabilitás becslések egymástól való eltérései is sok tartományban egy nagyságrend körüliek. Erre a következtetésre jutott PAPE et al. [1999], ZHANG et al. [2000] elméleti permeabilitás képletekkel számolt és a magokon mért permeabilitás értékek összehasonlítása alapján.

A 3. táblázatba foglalt kísérleti tesztlések eredményei szerint a karotázs kiértékelések permeabilitás becslései és a vízáadó rétegek szivattyúzással meghatározott in situ mérésekből becsült eredményei a  $k_{xx}$  horizontális permeabilitásokra vonatkozóan nagyjából mintegy 0,3–0,5 nagyságrendben belül (2-szeres, 3-szoros szorzó/osztó eltéréssel) megegyeznek egymással.

Sajnálatos módon a  $k_{zz}$  vertikális permeabilitás meghatá-

rozására nem sikerült feltalálni semmiféle hazai kísérleti tesztlési eredményt, így  $k_{zz}$  meghatározását független kísérletek nem erősítik meg. Emiatt a permeabilitás anizotrópiák a 4. és 5. táblázatba foglalt becsléseinek egymástól való eltérései csakis a mérési hibákat jellemzik. A modellezés hibáit pedig nem jellemzik, mert a permeabilitást becsülő karotázs eszközök csak a jó vízvezető tartományokban vannak experimentálisan tesztelve, az agyagokra vonatkozóan számunkra nem ismeretes a  $k_{zz}$  geofizikától független in situ kísérleti meghatározása.

A szakirodalomban és általunk is használt soros-párhuzamos kapcsolású közegmodellek minden bizonnyal akár több nagyságrendes modellhibát is tartalmazhatnak, mert az agyagok permeabilitása nincsen ismert megbízha-

tóssággal in situ meghatározva. A fentebb összefoglalt modelszámításainkban a megvizsgált alföldi kutakra az agyagok átlagos permeabilitását 0,3–3,0 mD között becsülik a porozitásra, az agyagtartalomra és a rétegellenállásra felépített elméleti képletek. A geofizikai kiértékelés a vízki-termelés céljából megfelelő becslést szolgáltat a közepes és jól vezető rétegek leírására, de semmi bizonyosat nem mond az impermeábilis agyagok tényleges vezetőképességére. Ha a valóságban az agyagok az Alföld laza üledéksoraiban egy nagyságrenddel rosszabb vezetők, akkor a vertikális ekvivalens permeabilitás is egy nagyságrenddel kisebb, azaz a permeabilitás anizotrópia pedig egy nagyságrenddel nagyobb a táblázatokban megadotthoz képest.

Összegezve a kísérleti tesztelesek elemzését, vizsgálataink alapján azt kell megállapítani, hogy a féloldalas kalibrálási lehetőségek miatt csak a  $k_{xx}$  horizontális irányú permeabilitás átlagok becslését lehet  $1/4$ – $1/2$  nagyságrend pontosnak tekinteni. A teljes regionális vízáramlási probléma megoldásához viszont ez is nagyon fontos adat. Az anizotrópia meghatározásához végül is a már kidolgozott héliumkoncentráció mérésekre [CSEREPES, LENKEY 1999] és a mélyfúrások piezometrikus szintadataira [GALSA et al. 2001] kell támaszkodnunk.

### 5. Háromdimenziós áramlási modellezéssel becsült anizotrópia

A regionális vízáramlási rendszerek háromdimenziós numerikus modellezései jó lehetőséget biztosítanak a hidraulikus vezetőképesség, illetve a permeabilitás anizotrópiájának regionális léptékű becslésére. Jó példa erre az U.S. Geological Survey Professional Papers sorozatában az USA-ban 1978-ban elkezdett RASA (Regional Aquifer-System Analysis) program keretében a kaliforniai Central Valley medence terület vízáramlási rendszerének vizsgálata [WILLIAMSON et al. 1989]. A nevezett munka külön szakaszokban foglalkozik a horizontális és a vertikális hidraulikus vezetőképességek meghatározásával.

WILLIAMSON és társai 1989-es beszámolójukban az egyes rétegek horizontális vezetőképességeit egyrészt próbaszivattyúzásokkal becsülték fel, másrészt pedig — a több mint 17 400 fúrás geológiai rétegsorának öt elkülönített közetosztályába sorolt rétegeihez — a szemcseeloszlások alapján hozzárendelt vezetőképesség becslések felhasználásával határozták meg az aktuális vezetőképesség becsléseket. A modellezésben az egyes osztályok kiinduló horizontális vezetőképesség becslései a következők voltak:

Aljzat:	0,0 mD
Agyag:	0,187 mD
Homokos agyag:	388 mD
Finom homok:	3,88 D
Homok és kavics:	38,8 D

A fenti kezdeti értékeket a modellezés során a negyedikre csökkentették.

WILLIAMSON és társai 1989-es művükben a kutak korábban kijelölt  $i$ -edik réteg  $j$ -edik alrétégeinek  $d_j^{(i)}$  vastagságát és  $K_{xx,j}^{(i)}$  horizontális hidraulikus vezetőképességét párhuzamosan kapcsolva vették figyelembe, hogy meghatározzák az  $i$ -edik réteg ekvivalens horizontális vezetőképességét a következő formulával,

$$K_{xx,eq}^{(i)} = \frac{\sum_j d_j^{(i)} \cdot K_{xx,j}^{(i)}}{\sum_j d_j^{(i)}} \quad (1)$$

Ezeket az ekvivalens horizontális vezetőképességeket a kutak minden egyes rétegeire kiszámították, és a kapott értékeket a modellezéshez felvett blokkokba eső kutakra átlagolták, illetve azokra a blokkokra, amelyekbe nem esett kútszakasz interpolálták a szomszédos blokkok értékeit.

A fenti módon közvetve meghatározott blokkok vezetőképességei az esetek 57%-ában összevethetőek voltak egyéb hidraulikus vezetőképesség meghatározásokkal. A számított becslések és a más módon kapott vezetőképességek arányai 0,6 és 1,67 közé estek.

WILLIAMSON és társai 1989-es cikkükben a vertikális irányú hidraulikus vezetőképesség komponens meghatározására is kitérnek. Megállapítják, hogy a teljes vízvezető rendszer sok-sok egymásra települt durvaszemcsés és finomszemcsés lencséből felépült tárolóból áll. Ennek megfelelően az egyes blokkok ekvivalens vezetőképessége a tároló típusától függően változik. Minthogy a víztároló minden egyes lencsétől mindegyik blokkra az adatrendszer hiányos volta miatt lehetetlen modellezni, ezért egyéb lehetőség híján az  $i$ -edik rétegre egy bizonyos ekvivalens vertikális hidraulikus vezetőképességet határoztak meg úgy, hogy az egymásra települt rétegek összellenállását sorba kapcsolással modellezték, azaz

$$K_{zz,eq}^{(i)} = \frac{\sum_j d_j^{(i)}}{\sum_j \frac{d_j^{(i)}}{K_{zz,j}^{(i)}}} \quad (2)$$

Ebben a képletben  $K_{zz,j}^{(i)}$  és  $d_j^{(i)}$  az  $i$ -edik rétegben levő  $j$ -edik alrétég vertikális irányú hidraulikus vezetőképességét és vastagságát jelöli. A szerzők fenti képletet a modell szimplifikálásával tovább egyszerűsítették. A lencséket két kategóriába sorolták: durvaszemcsés és finomszemcsés osztályba. Ezzel a (2) egyenlőség átalakítható:

$$K_{zz,eq}^{(i)} = \frac{\sum_j d_j^{(i)}}{\frac{\sum_l d_{d,l}^{(i)}}{K_{zz,d}^{(i)}} + \frac{\sum_l d_{f,l}^{(i)}}{K_{zz,f}^{(i)}}} \quad (3)$$

Itt a  $d$  és  $f$  index a durva- és a finomszemcsés rétegek jellemzőire utal. Általában a finomszemcsés lencsék vezetőképessége legalább két nagyságrenddel kisebb, mint a durvaszemcsésé, ezért a nevezőben a durvaszemcsés rétegektől származó szumma elhanyagolható a finomszemcsés rétegektől függő második taghoz képest. Így a (3) formula tovább egyszerűsödik:

$$K_{zz,eq}^{(i)} = \frac{\sum_j d_j^{(i)}}{\sum_l d_{f,l}^{(i)}} \cdot K_{zz,f}^{(i)} \quad (4)$$

Ez a képlet rámutat a rétegsort jellemző vezetőképesség anizotrópia adott módszerű becslésének legkényesebb



momentumára. A finomszemcsés rétegek arányának és vízvezető képességének becslési hibái döntő módon befolyásolják az ekvivalens hidraulikus vezetőképesség meghatározásának pontosságát. WILLIAMSON és társai 1989-es cikkükben megemlítik, hogy a vizsgált régióban voltak ugyan laboratóriumban magmintákon végzett vezetőképesség mérések, de az eredményeket nem használták fel, mint-hogy azok inkább pontszerű jellemzők, nem pedig a regionális modellezéshez szükséges területi és mélységi integrált átlagok becslésére alkalmas adatok.

A fenti formulával becsült ekvivalens hidraulikus vezetőképesség értékek csupán kiindulásul szolgáltak az áramlási modellezés során a végleges becserítékek iterációval történő kialakításához. Ezt a műveletet az idézett munkában „kalibrálásnak” nevezik, valójában ez az operáció az anizotrópia meghatározását célzó inverzió legfontosabb eleme. A kalibráció során a közegmodell egyes paramétereit addig változtatták, amíg a numerikus modellezések szolgáltatotta elméleti piezometrikus vízszint értékek egy bizonyos, előre megadott eltérésen belül meg nem közelítették a kutakban mért piezometrikus szinteket.

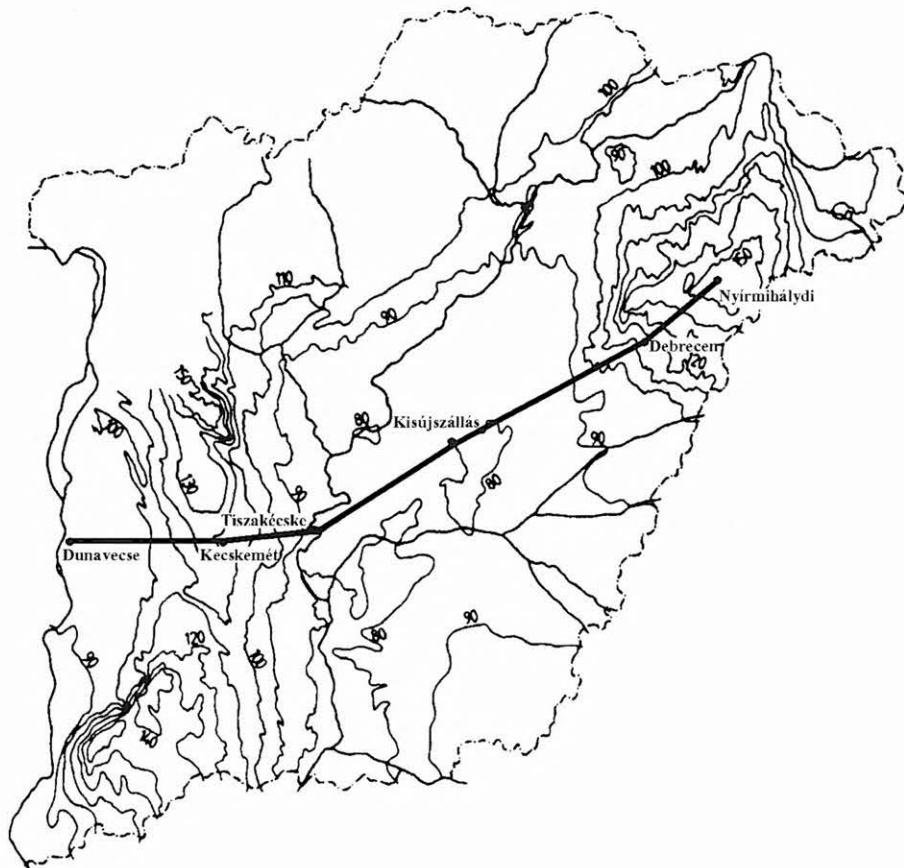
## 6. Kétdimenziós vízáramlás modellezés egy alföldi szelvényen a hidraulikus vezetőképesség anizotrópiájának becslésére

A felszín alatti vizek áramlását kis mélységben — ahol a hőmérséklet hatása még elhanyagolható — döntő módon a terület hidrogeológiai rétegzettsége és a rétegek hidraulikus

vezetőképessége határozza meg. Ha a hidrogeológiai adatsorok rendelkezésre állnak, akkor a hidraulikus vezetőképesség viszonyok becsülhetők például a fúrólukokban mért nyugalmi vízszint adatok felhasználásával [GALSA 1997; GALSA et al. 2001].

GALSA et al. munkájának fő célja egy konkrét alföldi szelvény mentén a mélyfúrású kutakban mért nyugalmi vízszint adatokra támaszkodva az egyes domináns rétegek hidraulikus vezetőképesség és anizotrópia viszonyainak meghatározása két-dimenziós numerikus modellezés segítségével. A tanulmányozott szelvény a Dunavecse–Kecskemét–Tiszakécske vonalon nyugat–keleti irányban halad, majd a Tiszánál megtörik, és a Kisújszállás–Karcag–Debrecen–Nyírmihálydi vonal mentén ÉK-i irányban folytatódik (1. ábra). A vízáramlás zömmel a felső egy–másfél km vastagságú rétegsorban zajlik. Ebben a rétegsorban a szerzők négy réteget különítenek el, melyek lefelé haladva a pleisztocén, a levantei, a felső és az alsó pannon.

A szelvény mentén mélyfúrású kutakban mért hidraulikus emelkedési magasság segítségével meghatározzák a nyugalmi vízszint  $z$  tengerszint feletti magasságtól és az  $x$  szelvény menti távolságtól függő eloszlását. Azon kútadatokat, melyek  $(x, z)$  koordinátái egymáshoz közel estek — azaz, ha a kutak nagy valószínűséggel egy vízáadó rétegbe voltak beszűrözve — csoportokba vonták össze, és a csoportokat  $h_i^{OBS}$  átlagos nyugalmi vízszinttel, illetve  $\sigma_i^{OBS}$  teljes szórással jellemezték. Az összesen 609 kútadatból  $max(i) = 121$  kútadatcsoportot különítettek el, ahol  $i$  a kútadatcsoport indexe.



1. ábra. A tanulmányozott szelvény elhelyezkedése. A kontúrok a piezometrikus szint értékét adják meg tengerszint feletti magasságban. Forrás: RÓNAI [1985]

Figure 1. Location of the studied section. Contours show piezometric levels above sea level [RÓNAI 1985]

Az  $i$ -edik csoportra vonatkozó átlagos nyugalmi vízszintet a nyugalmi vízszintek számtani közepeként értelmezik, míg a csoport szórása három részből tevődött össze:

- 1) A  $\sigma_i^h$  csoportátlagszórásból. Az adatscsoportok megbízhatósága nő, átlaguk szórása csökken, ha a csoportátlag több adatból van meghatározva, illetve azok piezometrikus szintjei közel esnek egymáshoz.
- 2) A  $\overline{\sigma^h}$  állandó szórásból, mely az adatscsoportok szórásának átlaga, és együttesen jellemzi a mérési és modellhibát.
- 3) A  $\sigma_i^T$  hőmérséklettől függő szórásból. Mivel a kiértékelési modell nem számol a hőmérsékletváltozás okozta hidraulikus emelkedési magasság változásával, így annak hatását torzításként, szórásnövelő tényezőként veszik figyelembe.

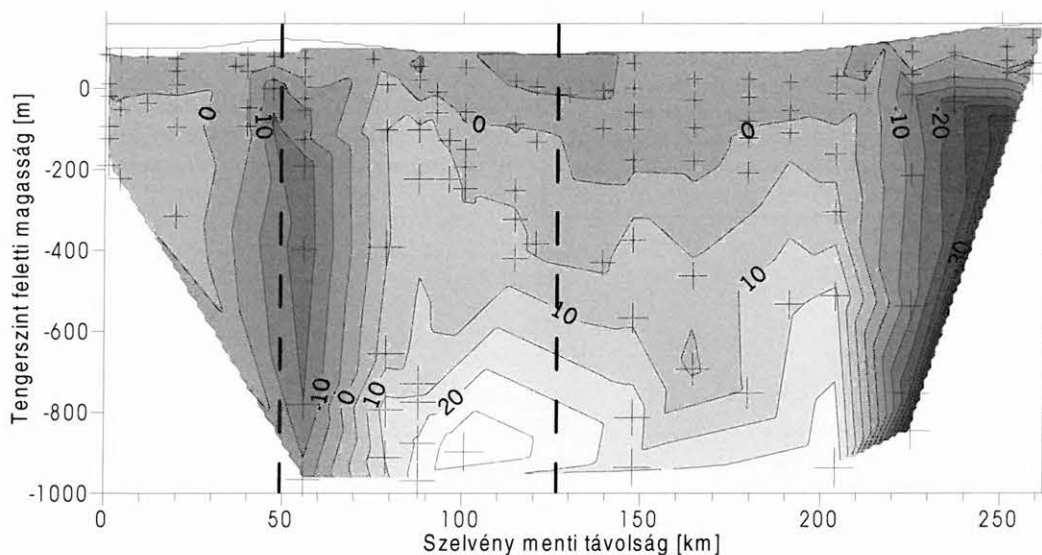
Így az  $i$ -edik kúdatcsoport teljes szórásnégyzete a fent említett szórások négyzetösszege,

$$\sigma_i^{OBS^2} = \sigma_i^{h^2} + \overline{\sigma^h}^2 + \sigma_i^{T^2} \quad (5)$$

A 2. ábra bemutatja a nyugalmi vízszint kúdatok alapján szerkesztett eloszlását a szelvény mentén.

A felszín alatti vízáramlást modellező program kiszámítja a kúdatcsoportok koordinátáinál a  $h_i^{TH}$  elméleti nyugalmi vízszintet. A szimuláció eredményének minősítésére a négyzetes  $L_2$ - és az abszolút eltérésre alapozott  $L_1$ -normát vizsgálták [MENKE 1989, TARANTOLA 1987]:

$$L_2 = \sqrt{\sum_i \frac{(h_i^{TH} - h_i^{OBS})^2}{\sigma_i^{OBS^2}}} \quad \text{és} \quad L_1 = \sum_i \frac{|h_i^{TH} - h_i^{OBS}|}{\sigma_i^{OBS}} \quad (6)$$



2. ábra. A nyugalmi vízszint kúdatok elemzésével szerkesztett eloszlása a vizsgált szelvény mentén. A kontúrvonalak a domborzathoz viszonyított hidraulikus emelkedési magasságot jelölik méter egységben. A kereszttel jelzett  $(x, z)$  koordinátapontok a kútcsoportok helyét jelölik, méretük szórásukkal arányos. A szaggatott vonalakon keresztül nincs jelentős horizontális vízmozgás. Jól látható a tiszakécskei ( $x=100$  km) és a hajdúszoboszlói hőanomália ( $x=200$  km) által okozott nyugalmi vízszint emelkedés

Figure 2. Distribution of static water level constructed by well data along the section above. Contours denote hydraulic heads compared to relief.  $(x, z)$  coordinates illustrated by crosses show the location of well classes, their magnitudes are proportional to their standard deviations. There is not significant horizontal water flow through the dash lines, so the isolated zones can be modeled separately, as well. Rise in static water level caused by temperature anomaly beneath Tiszakécske ( $x=100$  km) and Hajdúszoboszló ( $x=200$  km) is obvious

A számítás célja a program paramétereinek (horizontális vízvezető képesség, anizotrópia koefficiens) megválasztása oly módon, hogy a numerikusan számított elméleti és a kúdatok alapján szerkesztett nyugalmi vízszinteloszlás különbsége (az  $L_1$ -, illetve az  $L_2$ -norma) minimális legyen, melyet egy szimplex optimalizációs eljárás biztosít. A becsült paraméterek megbízhatóságát és a köztük lévő korrelációt a (6) kritériumfüggvények szerinti minimumhelyen kiszámított információs mátrix nyújtja [HOLTZMAN 1971, 1976]. Az elméleti összefüggések csak a horizontális vízvezető képesség egymáshoz viszonyított arányainak meghatározását teszik lehetővé, így a legfelső réteg horizontális vezetőképességét  $K_{xx_1} = 10^{-4}$  m/s állandó értéken tartják. Ezt az értéket a szivattyúpróbák paramétereiből a Logan-Schieder összefüggéssel becsülték [JUHÁSZ 1987].

Az inverzió során a legegyszerűbb modelltől haladtak a bonyolultabb felé. A legegyszerűbb, egyréteges modell a felső vízvezető pleisztocén + levantei + felső pannon összevont rétegből áll. Az alatta lévő alsó pannon összetételt tekintették a modell fekéjének. A minőségellenőrzött inverziós eljárás által becsült egyetlen szabad paramétert, az  $\epsilon_1$  anizotrópiafaktort és az eltérés mértékét mutatja a 6. táblázat.

A 7. táblázat a kétréteges modell (pleisztocén, levantei + felső pannon) eredményeit, azaz az  $L_1$ -norma szerinti minimumhelyen kapott rétegparamétereket és szórásukat foglalja össze.

A 8. táblázat a háromréteges modell (pleisztocén, levantei, felső pannon) becsült rétegparamétereit mutatja az  $L_1$ -norma alapján. A táblázat paramétereivel számított

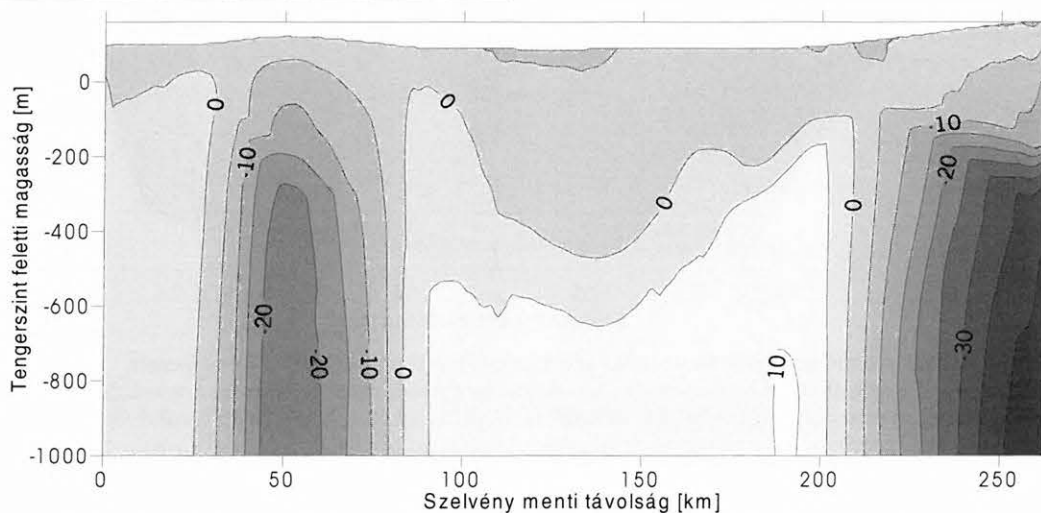
elméleti nyugalmi vízszint eloszlását szemlélteti a 3. ábra. A szerkesztett és a számított vízszinteloszlás közötti legszembetűnőbb különbséget a nagymélységű tiszakécskei ( $x=100$  km) és hajdúszoboszlói ( $x=200$  km) hőanomália okozza. Mivel a hőmérsékleteloszlás piezometrikus szintre gyakorolt hatása csak szórásnövelő tényezőként van beépítve modellünkbe, ezért az egyezés nem is várható el.

$L_2$			$L_1$		
$K_{xx_1}$ [m/s]	$\varepsilon_1$	$L_2$	$K_{xx_1}$ [m/s]	$\varepsilon_1$	$L_1$
$10^{-4}$	$2360^{+1702}_{-989}$	3,481	$10^{-4}$	$2415^{+1724}_{-1006}$	31,527

6. táblázat. Az egyréteges modell kiértékelése négyzetes ( $L_2$ ) és abszolútértékes ( $L_1$ ) kritériumfüggvény esetén. Dölt betűtípus jelzi, hogy a felső réteg vízvezető képessége előre rögzített érték.  $\varepsilon_1$  azon anizotrópia együttható, amely minimalizálja az eltérést az adatokból összeállított és a numerikusan számított vízszinteloszlás között

Table 6. Evaluation of one-layered model in case of square ( $L_2$ ) and absolute value objective function ( $L_1$ ). Italic letters show that hydraulic conductivity of upper layer was fixed.  $\varepsilon_1$  is the anisotropy coefficient that minimizes the deviation between constructed and numerically calculated water level distribution

$K_{xx_1}$ [m]	$\varepsilon_1$	$K_{xx_2}$ [m/s]	$\varepsilon_2$	$L_1$
----------------	-----------------	------------------	-----------------	-------



3. ábra. Az elméleti nyugalmi vízszint eloszlása a szelvény mentén. A rétegparamétereket a 8. táblázat tartalmazza

Figure 3. Theoretical static water level distribution along the section. Layer parameters are summarized in Table 8

$K_{xx_1}$ [m/s]	$\varepsilon_1$	$K_{xx_2}$ [m/s]	$\varepsilon_2$	$K_{xx_3}$ [m/s]	$\varepsilon_3$	$L_1$
$10^{-4}$	$4018^{+5945}_{-2398}$	$1,4 \cdot 10^{-5+6 \cdot 10^{-3}}_{-1,39 \cdot 10^{-5}}$	$11042^{+2,4 \cdot 10^7}_{-11397}$	$4,93 \cdot 10^{-5+10^{-3}}_{-4,7 \cdot 10^{-5}}$	$6592^{+3,4 \cdot 10^4}_{-5515}$	29,615

8. táblázat. A háromréteges modell 5 becsült rétegparaméterének legvalószínűbb értéke, szórása és az abszolút eltérés mértéke

Table 8. The most probable value, standard and absolute deviation of the estimated 5 layer parameters of three-layered model

### 7. Anizotrópia együtthatók becslése felszín alatt áramló vizek héliumkoncentrációinak modellezésével

Az üledékes medencék felszín alatti vizeinek áramlása — egyéb tényezők mellett — erősen befolyásolja a vizekben oldott sók, gázok koncentrációinak térbeli eloszlását. A mélyfúrású kutak kifolyó vízből vett minták oldott any-

[s]				
$10^{-4}$	$2938^{+6797}_{-2051}$	$8,6 \cdot 10^{-5+6,3 \cdot 10^{-4}}_{-7,6 \cdot 10^{-5}}$	$5395^{+21210}_{-4301}$	$30,6$ 04

7. táblázat. A kétréteges modell becsült rétegparaméterei és szórásai az abszolútértékes kritériumfüggvény minimalizálása után. A legfelső réteg horizontális vízvezető képessége (dölt) rögzítve van

Table 7. Estimated layer parameters and standard deviations of two-layered model obtained by minimization of  $L_1$  function. The horizontal hydraulic conductivity of upper layer (in italics) was fixed

A modell bonyolításával az elméleti és a szerkesztett nyugalmi vízszinteloszlás közötti különbség ( $L_1$ -norma) csak néhány százalékkal csökken, ellenben a becsült rétegparaméterek szórása többszörösére, egyes esetekben több nagyságrenddel is nőhet. Nyilvánvaló, hogy a legfelső réteg paraméterének szórása a legkisebb, hiszen a felszín alatti vizek túlnyomó része itt áramlik. Az alsóbb rétegek becsült paramétereinek megbízhatósága jóval kisebb, mivel ezen rétegparaméterek kevésbé képesek befolyásolni a nyugalmi vízszint szelvény menti eloszlását.

gok koncentrációjának eloszlásából pedig magára a vízmozgásra, illetve a rétegsor vízvezetési állapotjellemzőire lehet következtetni. Egy alföldi szelvény mentén meghatározott He-koncentrációk alapján CSEREPES László és LENKEY László végzett kétdimenziós felszín alatti vízáramlási modellezéseket egy 168 km hosszúságú alföldi mintaszelvényen [CSEREPES, LENKEY 1994, 1996, 1999]. A Tiszakécske–Kisújszállás–Debrecen–Nyírlugos vonal men-



ti szelvény egybeesik a GALSA et al. [2001] által vizsgált — az előzőekben tárgyalt — hosszabb szelvény Tiszától keletre eső szakaszával.

CSEREPES és LENKEY [1999] a fent nevezett alföldi szelvény menti kutakon mért héliumkoncentrációk  $C_i^{(m)}$  adatait a He-szállítás kétdimenziós numerikus modellezése révén adódó  $C_i$  elméleti értékekkel közelíti meg. Itt az  $i$  index a mintavétel helyére utal. A He-koncentráció  $C_i$  elméleti értéke függ a szelvény síkjában felvett kétdimenziós hidraulikus rétegsor modell geometriájától és a benne megadott rétegek vízszintes hidraulikus vezetőképességeitől és anizotrópia együtthatóitól. A szerzők a közegmodellt négy alegységre bontják: a negyedkori, a pliocén, a felső pannon és az alsó pannon rétegekre. Ezeket homogén tartományként kezelik a számítások során.

A  $C_i^{(m)}$  mérési adatsor kétdimenziós numerikus modellezésen alapuló inverziója a súlyozott legkisebb négyzetek kritériuma szerint történik:

$$\sum_i \frac{(C_i - C_i^{(m)})^2}{(\beta \cdot C_i^{(m)})^2} = \min \quad (7)$$

A nevezőben szereplő  $\beta$  szorzó a minimum keresés szempontjából közömbös, csupán azt jelzi, hogy a mért He-koncentráció relatív hibájával arányos szórás van feltételezve minden egyes mérési helyen.

A vizsgált szelvényen a felső pannon fekéjéig terjedő rétegösszletre vonatkozóan a szelvény menti átlagos vízvezető képesség anizotrópia becslésére az előbbi algoritmus alapján számolva  $\varepsilon = 30 \pm 0,53$  nagyságrend adódott. Érdekes, hogy e mennyiség két nagyságrenddel (azaz a becsült szórásoknál nagyobb mértékben) tér el a 6–8. táblázatokban szereplő értékektől, noha ugyanúgy regionális áramlási modellre épülő becslési módszerről van szó. Ez az eltérés egyelőre részleteiben még analízatlan probléma. Feltételezzük, hogy a megbízhatóbb anizotrópiabecslést a nyomás adatokon alapuló inverzió szolgáltatja, s nem a héliumkoncentrációk használata. A nyomáseloszlást ugyanis nem befolyásolják az áramlási zóna fekéje alatti ismeretlen tényezők, a héliumoszlást azonban igen. Ez utóbbi tekintetben CSEREPES és LENKEY [1999] munkája még további vizsgálatot igényel. Az általuk bemutatott, koncentrációméréseken alapuló becslési eljárás azonban jó kiinduló példa a permeabilitás- és az anizotrópia-meghatározás egyik lehetséges útjára.

### Összefoglalás

A fentiekben áttekintettük azokat a módszereket, amelyekkel üledékes rétegek permeabilitását és permeabilitás-anizotrópiáját meg lehet határozni. Ezekre a mennyiségekre egyre nagyobb szükség van a felszínalatti regionális vízmozgások tanulmányozásához, ez utóbbit pedig a vízprognózis és vízminőségvédelem egyre nehezebb feladatai indokolják.

A meghatározási módszerek alapvetően vagy lokálisak, vagy regionálisak. Az előbbi csoportba sorolhatók a magmintákon végzett permeabilitás mérések, hidraulikai kútesztek és a karotázs szelvényeken alapuló permeabilitás becslési lehetőségek. Bár ezek is fontos és hasznos információt szolgáltatnak a hidrodinamikai modellszámítások-

hoz, az igazán jól használható adatokat magukból a regionális vízmozgás- és transzportszámításokból inverzió útján kaphatjuk. Ennek oka a permeabilitás erősen változó volta: a kis méretskálakon meghatározott értékek esetleg semmitmondóak egy nagy méreteket igénylő regionális modellszámítás számára. Ezenkívül, mint láttuk, a kútesztek és a karotázs-kiértékelések nem érzékenyek igazán a harántolt rétegösszletek rosszul vezető elemeire, s így a rájuk épülő anizotrópiabecslés torzít. Fontos jövőbeni feladatnak tartjuk tehát a nyomás- (piezometrikus szint) és koncentrációméréseken, illetve regionális vízmozgási modelleken alapuló inverziós eljárások továbbfejlesztését, elsősorban a különböző méréstípusokat egyszerre felhasználó együttes (joint) inverzió irányát. Az ezekből meghatározott permeabilitás és anizotrópia értékek pontosan azok a regionális, makroszkopikus átlagok, amelyekre a vízkészletszámításokban és vízminőségvédelmi kutatásokban szükség van.

### HIVATKOZÁSOK

- Atlas Wireline Service 1985: Log Interpretation Charts. Western Atlas International, Inc.
- BEAR J., VERRUIJT A. 1987: Modelling groundwater flow and pollution. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht
- COATES G. R., DUMANOIR J. L. 1974: A new approach to improved log-derived permeability. The Log Analyst **15**, p. 17–31
- COOLEY R. L., NAFF R. L. 1990: Regression modelling of groundwater flow. Techniques of Water-resources investigations of the USGS, TWI-B4. Denver
- CSEREPES L., DRAHOS D., SALÁT P. 1994a: Quality-controlled log evaluation technique for water well logs in clastic sediments. Transaction of International Symposium on Well Logging '94', Xian, p. 253–278
- CSEREPES L., DRAHOS D., SALÁT P. 1994b: Vízkutató fúrások karotázsméréseinek minőségellenőrzött kiértékelése. Hidrológiai Közlöny **74**, 4, p. 233–245
- CSEREPES L., LENKEY L. 1994: Héliumkoncentrációk áramló, felszín alatti vizekben: Egy alföldi szelvény kiértékelése. Magyar Geofizika **35**, 2, p. 71–82
- CSEREPES L., LENKEY L. 1996: Felszín alatti vízmozgás és oldottanyag-transzport modellezése. ALFÖLD '96 MGE-MFT vándorgyűlés előadás anyaga
- CSEREPES L., LENKEY L. 1999: Modelling of helium transport in groundwater along a section in the Pannonian basin. Journal of Hydrology **225**, p. 185–195
- DOBRIKIN V. M., VENDELSTEIN B. Yu., REZVANOV R. A., AFRIKIAN A. N. 1986: Promüszlovaja geofizika. Izdat. Nyedra, Moszkva
- DRAHOS D., CSEREPES L., SALÁT P. 1996: Vízkutató fúrásokban felvett régi karotázsszelvények minőségellenőrzött kiértékelése. Magyar Geofizika **36**, 5, p. 6–9
- ERDÉLYI M. 1979: A magyar medence hidrodinamikája. VITUKI Közlemények **18**
- ERDÉLYI M., GÁLFI J. 1988: Surface and subsurface mapping in hydrogeology. Akadémiai Kiadó, Budapest
- ERDÉLYI M., LIEBE P. 1977: Magyarország törmelékeny hévíztároló medenceüledékeinek vízföldtana. In: VITUKI 1977: Magyarország hévízkútjai (Hévízkút-kataszter) III. 1970–1976. VÍZDOK, Budapest, p. 29–44

- GALSA A. 1997: Felszín alatti vízmozgás modellezése egy alföldi szelvényen, fúrólukákban mért víznyomások felhasználásával. *Magyar Geofizika* **38**, 4, p. 245–256
- GALSA A., SALÁT P., CSEREPES L. 2001: Egy alföldi rétegsor vízvezető képességének minősített kiértékelése kutakban mért víznyomások felhasználásával. *Vízügyi Közlemények LXXXIII*, 4, 601–615
- GÁLFI J., LIEBE P. 1981: Az elektromos fajlagos ellenállás és a szivárgási tényező kapcsolata törmelékes vízáadó kőzetekben. *Vízügyi Közlemények LXIII*, 3, p. 436–447
- HOLTZMAN F. M. 1971: Sztatiszticeszkije modeli interpretacii. Izzat. Nauka, Moszkva
- HOLTZMAN F. M. 1976: Komplex Interpretation bei Lösung inverser geophysikalischen Aufgaben. *Gerlands Beiträge zur Geophysik* **85**, 5, p. 379–384
- JOERGENSEN D. G. 1989: Using geophysical logs to estimate porosity, water resistivity and intrinsic permeability. U.S. Geological Survey Water Supply Paper No 2321
- JUHÁSZ J. 1987: Hidrogeológia. Akadémiai Kiadó, Budapest
- KERTÉSZ P. 1985: Mérnökgeológia. *In: Mérnöki Kézikönyv III*, szerk. dr. PALOTÁS L. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- MARSILY G. de. 1987: Quantitative Hydrogeology — Groundwater Hydrology for Engineers. Academic Press, San Diego
- MENKE W. 1989: Geophysical data analysis: Discrete inverse theory. Academic Press, San Diego
- PAPE H., CLAUSER C., IFFLAND J. 1999: Permeability prediction based on fractal pore-space geometry. *Geophysics* **64**, 5, p. 1447–1460
- RÉTHÁTI L. 1985: Valószínűségelméleti megoldások a geotechnikában. Akadémiai Kiadó, Budapest
- RÉTHÁTI L. 1988: Probabilistic solutions in geotechnics. Elsevier Sci. P., Amsterdam
- RÓNAI A. 1985: Az Alföld negyedidőszaki földtana. *Geologica Hungarica Ser. 21*. Magyar Állami Földtani Intézet
- SCHLUMBERGER 1989: Log interpretation principles/applications. Schlumberger Educational Services
- STUTE M., DEÁK J. 1989: Environmental isotope study (14C, 13C, 18O, noble gases) on deep groundwater circulation systems in Hungary with reference to paleoclimate. *Radiocarbon* **31**, p. 902–918
- STUTE M., SONNTAG C., DEÁK J., SCHLOSSER P. 1992: Helium in deep circulating groundwater in the Great Hungarian Plain: Flow dynamics and crustal and mantle helium fluxes. *Geochim. Cosmochim Acta* **56**, p. 2051–2067
- SZALAY Á. 1982: A rekonstrukciós szemléletű földtani kutatás lehetőségei a szénhidrogén perspektívák előrejelzésében a DK-alföldi neogén süllyedékek területén. Kandidátusi értekezés, MTA TMB, Szolnok
- TARANTOLA A. 1987: Inverse problem theory, Methods for data fitting and model parameter estimation. Elsevier, Amsterdam
- TIMUR A. 1968: An investigation of permeability, porosity, and residual water saturation relationship for sandstone reservoirs. *The Log Analyst* **9**, p. 8–17
- VITUKI Adattár, Kútkönyvek 1972–1987. VITUKI, Budapest
- VITUKI 1977: Magyarország hévízkútjai (Hévízkútkezelő) III. 1970–1976. VÍZDOK Kiadó, Budapest
- WILLIAMSON A. K., PRUDIC D. E., SWAIN L. A. 1989: Groundwater Flow in the Central Valley, California; Regional Aquifer-System Analysis — Central Valley, California. USGS, Professional Paper 1401-D, USGPO, Washington
- ZHANG Y., SALISCH H. A., ARNS C. 2000: Permeability evaluation in glauconite-rich formation in the Carnavon Basin, Western Australia. *Geophysics* **65**, 1, p. 46–53
- ZVEREV G. N. 1979: The theory of log interpretation. Transactions, SPWLA 20th Annual Logging Symposium, Paper C, p. 1–31

# *A mesterséges holdak méréseiből levezetett mágneses anomália térképek meghatározásának negyven éves fejlődése<sup>1</sup>*

KIS KÁROLY<sup>2</sup>, WITTMANN GÉZA<sup>3</sup>

*A mesterséges holdak mágneses méréseiből levezetett mágneses anomália térképek meghatározása jelentős fejlődésen ment keresztül az utóbbi negyven évben. A fejlődést néhány, a szakirodalomban megjelent jellegzetes példa illusztrálja.*

**K. KIS, G. WITTMANN: Forty years development of the magnetic anomaly maps derived from the measurements of satellites**

*The magnetic anomaly maps derived from the measurements of satellites have been significantly developed in the last forty years. This development is illustrated by some characteristic results of the last forty years.*

## 1. Bevezetés

A mesterséges holdakon, űrszondákon rendszerint magnetométereket is elhelyeznek. Ezek a magnetométerek (a Föld körül keringő mesterséges holdak esetében) a Föld mágneses terének különböző tartományokból származó összetevőit, míg az űrszondák esetében a bolygóközi, illetve a Naprendszer bolygóinak és néhány esetben a bolygók holdjainak mágneses terét mérik meg. A mesterséges holdak mágneses mérései nagy mennyiségű adatot szolgáltatnak a Föld mágneses teréről. Ezek az adatok lehetővé teszik a kontinentális méretű, regionális anomália térképek levezetését és a kisebb kiterjedésű földtani szerkezetek által okozott mágneses anomáliák kvantitatív értelmezését. Jelen áttekintésben azoknak a méréseknek a fejlődését kívánjuk összefoglalni, amelyek a litoszférából származó mágneses anomáliák meghatározását tűzték ki célul.

A Föld körüli pályára állított mesterséges holdak magnetométere által mért, az  $r$  helytől és a  $t$  időtől függő  $T(r,t)$  mágneses teret a

$$T(r,t) = T_{f0}(r,t) + A(r) + D(r,t) + e(r,t)$$

összefüggés írja le, ahol  $T_{f0}(r,t)$  a földmagból eredő mágneses teret;  $A(r)$  a litoszférából származó mágneses teret;  $D(r,t)$  az ionoszférikus és a magnetoszférikus, továbbá az indukció következtében létrejövő mágneses teret; míg  $e(r,t)$  a mágneses mérések hibáját jelenti.

A mesterséges holdak méréseiből meghatározott regionális mágneses anomáliák nagy hullámhossza arra utal, hogy az anomáliák forrása nagyobb mélységben található, valamint a mágneses anomáliákat létrehozó kőzetegyüttesnek relatíve nagyobb mágnesezettséget is kell tulajdonítani, mivel az anomáliák a Föld felszínétől többszáz kilométer magasságban is kimutathatók. A mágneses anomáliák feldolgozása során különbséget kell

tenni a földkéreg és a mágneses földkéreg között. Ezt a kérdést WASILEWSKI et al. [1979] és WASILEWSKI, MAYHEW [1992] vizsgálta meg. A Mohorovičić-féle diszkontinuitás egy szeizmikusan jól definiált felület. A Moho nemcsak a rugalmas hullámok terjedési sebességének megváltozását jelenti, hanem a földkéreg és a földköpeny közötti anyagi (kőzet) felépítésben is jelentős különbséget határoz meg. A mágneses anomáliák kialakításában a kőzetek remanens és indukált mágneszettsége játszik szerepet. Ezért merült fel az a kérdés, hogy a szeizmikusan jól detektált Mohorovičić-féle diszkontinuitás vajon egyben a mágneses hatók legnagyobb mélysége is? A litosféra kőzetei közül azok játszanak jelentős szerepet a mágneses anomáliák kialakításában, amelyek összetételüktől függően és mértékben titanomagnetiteket, titanomaghemiteket, hemilmeniteket és vasszulfidokat is tartalmaznak. Ezeknek az ásványoknak Curie-, illetve Néel-hőmérséklete: 578 °C, 350 °C, 680–710 °C, 320 °C [PIPER 1987]. Az ultrabázisos serpentinisedett plutonikus kőzetekben előforduló Fe-Ni-Co-Cu ötvözetek Curie-hőmérséklete 620–1100 °C [PIPER 1987]. WASILEWSKI és MAYHEW [1992] közel 400, a Föld különböző helyeiről származó xenolit mintát vizsgált meg. A vizsgálatok célja annak az eldöntése volt, hogy a köpeny kőzetei közül melyek járulhatnak hozzá a mágneses anomáliák kialakításához. Megállapításuk szerint jelentősebb szerephez a mafikus granulitok jutnak. A nagyobb hőáram-sűrűségű területeken — amennyiben a mafikus granulitok is jelen vannak a köpeny felső részében — a kőzetek Curie-hőmérsékletüket rendszerint már a kéregben elérik. Így a mágneses anomáliák kialakításában nem játszanak szerepet. A kisebb hőáram-sűrűségű idős kratonok területén a Curie-hőmérséklet a köpeny felső részében található, így a köpeny felső részének kőzetei is hozzájárulhatnak a mágneses anomáliák létrejöttéhez.

A mesterséges holdakra telepített magnetométerektől függően a mérések kiterjedhetnek a totális mágneses tér regisztrálására (skalármagnetométerek esetében) és a mágneses tér három komponensének észlelésére (vektormagnetométerek esetében). Az 1. táblázat tartalmazza a

<sup>1</sup> Beérkezett: 2002. február 18-án

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.

<sup>3</sup> MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt. Kutatás-Termelés, Mélyfúrási és Geofizikai Felügyelet, H-1039 Budapest, Batthyány u. 45.



földi mágneses tér mérése céljából pályára állított mesterséges holdak néhány jellemző adatát. A táblázatba foglalt adatok áttekintéséből megállapítható, hogy a fent

említett célra a közel poláris pályára bocsátott mesterséges holdak alkalmasak.

Mesterséges hold	Inklináció	Magasság	Magnetométer	Pontosság
<i>Kozmosz-49</i> (1964)	50°	261–488 km	Proton magnetométer	22 nT
<i>OGO-2</i> (1965–67)	87°	412–1510 km	Rubidium magnetométer	6 nT
<i>OGO-4</i> (1967–69)	86°	412–908 km	Rubidium magnetométer	6 nT
<i>OGO-6</i> (1969–71)	82°	397–1098 km	Rubidium magnetométer	6 nT
<i>Magsat</i> (1979–80)	96,76°	352–561 km	Fluxgate magnetométer Cézium magnetométer	6 nT 3 nT
<i>Orsted</i> (1999–)	96,5°	649–865 km	Fluxgate magnetométer Overhauser magnetométer	0,5 nT 0,5 nT
<i>CHAMP</i> (2000–)	87,3°	300–454 km	Fluxgate magnetométer Overhauser magnetométer	0,5 nT 0,5 nT

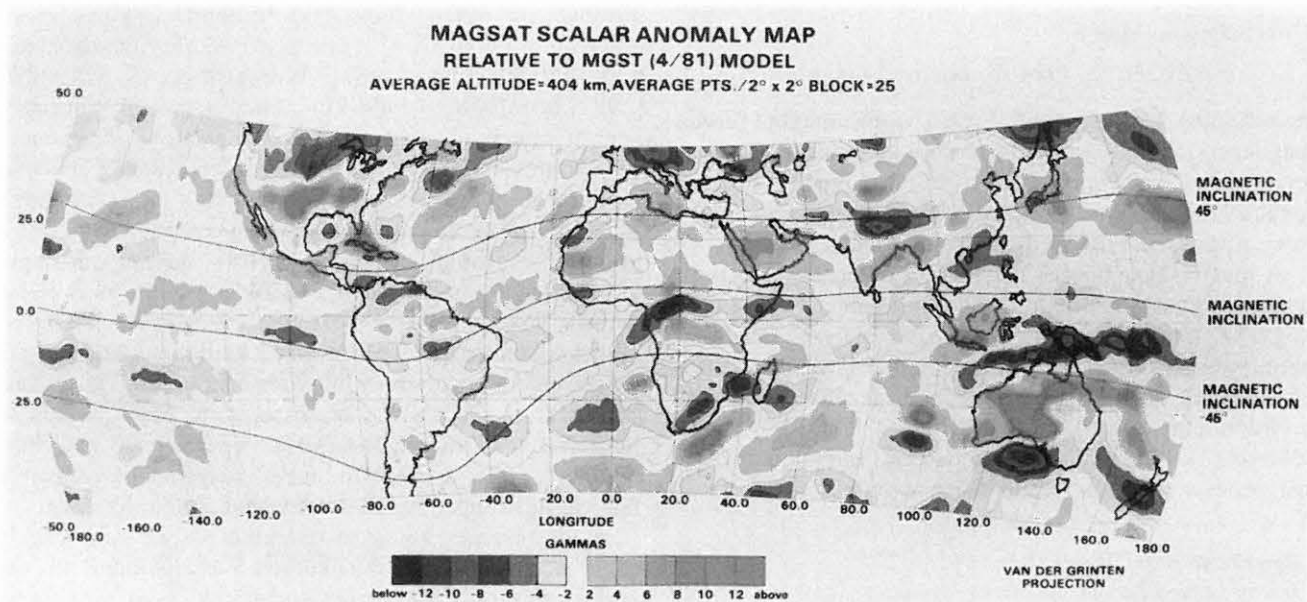
1. táblázat. A mesterséges holdak néhány pályaadata és magnetométere

Table 1. Some parameters of the satellites' orbit and their magnetometers

A *Magsat* mesterséges holdat a korábbi holdak: az *OGO-2*, *OGO-4* és *OGO-6* (*Orbiting Geophysical Observatory*) működésének tapasztalatai alapján fejlesztették ki. A mesterséges hold tervezését és kivitelezését a *John Hopkins Applied Physics Laboratory* végezte el. A NASA által napszinkron pályára bocsátott mesterséges hold 1979. október 30-tól 1980. június 11-ig működött. A pálya inklinációja 96,76° volt. A *Magsat* holdat a *Ball Brothers and Varian Associates* által tervezett és gyártott, a totális mágneses tér mérésére alkalmas cézium

magnetométerrel és a *Goddard Space Flight Center*ben készített, a mágneses tér három komponensének mérésére szolgáló fluxgate magnetométerrel szerelték fel. A magnetométerek érzékelőit a hold zavaró hatását csökkentő, egy attól 6 méterre kinyúló karon helyezték el [LANGEL et al. 1982a].

A közel húsz évvel később Föld körüli pályára állított mesterséges holdak, az *Orsted* és a *CHAMP* (*CHALLENGING Minisatellite Payload*) már érzékenyebb magnetométerekkel rendelkeztek.



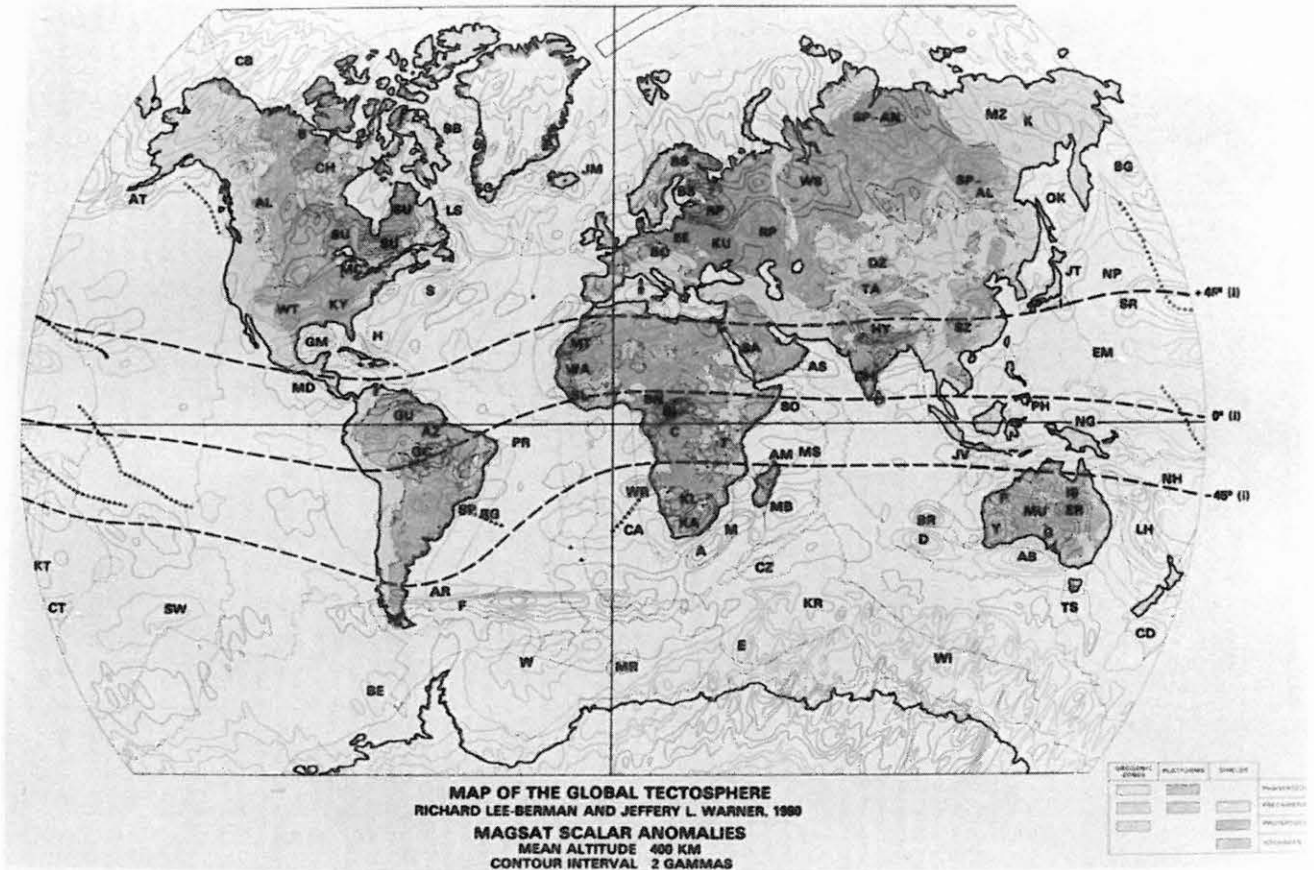
1. ábra. A *Magsat* méréseiből levezetett iniciális skaláris mágneses anomália térkép [LANGEL et al. 1982b]

Fig. 1. *Magsat* scalar anomaly map [LANGEL et al. 1982b]

Az *Orsted* nevű dán mesterséges holdat 1999. február 23-án bocsátották Föld körüli pályára. A keringési magasság 649 és 865 km között volt a felbocsátás után. Az *Orsted* holdat a *Technical University of Denmark* kifejlesztett és készítette, a mágneses tér három komponensének mérésére alkalmas fluxgate magnetométerrel, amelynek mérési pontossága 0,5 nT; és a *Laboratoire d'Electronique de Technologie et d'Instrumentation* (Grenoble) által gyártott Overhauser magnetométerrel

látták el, amelynek szintén 0,5 nT a mérési pontossága.

A *CHAMP* német mesterséges hold magnetométereit szintén az előbb említett intézményekben készítették el és mérési pontosságuk is megegyezik az előzőekkel. A *CHAMP* mesterséges holdat 2000. július 15-én 87,3° inklinációjú, napszinkron pályára állították, amelynek az átlagos magassága 454 km. A hold tervezett működési ideje 5 év.



2. ábra. A *Magsat* méréseiből levezetett totális mágneses anomália térkép és az azonosított földtani szerkezetek [FREY 1982].  
 Jelmagyarázat: Csendes-óceán délnyugati medencéje (SW), Kanadai-medence (CB), Bellinghausen abisszikus síkság (BE), Argentínai-medence (AR), Mexikói-öböl (GM), Hatteras abisszikus síkság (H), Sohm abisszikus síkság (S), Labrador-tenger (LS), Baffin-öböl (BB), Weddell abisszikus síkság (W), Fokföldi-medence (CA), Enderby abisszikus síkság (E), Madagaszkári-medence (MA), Szomáli abisszikus síkság (SO), Arab-tenger (AS), Wilkes abisszikus síkság (WI), Ausztrál-öböl (AB), Melanéziai-medence (ME), Kelet-Marianna-medence (EM), Ohotszki-tenger (OK), Bering-Aleuti abisszikus síkság (BG), Chatam-hátság (CT), Falkland-hátság (F), Santos-plató (SP), Rio Grande-hátság (RG), Jan Mayen-hátság (JM), Walvis-hátság (WR), Maud-hátság (MR), Agulhas-plató (A), Mozambik-plató (M), Kergulen-plató (KR), Broken-hátság (BR), Tasmán-plató (TS), Howe-Norfolk-hátság (LH), Campbell-plató (CP), Shatsky-hátság (SR), Tonga-árok (TT), Kermadec-árok (KT), Aleuti-árok (AT), Közép-amerikai-árok (MD), Amirante-árok (AM), Diamantina-árok (DT), Jáva-árok (JT), Izu-árok (I), Japán-Kurili-árok (JT), Fülöp-árok (FT), Új-Guinea (NG), Új-Hebridák-árok (NH), Bear/Slave (B), Churchill (CH), Superior (Su), Guayanai pajzs (Gu), Guapore kraton (GC), Dél-Grönland (SG), Balti pajzs (BS), Észak-Európai tábla (EE), Ukrán-Voronyezs masszívum (KK), Cseh masszívum (BO), Mauritániai kraton (MT), Nyugat-afrikai kraton (WA), Libériai kraton (SA), Tanganyikai pajzs (T), Szaúd-arábiai pajzs (SA), Orosz tábla (RP), Szbériai tábla (SP), Anabar pajzs (AN), Aldan pajzs (AL), Kolima masszívum (K), Dharwar kraton (Dh), Pilbara blokk (P), Yilgarn blokk (Y), Musgrave blokk (MU), Gawler blokk (G), Isu-hegység (IS), Alberta-medence (AL), Michigan-medence (MC), Nyugat-texasi-medence (WT), Amazon-völgy (AZ), Benue-árok (BN), Kongói-medence (C), Kalahári-medence (KL), Karoo-medence (KA), Nyugat-szbériai-medence (WS), Dzungarin-medence (DZ), Tarim-medence (TA), Szecsuani-medence (SZ), Moma-Zyryanka-medence (MZ), Eromanga-medence (ER), Kentuky (KY), Bangui (BI), Himalája (H)

Fig. 2. Initial *Magsat* scalar magnetic anomaly map and the identified geological features [FREY 1982]

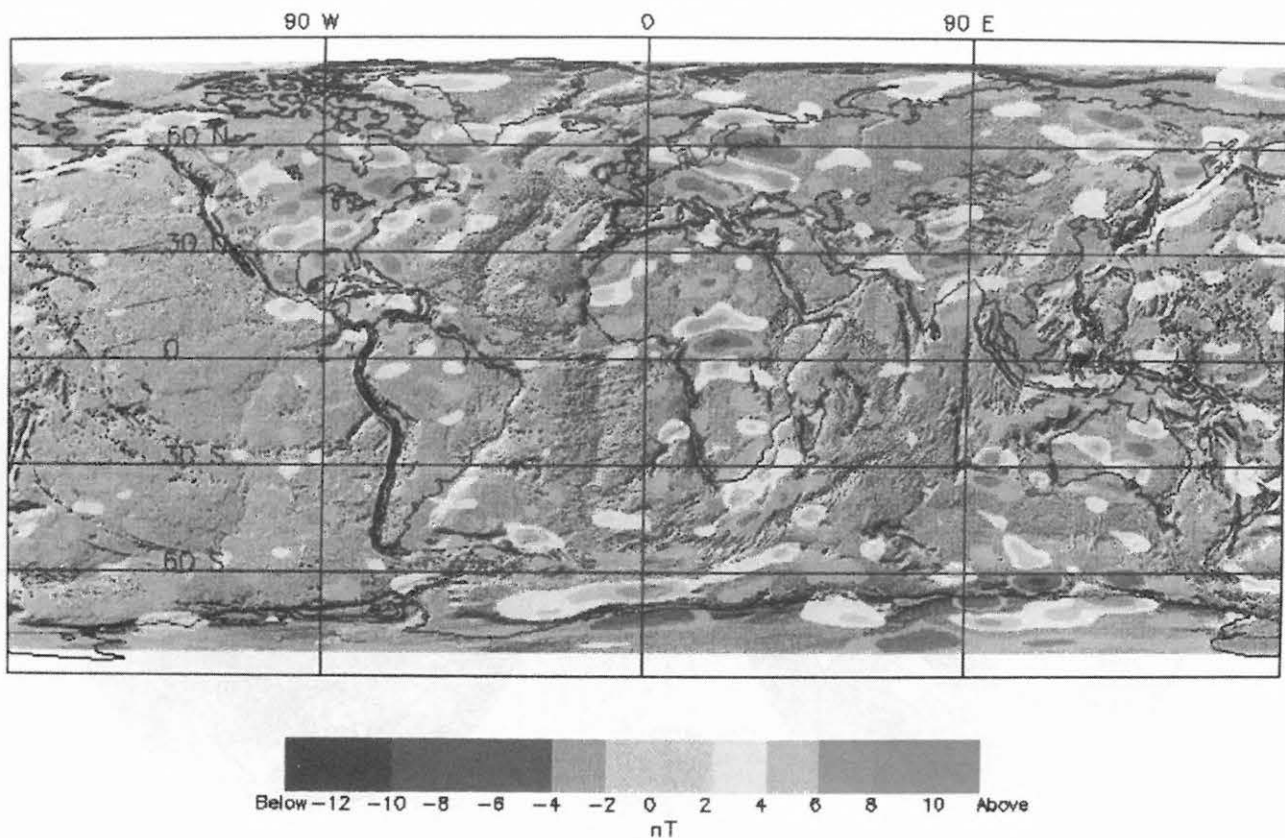
## 2. A *Magsat* méréseiből levezetett globális mágneses anomália térképek

Az első globális skaláris mágneses anomália térképet a *Magsat* mérési adatai alapján LANGEL et al. [1982b] pub-

likálta. Az adatok feldolgozása során azokat az adatokat használták fel, amelyekre vonatkozó *Kp-index* (planetáris aktivitási index) értéke  $\leq 2+$ . Az adatokat a földi mágneses teret leíró, Gauss-féle sorfejtés ( $n=13$ -ig terjedő) együtthatóiból meghatározott totális tér értékeihez viszonyított-

ták [LANGEL, ESTES 1982]. Az így meghatározott anomáliákat a Föld külső mágneses terét közelítőleg leíró potenciálból meghatározott totális tér értékeivel korrigálták. Az eljárás összefoglalása megtalálható LANGEL és SWEENEY [1971] tanulmányában. Az alkalmazott eljárás alkalmasnak bizonyult a  $\pm 50^\circ$  szélességtartományba eső mágneses skaláris anomália térkép meghatározására (1. ábra). Ennek az anomália térképnek, illetve továbbfejlesztett változatának mind kvalitatív, mind kvantitatív értelmezését elvégezték. A levezetett totális mágneses anomália térkép

jól megegyezett a korábbi, felszíni és légi mágneses mérésekkel meghatározott anomáliákkal. A meghatározott anomáliák azonosítását FREY [1982] végezte el (2. ábra). Az elvégzett azonosításból a következő általánosítható következtetések vonhatók le. A tenger alatti platók, a hátságok, a prekambriumi pajzsok és táblák általában pozitív, míg az óceáni medencék, abisszikus síkságok, a kontinentális medencék és néhány kontinentális pajzs negatív anomáliával jelentkeznek a mágneses anomália térképeken.



3. ábra. A Magsat méréseiből levezetett skaláris mágneses anomália térkép [RAVAT et al. 1995]

Fig 3. Scalar magnetic anomaly map determined from the Magsat data [RAVAT et al. 1995]

A Magsat méréseinek közel 15 éves feldolgozási tapasztalatai alapján határozták meg a ma legpontosabbnak tekintett globális skalár és vektor mágneses anomália térképeket [RAVAT et al. 1995]. A 3. ábrán a totális mágneses tér globális eloszlását bemutató térkép látható. A fejlesztés lényeges elemei:

- a mágnesesen nyugodt időszak kiválasztása a  $K_p$  és az  $AE$  (planetáris elektrojet) indexek alapján;
- a földmagból származó tér eltávolítása;
- az impulzus karakterű hatások eltávolítása;
- empirikus és analitikus modellek alkalmazása az ionoszférikus áramok mágneses terének eltávolítására;
- iterációs eljárással a gyűrűáram mágneses hatásának eltávolítása felülvágó szűrés alapján;
- a keresztező pályák adatainak kiegyenlítése;
- hajnali és alkonyi adatok szétválasztása;
- a szétválasztott adatok kovariancia analízise.

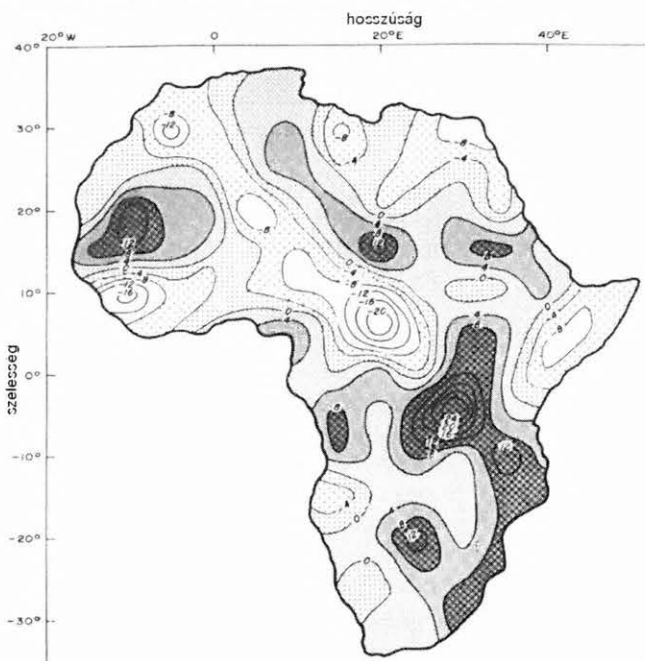
### 3. A mesterséges holdak méréseiből levezetett néhány mágneses anomália térkép

A 4. ábrán az afrikai kontinensnek a Kozmosz-49 méréseiből levezetett globális mágneses anomália térképe látható. A totális mágneses anomália térkép középső részén, nagyrészt a Közép-Afrikai Köztársaság területére eső, jól indikált minimummal rendelkező Bangui mágneses anomália látható. Ezt a mágneses anomáliát a Project MAGNET keretében végzett, légi mágneses méréssel is kimutatták [GREEN 1976]. Az anomália 3 km-es magasságban  $-1000$  nT amplitúdóval jelentkezett, az anomália szélessége 530 km volt. A Kozmosz-49 méréseiből 350 km-es magasságban  $-40$  nT [REGAN et al. 1975], míg a Magsat által 375 km-es magasságban mért adatokkal  $-22$  nT [GIRDLER et al. 1992] amplitúdójú anomália jelentkezett.

A Bangui mágneses anomália a Csádi- és a Kongói-medencék között, prekambriumi pajzs területén helyezkedik el. A terület tengerszint feletti magassága 550 m. A szerkezet közepén több kisebb méretű medence található. Az anomália



középső részén korai prekambriumból származó metamorfizálódott migmatitok és metadiabázok fordulnak elő. Ezeket középső prekambriumi metamorfizálódott üledékes kőzetek (kvarcitos homokkő, amely konglomerátumot és agyagpalát tartalmaz) fedik. Az anomália Zaire északi részére eső területén 550 millió éves diabáz és gránit található.



4. ábra. A Kosmosz-49 méréseiből az afrikai kontinensre vonatkozó totális mágneses anomália térkép [REGAN et al. 1975]

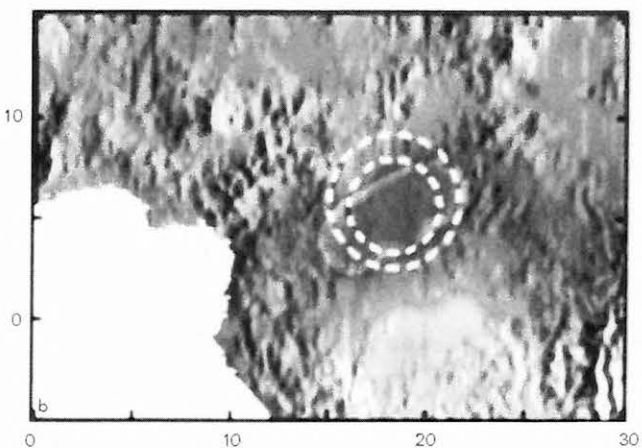
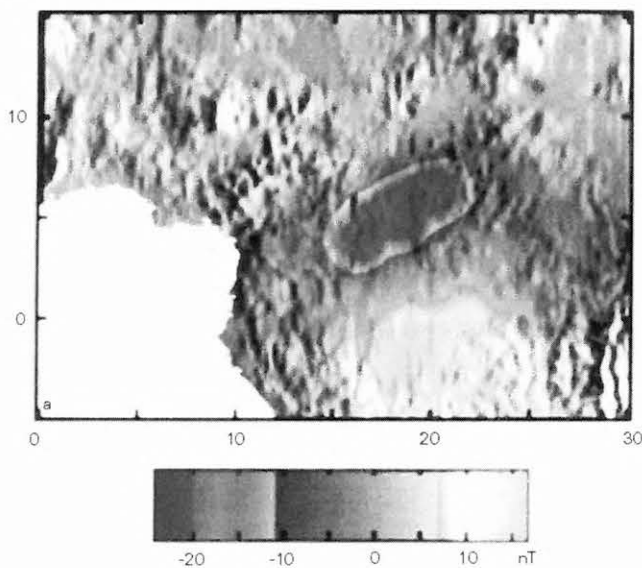
Fig. 4. The 5° averaged *Cosmos-49* magnetic anomaly map over Africa [REGAN et al. 1975]

A *Project MAGNET* keretében a Bangui mágneses anomáliát úgy értelmezték mint nagy mélységig kiterjedő ultrabázisos magmabenyomulást [REGAN, MARSH 1982], de nem zárták ki az anomália meteorbecsapásból származó eredetét sem [GREEN 1976]. GIRDLER et al. [1992] a *Magsat* mérései alapján az anomália meteorbecsapásból származó eredetét fogadták el. Az értelmezéshez felhasználták a *Landsat* mesterséges hold által kimutatott kettős gyűrűs szerkezetet, amely egybeesett a mágneses anomáliával. A *Landsat* topográfiát bemutató felvételeiből 490 km, illetve 810 km átmérőjű kettős gyűrűs szerkezetet lehetett a felszínen meghatározni (5. ábra). Az anomáliát 4–7 km mélységben található ható hozza létre, amely Fe-Ni összetételű meteoritból származhat. A becsapódási szerkezet a korai prekambriumban alakult ki. A becsapódó meteorit 80–200 km átmérőjű lehetett. Valószínűleg ez a Földön található legnagyobb becsapódási kráter. GRIVE [1987] tanulmányában 120, a szárazföldek területén található becsapódásból származó szerkezetet foglalt össze.

Az afrikai kontinens területére eső mágneses anomáliák részletesebb analízise megtalálható többek között HASTINGS [1982], RAVAT et al. [1992], TOFT et al. [1992] tanulmányaiban.

A *Magsat* méréseivel kurszki mágneses anomáliát is detektálni lehetett. A kurszki mágneses anomáliát SZMIRNOV fedezte fel 1874-ben. A rendszeres mágneses méréseket 1896-ban kezdték meg, 1896 és 1906 között 4500 állomáson észleltek. Az értelep részletes feltárása érdekében további 20 000 ponton végeztek mágneses méréseket 1919 és 1926 között. A

kurszki mágneses anomália hatója mintegy 900 000 tonna tömegű vasércet tartalmazó test. A ható Kurszktól keleti, délkeleti irányban helyezkedik el, hosszúsága 160 km, szélessége 2–20 km. A ható viszonylag kis, 150–180 m-es tetőmélységű, átlagosan 40% vasat tartalmaz. A kurszki mágneses anomália a Voronyezi anteklízis területén található, a Pripjaty–Dnyeper–Donyeck és a Rjazany–Szaratov aulakogének között helyezkedik el. A kelet-európai terület vázlatos földtani képét a 6. ábra mutatja. Aulakogének nevezik a nagy törésvonalak mentén létrejött, néhány száz kilométer széles, több száz kilométer hosszúságú, árokszerű földtani képződményeket. Az anteklízisek olyan boltozat jellegű földtani szerkezetek, amelyekre vékonyabb vastagságú üledékes összlet rakódott le. A horizontális mágneses anomália amplitúdója 80 000 és –60 000 nT közé esett, míg a vertikális összetevő maximális értéke eléri 140 000 nT-t [HEILAND 1946]! A kurszki anomália  $\Delta H$  és  $\Delta Z$  szelvénye a 7. ábrán látható. Az anomália hatója jelentős remanens mág-



5. ábra. A Bangui mágneses anomália a *Magsat* és a *Landsat* felvételéből meghatározott topográfia együttes ábrázolása (felső ábra); a Bangui mágneses anomália és a topográfia együttes ábrázolása a kettős gyűrűs szerkezet kiemelésével (alsó ábra) [GIRDLER et al. 1992]

Fig. 5. The Bangui *Magsat* anomaly superimposed on the topographic image (upper); the Bangui *Magsat* anomaly superimposed on the topographic image with the highlighted ring structure (lower) [GIRDLER et al. 1992]

#### 4. A Magsat méréseiből az európai régióra levezetett mágneses anomália térképek

Az európai régióra több szerző (MEYER et al. [1983], ARKANI-HAMED, STRANGWAY [1986], NOLTE, HAHN [1992], RAVAT et al. [1993], TAYLOR, RAVAT [1995], KIS, WITTMANN [1998, 2002]) vezetett le mágneses anomália térképeket a Magsat mérési adataiból.

Európa regionális földtani térképét [AUBOUIN 1980, ANSORGE et al. 1992] tekintve az európai kontinens négy nagy tektonikai egységre osztható: Prekambriumi Európa, Kaledóniai Európa, Hercini (Variszkuszi) Európa, Alpi Európa (9. ábra).

Az európai kontinens legidősebb regionális tektonikai egysége a prekambriumi kratón, amelyik Dániától Oroszország nyugati részéig terjed. A prekambriumi kratón általában metamorf kőzetekből áll. A Prekambriumi Európa aljzatát a korai archaikumi kőzetek alkotják, amelyek a Balti pajzson, az Ukrán pajzson és a Kola-félszigeten találhatók meg. A proteozoos képződmények a Balti pajzs és az Ukrán pajzs területén a felszínen is előfordulnak. Prekambriumi magok találhatók a kratón területén kívül az Armorikai masszívumban, a Massif

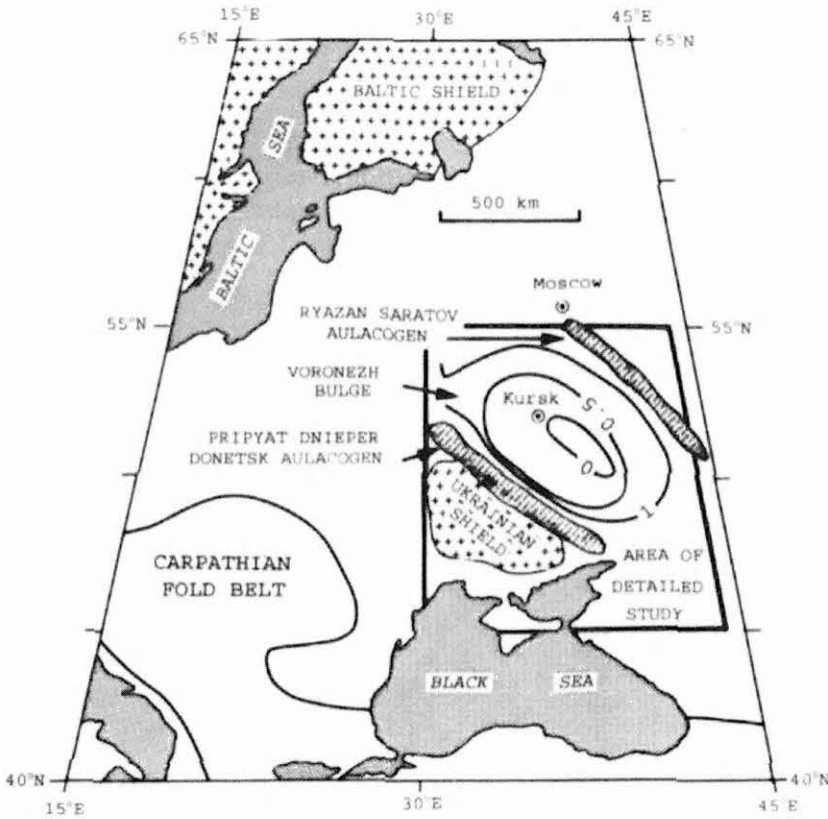
Centrálban, a Vogézekben és a Cseh masszívumban.

A Brit-szigeteknek (déli részüktől eltekintve) és Skandináviának a svéd határig terjedő része a Kaledóniai Európa részét képezi. További kaledóniai gyűrt zónák fordulnak elő a Brabanti masszívumban, az Ardenneknben, a Rügen-Pomerániai övezetben és a Német-lengyel síkság aljzatában.

A devontól a felső karbonig kialakult Hercini (Variszkuszi) Európa földrajzilag Közép-Európa és Délnyugat-Európa területén található. A Hercini Európa két láncolatot alkot: a Közép-Európai Kordillerát és az Ibériai Kordillerát. Az Európai Kordillera a Cornwall-félszigettől a Massif Centrálon keresztül a Vogézeken át Csehországig terjed. Az Ibériai Kordillera az Ibériai Mezeta északnyugati és délkeleti részén lelhető fel.

A jurától a miocénig kialakult Alpi Európa két hegylánctól épül fel, amelynek egyik tagja a Betic Kordillerától indulva Korzika északkeleti területén át az Alpok, a Kárpátok, a Balkanidák és a Pontidák terület foglalja magába; míg a másik láncolata a Rif hegységből indul, az Atlasz hegységből, az Appenninekből a Dinaridákból, Hellenidákból és a Tauridákból áll.

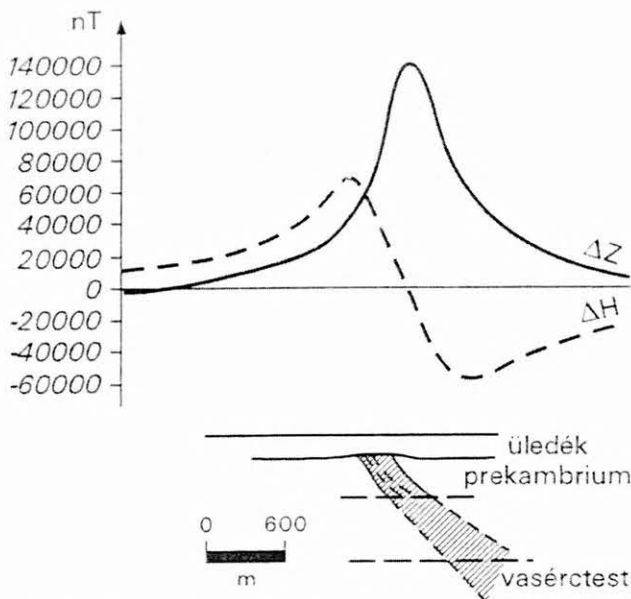
A 10. ábrán a Magsat mérési adataiból az európai régióra levezetett mágneses anomália térképek [KIS, WITTMANN 2002] láthatók. A térképek levezetésének lépései megtalálhatók KIS és WITTMANN [1998, 2002] dolgozataiban. Ha a bemutatott vertikális és totális mágneses anomália térképeket összevetjük a 9. ábrán látható regionális földtani térképpel, akkor a levezetett mágneses anomáliák jól tükrözik



6. ábra. A kelet-európai terület vázlatos földtani szerkezete [TAYLOR, FRAWLEY 1987]

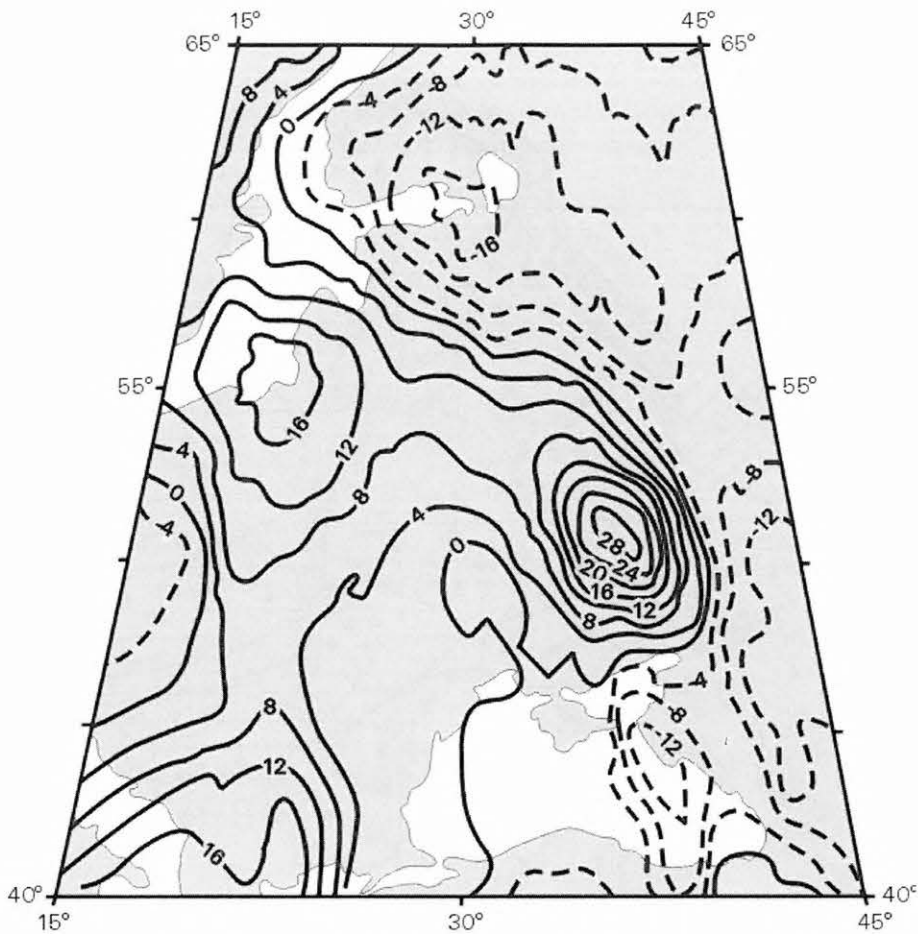
Fig. 6. Tectonic features of East Europe [TAYLOR, FRAWLEY 1987]

nesezettséggel rendelkezik. TAYLOR és FRAWLEY [1987] értelmezése szerint a remanens mágnesezettség 3 A/m nagyságrendű. A Magsat által mért adatok feldolgozásából meghatározott vertikális mágneses anomália térkép a 8. ábrán látható.



7. ábra. A kurszki mágneses anomália  $\Delta H$  és  $\Delta Z$  szelvénye és a mágneses ható vázlatos szelvénye [HEILAND 1946]

Fig 7.  $\Delta H$  and  $\Delta Z$  profiles of Kursk magnetic anomalies and the geological profile of the magnetic source [HEILAND 1946]



8. ábra. A Magsat méréseiből a kelet-európai területre vonatkozó vertikális mágneses anomália térkép [TAYLOR, FRAWLEY 1987]

Fig 8. Vertical component Magsat magnetic anomaly field for East Europe [TAYLOR, FRAWLEY 1987]

a földtani szerkezetet. Az Ibériai-félszigetet gradiens zóna osztja két részre. A nyugati rész az Ibériai Mesétát mutatja, míg a keleti rész az Alpi Európához tartozó egységet indikálja. A Brit-szigetek szintén két részre oszlanak a vertikális mágneses anomália térképen. Az anomáliák északi része a Brit Kaledóniákhoz, míg a déli része a Hercini Európához tartozó részt mutatja. Az európai kontinens középső részén jelentkező minimum zóna a Német-lengyel depresszió helyével esik egybe. A Tornquist-Teisseyre tektonikai vonalat északnyugat–délkelet irányú gradiens zóna mutatja. Ez a zóna valószínűleg a Mohorovičić-féle diszkontinuitás mélységének változását fejezi ki. A Moho átlagos mélysége a Német–lengyel medence alatt 28 km, míg az Orosz tábla alatt már 40 km-es mélységbe kerül. A vertikális mágneses anomália térképen maximum zóna jelentkezik Olaszország déli részén. Ez a zóna az ott található vékonyabb litoszférára vezethető vissza. Elnyúlt minimum található a Keleti-Kárpátok és a Balkán hegység között. Ez az anomália a Moesia-i tömbnek felel meg. A térképek délnyugati részén jelentkező gradiens zóna a Mediterrán-hátságnak tulajdonítható.

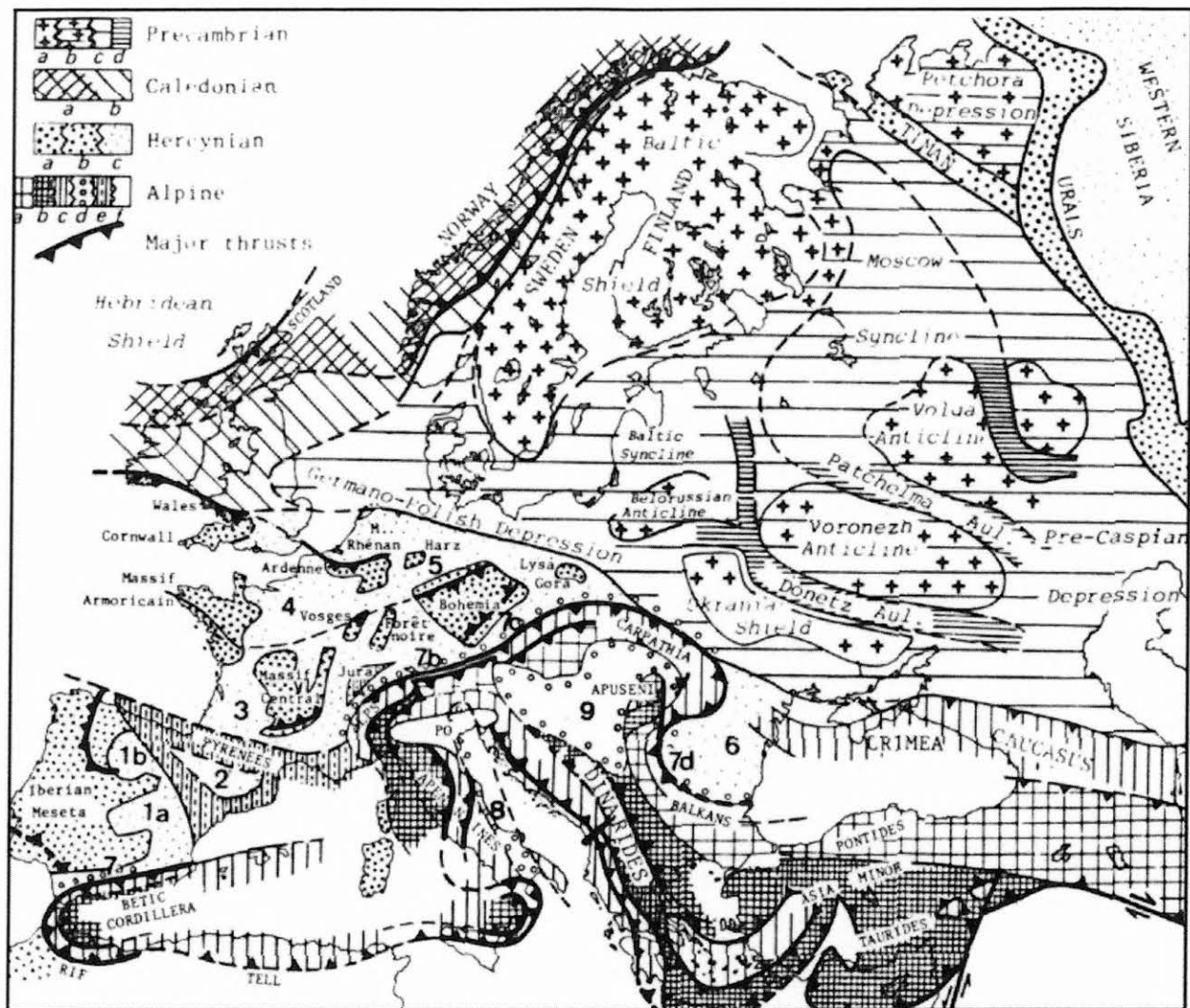
### Köszönetnyilvánítás

A tanulmányba foglalt vizsgálatok a T 025799 számú OTKA kutatási szerződés keretében készültek. A tanulmány az ELTE Geofizikai Tanszék megalapításának 50 éves jubileumán tartott előadás összefoglalója.

### HIVATKOZÁSOK

- ANSORGE J., BLUNDELL D., MUELLER S. 1992: Europe's lithosphere-seismic structure. In: BLUNDELL D., FREEMANN R., MUELLER S. (Eds), A continent revealed, the European Geotraverse. Cambridge University Press 33–69
- ARKANI-HAMED J., STRANGWAY D. W. 1986: Magnetic susceptibility anomalies of lithosphere beneath eastern Europe and the Middle East. *Geophysics* **51**, 1711–1724
- AUBOUIN J. 1980: Geology of Europe: A synthesis. *Episodes* **1**, 3–8
- FREY H. 1982: MAGSAT scalar anomaly distribution: the global perspective. *Geophysical Research Letters* **9**, 277–280
- GIRDLER R. W., TAYLOR P. T., FRAWLEY J. J. 1992: A possible impact origin for the Bangui magnetic anomaly (Central Africa). *Tectonophysics* **212**, 45–58
- GREEN A. G., 1976: Interpretation of Project Magnet aeromagnetic profiles across Africa. *Geophys. J. R. astr. Soc.* **44**, 203–228
- GRIVE R. A., 1987: Terrestrial impact structures. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* **15**, 245–270
- HASTINGS D. A. 1982: Preliminary correlations of Magsat anomalies with tectonic features of Africa. *Geophysical Research Letters* **9**, 794–802
- HEILAND C. A. 1946: *Geophysical Exploration*. Prentice-Hall, Inc. New York
- KIS K. I., WITTMANN G. 1998: Determination of vertical magnetic anomalies and equivalent layer for the European region from the Magsat measurements. *J. Appl. Geophys.* **39**, 11–24





9. ábra. Európa globális földtani szerkezete. Prekambrium: (a) pajzsok, (b) anteklízisek, (c) szineklízisek, (d) aulakogének. Kaledónia: (a) belső metamorf zónák és/vagy ofiolitok, (b) külső gyengén metamorfizált zónák. Hercini: (a) belső metamorf zónák, (b) külső zónák, (c) hercini platformok. Alpi: (a) belső zónák, (b) belső metamorf zónák és/vagy ofiolitok, (c) külső zónák, (d) molassz, (e) hegyláncok, (f) pliocén-kvarter kőzetek. (1) Kasztíliai-medence, (1a) Nouvelle Castille, (1b) Vieille Castille, Ebró-medence, (3) Aquitaine-medence, (4) Angliai-párizsi-medence, (5) Német-medence, (6) Dák-medence (7) Alpok előmélyedése, (7a) Guadalquivier, (7b) Alpok előmélyedése, (7c) Kárpátok előmélyedése, (7d) Balkán előmélyedése, (8) Olasz-Dinári előmélyesség, (9) Pannon-medence [AUBOUIN 1980]

Fig. 9. The global geological features of Europe [AUBOUIN 1980]

KIS K. I., WITTMANN G. 2002: 3D reduction of satellite magnetic measurements to obtain magnetic anomaly coverage over Europe. *J. Geodyn.* **1-2**, 117–129

LANGEL R. A., SWEENEY R. A. 1971: Asymmetric ring current at twilight local time. *Journal of Geophysical Research* **76**, 4420–4427

LANGEL R., ESTES R. H. 1982: A geomagnetic field spectrum. *Geophysical Research Letters* **9**, 250–253

LANGEL R., OUSLEY G., BERBERT J., MURPHY J., SETTLE M. 1982a: The Magsat Mission. *Geophysical Research Letters* **9**, 243–245

LANGEL R., PHILLIPS J. D., HORNER R. J. 1982b: Initial scalar magnetic anomaly map from Magsat. *Geophysical Research Letters* **9**, 269–272

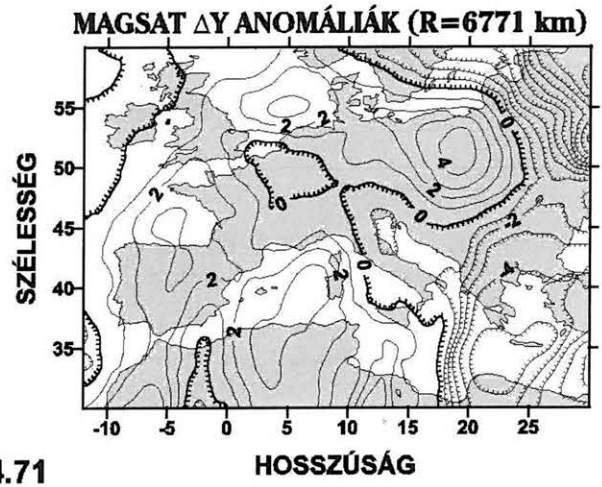
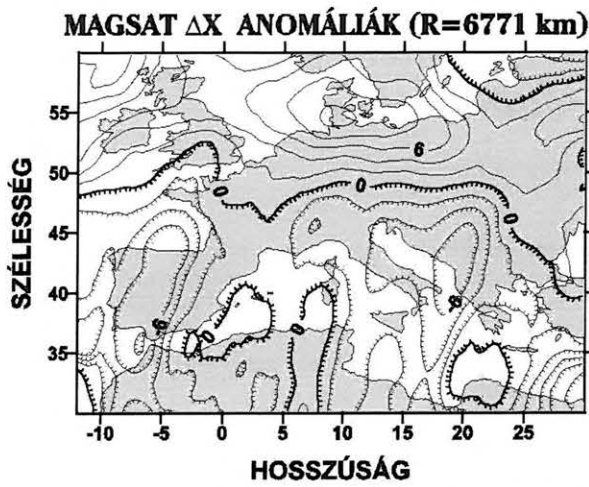
MEYER J., HUFEN J. H., SIEBERT M., HAHN A. 1983: Investigation of the internal geomagnetic field by means a global model of the Earth's crust. *J. Geophys.* **52**, 71–84

NOLTE H. J., HAHN A. 1992: A model of the distribution of crustal magnetization in central Europe compatible with the field of magnetic anomalies deduced from Magsat results. *Geophys. J. Int.* **111**, 483–496

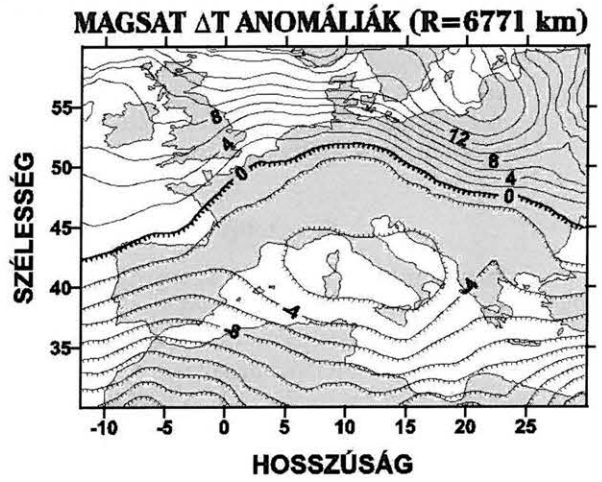
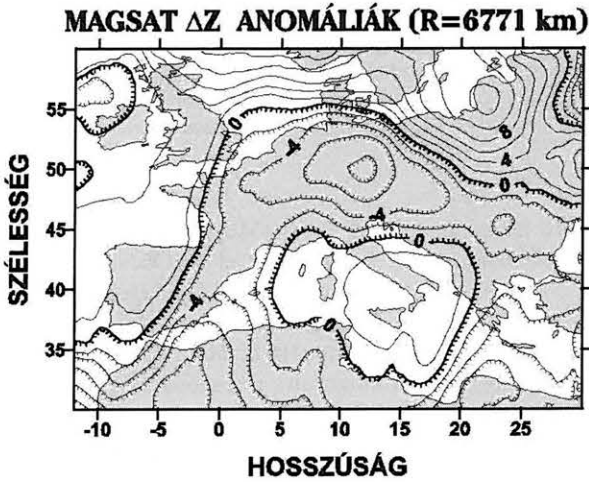
PIPER J. D. A. 1987: *Palaeomagnetism and the continental crust*. Open University Press Milton Keynes, Halsted Press, John Wiley & Sons, New York, Toronto

RAVAT D. N., HINZE W. J., VON FRESE R. R. B. 1992: Analysis of Magsat magnetic contrasts across Africa and South America. *Tectonophysics* **212**, 59–76

RAVAT D. N., HINZE W. J., TAYLOR P. T. 1993: European tectonic features observed by Magsat. *Tectonophysics* **220**, 157–173



$k' = 14.71$



10. ábra. Az európai régió vektor és skalár mágneses anomáliái 400 km-es magsságban egyenközi hengervetületben ábrázolva, az izovonalak egysége nT, értéküközüik 2 nT [KIS, WITTMANN 2002]

Fig. 10. Countour plots of vector and scalar magnetic anomalies for the European region at the altitude of 400 km using equidistant cylindrical projection, the isolines are given in nT unit its contour interval is 2 nT [KIS, WITTMANN 2002]

RAVAT D., LANGEL R. A., PURUCKER M., ARKANI-HAMED J., ALSDORF D. E. 1995: Global vector and scalar Magsat magnetic anomaly maps. *Journal of Geophysical Research* **100**, B10, 20111–20136

REGAN R. D., CAIN J. C., DAVIS W. M. 1975: A global magnetic anomaly map. *Journal of Geophysical Research* **80**, 794–802

REGAN R. D., MARSH B. D. 1982: The Bangui magnetic anomaly: its geological origin. *Journal of Geophysical Research* **87**, B2, 1107–1120

TAYLOR P. T., FRAWLEY J. J. 1987: Magsat anomaly data over the Kursk region, USSR. *Physics of the Earth and Planetary Interior* **45**, 255–265

TAYLOR P. T., RAVAT D. N. 1995: An interpretation of the Magsat anomalies of central Europe. *J. Appl. Geophys.* **34**, 83–91

TOFT P. B., TAYLOR P. T., ARKANI-HAMED J., HAGGERTY S. E. 1992: Interpretation of satellite magnetic anomalies over the West African Craton. *Tectonophysics* **212**, 21–32

WASILEWSKI P. J., THOMAS. H. H., MAYHEW M. A. 1979: The Moho as a magnetic boundary. *Geophysical Research Letters* **6**, 541–544

WASILEWSKI P. J., MAYHEW M. A. 1992: The Moho as a magnetic boundary revisited. *Geophysical Research Letters* **19**, 2259–2262

# Magnetotellurikus adatok inverziója nem vízszintes réteghatárú rétegzett féltér esetére<sup>1</sup>

PRÁCSER ERNŐ<sup>2</sup>

*A cikk olyan modellekre mutat be egy inverziós eljárást, amelyek lényegében rétegzettek, de a réteghatárok nem vízszintesek. Szintetikus adatokon megmutatjuk, hogy az ismertetésre kerülő inverzió lényegesen megbízhatóbb modellt ad eredményül, mint a független, egydimenziós inverziók sorozata, viszont több nagyságrenddel gyorsabb, mint az általános kétdimenziós inverzió. Az inverzió azon alapul, hogy a tárgyalt modellek lényegesen kevesebb paraméterrel leírhatók, mint az általános kétdimenziós modell, és ezzel összefüggésben a szondázási görbék számításakor minden egyes pontban elegendő az egydimenziós direkt feladat számítása.*

## E. PRÁCSER: Inversion of magnetotelluric data for layered halfspace with non-horizontal layer boundaries

*This paper presents an inversion method for essentially layered models with non-horizontal layer boundaries. On synthetic data will be shown, that the inversion coming into review leads to more reliable model, than the sequence of independent one-dimensional inversions, at the same time it is more magnitude faster than the general two-dimensional inversion. The inversion is based on determining the discussed model with significantly less parameters than the general two-dimensional model, and in this way a one-dimensional forward calculation at each sounding site is sufficient for computing the sounding curves.*

### Bevezetés

A magnetotellurikus mérésekre az egydimenziós direkt feladat megoldása már régóta ismert [WAIT 1953]. Tekintettel arra, hogy a magnetotellurika esetén síkhullámú gerjesztésről van szó, a direkt feladat megoldása lényegesen gyorsabb, mint a frekvenciaszondázások vagy tranziens elektromágneses mérések esetében. Ezért a magnetotellurikus mérések inverziójára már évtizedek óta alkalmazzák az egydimenziós inverziót [JUPP, VOZOFF 1974]. Annak ellenére, hogy a matematikai alapok már ismertek voltak, a számítástechnika fejletlensége folytán bonyolultabb (két- vagy háromdimenziós) modellekre sokáig nem állt rendelkezésre a gyakorlatban alkalmazható direkt feladatmegoldó, vagy inverziós program. Ha léteztek is ilyen programok, ezeket csak néhány nagy számítóközpontban volt lehetséges futtatni. Ezért jobb híján akkor is az egydimenziós inverziót alkalmazták, amikor a modell valójában nem volt egydimenziós, oly módon, hogy a szelvény menti mérések esetén az egydimenziós inverzió által az egyes szondázási pontokhoz rendelt rétetparamétereket szelvény mentén ábrázolták és így egy közelítő képet kaptak a mélyben levő közegek ellenállásviszonyairól. A kétdimenziós inverziós programok, összefüggésben a számítástechnika fejlődésének felgyorsulásával, támaszkodva a már ismert elméleti alapokra [JUPP, VOZOFF 1976], a 80-as években kezdtek szélesebb körben elterjedni [CONSTABLE et al. 1987, UCHIDA 1993]. Az inverziós programokban a direkt feladatmegoldás általában a véges elemek vagy a véges differenciák módszerével történik, ezért az  $(y, z)$  síkon egy rácsot kell felvenni, amelynek minden egyes cellájához egy vezetőképesség érték tartozik. Az inverzió feladata éppen ezeknek a vezetőképesség értékeknek a meghatározása. A feladatot az nehezíti meg, hogy a cellák száma gyakran meghaladja a mérési adatok számát,

ami eleve lehetetlenné teszi a vezetőképesség értékek megbízható meghatározását. Ezért terjedt el az Occam-inverzió [CONSTABLE et al. 1987], amely a lehető legegyszerűbb, hirtelen vezetőképesség ingadozásokkal nem tartalmazó földtani modelleket ad eredményül. Ha a valódi szerkezet vezetőképesség eloszlása tartalmaz éles törésvonalakat, akkor az Occam-inverzió ezeket nem jeleníti meg, de azért a kapott modellt általában jól lehet értelmezni. Az általános kétdimenziós inverzió alkalmazása során felmerülő problémák miatt célszerű olyan modell-meghatározást bevezetni, amely lényegesen kevesebb paraméterrel írja le a modellt. Az olyan modellekre, amelyek alapján véve rétegzettek, de a rétegek vastagsága nem állandó, ez megtehető. Az ilyen típusú inverzióval először a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén foglalkoztak egyenáramú Schlumberger-szondázásokra [GYULAI, ORMOS 1997; 1999] valamint szeizmikus mérésekre [DOBRÓKA 1996], úgy, hogy a rétegvastagságokat megadó függvényt Fourier- vagy Csebisev-sorfejtéssel állították elő. A lényeg az, hogy a rétegek vastagságát, illetve ezen keresztül a réteghatárokat valamilyen analitikus függvénnyel lehet megadni, és ez az analitikus függvény csak viszonylag kisszámú paramétertől függ. Ebben a cikkben a magnetotellurikus mérésekre mutatunk be egy hasonló elven működő inverziós eljárást azzal az eltéréssel, hogy a rétegvastagságokat Lagrange-interpolációval adjuk meg. Ennek az a legfőbb előnye, hogy az inverzió során lehetővé teszi, hogy bizonyos pontokban rögzíteni tudjuk a már ismert rétegvastagságokat. A Fourier- vagy a Csebisev-sorfejtéses módszer esetében a modell geometriáját meghatározó paraméterek a soragyűrűthetők, a Lagrange-interpolációs módszer esetében pedig az interpoláció alappontjaiban érvényes rétegvastagságok.

### 1. Az inverzió alapjai

Az inverzió célja a modellt meghatározó paraméterek becslése a mért adatok ismeretében. Az inverzió tulajdonságait döntően az határozza meg, hogy a modell miként

<sup>1</sup> Beérkezett: 2002. április 9-én

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



függ a paramétereiktől. Ha a modellt nagyszámú paraméter adja meg, akkor az inverzió eredményeként részletekben dús modellt kaphatunk. Ez a helyzet az általános kétdimenziós inverziók esetében, de az eljárás stabilitása és megbízhatósága általában nem megfelelő. Ha a modellt kisszámú paraméter jellemzi, akkor az inverzió eredményeként kapott modell viszonylag egyszerűbb lesz, de gyakran mégis az ilyen típusú inverziók a megbízhatóbbak, mivel a kisszámú paraméter stabilabban meghatározható. Azt feltételezzük, hogy a modell rétegzett, de a rétegek vastagságai változhatnak, a változás viszont nem lehet túl meredek. Ebben az esetben a rétegek vastagságát valamilyen egyszerű képlettel, valamilyen sorba fejtéssel, vagy interpolációs eljárással lehet megadni. Például a rétegek vastagságát megadhatja a Csebisev-polinomok szerinti sorfejtés, így az  $y$  koordinátájú pontban a  $j$ -ik réteg vastagságát (a logaritmusán keresztül) a következő képlet határozza meg:

$$\log(d_j) = \sum_{k=1}^N c_{k,j} T_k(y_t) \quad (1)$$

ahol

$T_k$  — a  $k$ -ik Csebisev-polinom,

$$y_t = -1 + 2 \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}, \quad (2)$$

$y_{\min}$  és  $y_{\max}$  a szelvény legkisebb és legnagyobb koordinátájú pontja. Az (2) képlet azt fejezi ki, hogy az  $y$  koordinátát a  $[-1,1]$  intervallumba kell transzformálni, hiszen a Csebisev-polinomok ott vannak értelmezve. Azáltal, hogy a rétegek vastagságának a logaritmusát adjuk meg (1), könnyen elkerülhető, hogy az iterációs elven alapuló inverzió során negatív rétegvastagságokat kapjunk olyan esetben, amikor azt az inverzió túlzott mértékben próbálná csökkenteni.

A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén a rétegvastagságok sorba fejtésén (1) alapuló inverziót dolgozták ki az egyenáramú Schlumberger-szondázásokra [GYULAI, ORMOS 1997], úgy hogy egy hasonló sorfejtés szerint az egyes rétegek fajlagos ellenállásának a változását is megengedték. Az ezen az alapon működő inverzió jó eredményeket ad magnetotellurikus mérések esetén is, hátránya azonban hogy a  $c_{k,j}$  együtthatóknak közvetlenül nincs fizikai jelentésük. Ez akkor okozhat problémát, amikor olyan szelvényen végezzük a méréseket, ahol fúrési eredmények vannak. Ekkor természetes elvárás az, hogy az inverzió paramétereit úgy tudjuk rögzíteni, hogy a fúrás helyén a megfelelő rétegsort kapjuk. Ez a Fourier- vagy Csebisev-sorfejtéses módszer esetén csak bonyolultan lenne megvalósítható. Ezért most a rétegvastagságok Lagrange-interpolációs meghatározásán alapuló inverziót tárgyaljuk, amelynek esetében már nagyon könnyen elérhető, hogy egy adott pontban rögzítsük a rétegpármeterek ismert értékeit. Ekkor a  $j$ -ik rétegvastagság logaritmusát a szelvény egy tetszőleges  $y$  koordinátájú pontjában:

$$\log(d_j) = \sum_{k=1}^N d_{k,j} l_k(y; y_1, \dots, y_N) \quad (3)$$

ahol

$l_k(y; y_1, \dots, y_N)$  — az  $y_1, \dots, y_N$  alappontokra támaszkodó,  $N-1$ -ed fokú Lagrange-interpolációs polinom:

$$l_k(y_j; y_1, \dots, y_N) = \begin{cases} 1 & \text{ha } j = k \\ 0 & \text{egyébként,} \end{cases}$$

$d_{k,j}$  — a  $j$ -ik réteg vastagságának a logaritmusát az  $y_k$  koordinátájú pontban.

A modellt meghatározó rétegpármeterek és az adatok vektor alakban, abban az esetben, amikor a (3) képletben  $N=3$ :

$$\mathbf{p} = \begin{pmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \\ d_{1,1} \\ d_{2,1} \\ d_{3,1} \\ d_{1,2} \\ d_{2,2} \\ d_{3,2} \end{pmatrix} \quad \mathbf{m} = \begin{pmatrix} m_{1,1} \\ \vdots \\ m_{n,1} \\ m_{1,2} \\ \vdots \\ m_{n,2} \\ \vdots \\ m_{1,k} \\ m_{n,k} \end{pmatrix} \quad (4)$$

ahol

$\rho_i$  — az  $i$ -ik réteg fajlagos ellenállása,

$m_{i,j}$  — a  $j$ -ik ponthoz tartozó  $i$ -ik mérési adat, esetünkben a magnetotellurikus látszólagos fajlagos ellenállás, vagy a fázis. Az  $y_i$  alappontokat célszerű a szelvény mentén egyenletesen elosztani, de ez nem feltétlenül szükséges. Az alappontok és a mérési pontok egybe is eshetnek. Ha a szelvény mentén egy adott pontban rendelkezésre állnak a rétegpármeterek, például fúrési eredményekből, akkor azt a pontot feltétlenül érdemes bevenni az alappontok közé és célszerű a hozzá tartozó, ismert rétegpármetereket megadni és rögzíteni, hogy az inverziós algoritmus ne változtassa. Az  $y_i$  alappontok számát nem érdemes túl nagyra venni, azaz  $N$  értéke lehetőleg 10-nél kisebb legyen (3). Nagy  $N$  esetén ugyanis az interpoláló polinom fokszáma is nagy lesz ( $N-1$ ), ezáltal a réteghatárokon zavaró, meredek változások jelenhetnek meg. A feladat tehát az ismert  $\mathbf{m}$  vektor alapján meghatározni a  $\mathbf{p}$  paramétervektort. Ez a szokásos, iterációs elven működő linearizált inverzióval tehető meg, amelynél az  $i$ -ik iterációs lépés során a  $\Delta \mathbf{p}_i$ -t a

$$\|\Delta \mathbf{m}_i - \mathbf{J} \Delta \mathbf{p}_i\| \quad (5)$$

norma minimalizálásával határozzuk meg, ahol

$\mathbf{J}$  — a parciális deriváltakat tartalmazó Jacobi-mátrix,

dimenziója  $M \times P$ , amelynek egy eleme  $J_{k,l} = \frac{\partial m_k}{\partial p_l}$  (az  $\mathbf{m}$

és a  $\mathbf{p}$  vektorok elemeit most csak egy indexszel láttuk el, azaz  $m_k$ , illetve  $p_l$  itt értelemszerűen az  $\mathbf{m}$  és  $\mathbf{p}$  vektorok (4)  $k$ -ik és  $l$ -ik elemét jelenti,

$M$  — az adatok száma,

$P$  — a paraméterek száma,

$\Delta \mathbf{m}_i$  — az eddigi legjobb modellhez tartozó elméleti adatvektor és a mérési adatvektor különbsége,

$\Delta \mathbf{p}_i$  — megadja, hogy a paramétervektort hogyan kell módosítani annak érdekében, hogy a mérési adatok és a modellhez tartozó számított ellenállás és fázis adatok eltérése kisebb legyen.

Ennek az egyenletnek a megoldása a  $\mathbf{J}$  Jacobi-mátrix szinguláris értékek szerinti felbontásán alapul [JACKSON 1972]:

$$\mathbf{J} = \mathbf{U} \mathbf{\Lambda} \mathbf{V}^T \quad (6)$$

ahol

$\Lambda$  — a szinguláris értékeket tartalmazó átlós mátrix,  
 $U$  — sajátvektorokat tartalmazó mátrix, dimenziója  $M \times Q$ ,  
 $V$  — sajátvektorokat tartalmazó mátrix, dimenziója  $P \times Q$ ,  
és  $Q = \min(M, P)$ .

Az inverzióhoz szükséges a direkt feladat számító algoritmus, azaz esetünkben az  $\mathbf{m}$  vektor meghatározása a  $\mathbf{p}$  vektor alapján. A direkt feladat számítás úgy történik, hogy minden egyes szondázási pontnál az  $y$  koordinátára a  $\mathbf{p}$  vektor komponenseiből a (3) képlettel kiszámítjuk az abban a pontban érvényes rétegvastagságokat és megoldjuk az egydimenziós direkt feladatot. Az így kapott értékek adják az  $\mathbf{m}$  vektor elemeit. A (6) felbontás segítségével előállítható általánosított inverz (Lánczos-inverz) megadja  $\Delta \mathbf{p}_i$  értékét  $\Delta \mathbf{m}_i$  függvényében:

$$\Delta \mathbf{p}_i = \mathbf{V} \Lambda^{-1} \mathbf{U}^T \Delta \mathbf{m}_i \quad (7)$$

A (7) egyenlet ugyanazt a  $\Delta \mathbf{p}_i$  értéket adja, amelyet akkor kapnánk, ha a legkisebb négyzetek módszerét alkalmaznánk, azaz abban az esetben, amikor a legkisebb négyzetek szerinti megoldás létezik az ekvivalens a szinguláris értékek szerinti felbontáson alapuló megoldással. A szinguláris értékek szerinti felbontáson alapuló megoldásnak az az előnye, hogy olyan  $\mathbf{J}$  mátrixok esetében is létezik, amikor a legkisebb négyzetek módszerén alapuló megoldás nem alkalmazható. Abban az esetben, ha a  $\lambda_j$  szinguláris értékek között nullához közeli értékű is van, akkor a (7) képlet nem ad stabil eredményt. Ezért vagy az  $U$  és  $V$  mátrixokból hagyjuk el a kis  $\lambda_j$ -khez tartozó oszlopokat, vagy pedig egy  $\alpha$  csillapító tényezővel a  $\Lambda^{-1}$   $j$ -ik elemét a

$$\frac{\lambda_j}{\lambda_j^2 + \alpha}$$

képlettel számítjuk  $\lambda_j^{-1}$  helyett. A bemutatott számítások során az utóbbi megoldást alkalmaztuk. Az inverzió eredményeként kapott, a modellt meghatározó paraméterek minőségének a jellemzésére jól használható a korrelációs mátrix. Ha a korrelációs mátrix főátlón kívüli elemei 0-ák, az azt jelenti, hogy a modellparaméterek függetlenek, azaz külön-külön is meghatározhatók. Ez a gyakorlatban persze nem szokott előfordulni, azaz a modellparaméterek között mindig van valamilyen korreláció. A Jacobi-mátrix szinguláris értékek szerinti felbontása alapján (6) a kovarianciamátrix egyszerűen számítható. Ha azt feltételezzük, hogy a mérési adatokat terhelő hibák  $\sigma$  szórásúak és függetlenek, akkor a modellparaméterek kovarianciamátrixa:

$$\text{cov}(\mathbf{p}) = \sigma^2 \mathbf{V} \Lambda^{-2} \mathbf{V}^T \quad (8)$$

A korrelációmátrix pedig egyszerűen számítható a kovarianciamátrixból. A korrelációmátrix esetében az egyhez közeli abszolút értékű főátlón kívüli elem pedig azt jelzi, hogy két paraméter között nagyon szoros a kapcsolat. Az inverzió jellemzésére szolgál még a mért adatok és a modellhez tartozó elméleti értékek különbségét kifejező norma:

$$\delta_{\text{adat}} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n_m} \sum_{j=1}^{h_k} \left( \frac{m_{j,k}^{\text{sz}} - m_{j,k}^{\text{mért}}}{m_{j,k}^{\text{mért}}} \right)^2} \quad (9)$$

ahol

$m_{j,k}^{\text{sz}}$  — a  $j$ -ik számított adat a  $k$ -ik mérési pontban,

$m_{j,k}^{\text{mért}}$  — a  $j$ -ik mérési adat a  $k$ -ik mérési pontban,

$n_m$  — a mérési pontok száma,

$h_k$  — az adatok száma a  $k$ -ik mérési pontban.

A szintetikus adatokon végzett inverzió elemzéséhez a modell hibájául egy olyan számot vezetünk be, amely a réteghatárok eltérését jellemzi. Az  $n$  réteges esetre:

$$\delta_{\text{mod}} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n-1} \frac{1}{y_{\max} - y_{\min}} \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} \left( \frac{h_j^L(y) - h_j^{\text{exp}}(y)}{h_j^{\text{exp}}(y)} \right)^2 dy} \quad (10)$$

ahol  $h_j^L(y)$  a  $j$ -ik réteghatár mélységét jelenti az  $y$  koordinátájú pontban, amit közvetve a (3) képlet határoz meg,  $h_j^{\text{exp}}(y)$  pedig a szintetikus adatok generálásához használt modellt réteghatárának a mélysége. A (10) képlet csak a réteghatárok eltérését veszi figyelembe, és nem függ a rétegek fajlagos ellenállásaitól. A gyakorlatban is lényegesen nagyobb szerepe van a réteghatárok pontos meghatározásának, mint a pontos fajlagos ellenállás meghatározásának. Esetünkben, amikor az inverzió során csak bizonyos típusú modellekre számítunk, a modellek eltéréseinek jellemzésére ez az adat megfelelő.

Az általános, kétdimenziós inverzió eredményének az értékeléséhez szükség lesz még a modellek különbségét a vezetőképesség eloszlások eltéréseivel kifejező számra:

$$\delta_{\text{mod},\sigma} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left( \frac{\sigma_j^b - \sigma_j^g}{\sigma_j^g} \right)^2} \quad (11)$$

ahol

$M$  — az általános kétdimenziós modell vezetőképesség celláinak száma,

$\sigma_j^g$  — a szintetikus adatok generálásához szolgáló modell  $j$ -ik cellájának vezetőképessége,

$\sigma_j^b$  — az inverziós modell  $j$ -ik cellájának vezetőképessége.

## 2. Modell a szintetikus adatok generálásához

Az ismertett inverziót szintetikus adatokon elemezzük. A kétdimenziós modell réteghatárait a következő analitikus képlettel adjuk meg:

$$h_j = c_{j,1} + c_{j,2} e^{-c_{j,3} y_{i,j}^2} \quad (12)$$

ahol

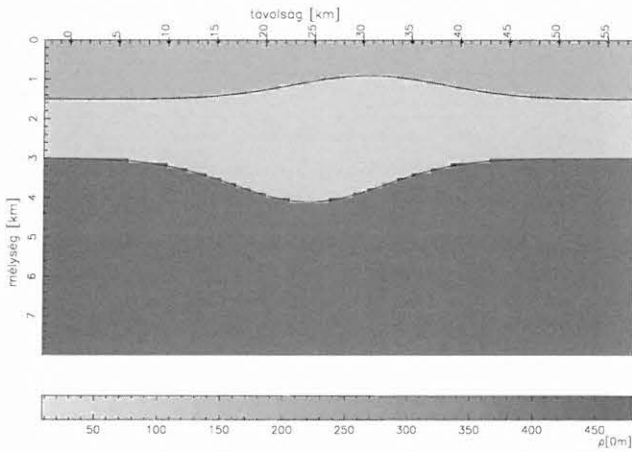
$$c_{1,1}=1,5; \quad c_{2,1}=3,0; \quad c_{1,2}=-0,6; \quad c_{2,2}=1,1; \quad c_{1,3}=c_{2,3}=30;$$

$$y_{i,1} = \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}} - 0,55,$$

$$y_{i,2} = \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}} - 0,45.$$

Az első réteghatár maximális értéke 30,25 km-nél, a második réteghatár minimális értéke pedig 24,75 km-nél van. A direkt feladat megoldásához használt rács mérete: 42x138. A frekvenciák száma 16, a legkisebb frekvencia értéke 0,0025 Hz, a legnagyobbé 80 Hz. Az egyes rétegek

fajlagos ellenállásai: 150  $\Omega\text{m}$ , 40  $\Omega\text{m}$ , 400  $\Omega\text{m}$ . Az 1. Ábrán látható modellre elméleti adatokat számoltunk, az így kapott adatokhoz Gauss eloszlású zajt adtunk, úgy hogy az adatok relatív hibája 99%-os valószínűséggel ne legyen nagyobb, mint 5%. Az inverziós kísérletek során az így kapott adatokhoz próbáltunk egy inverziós modellt hozzárendelni, és látni fogjuk, hogy az 1. ábrán látható modellre a Lagrange-interpoláción alapuló inverzió jó eredményt ad.

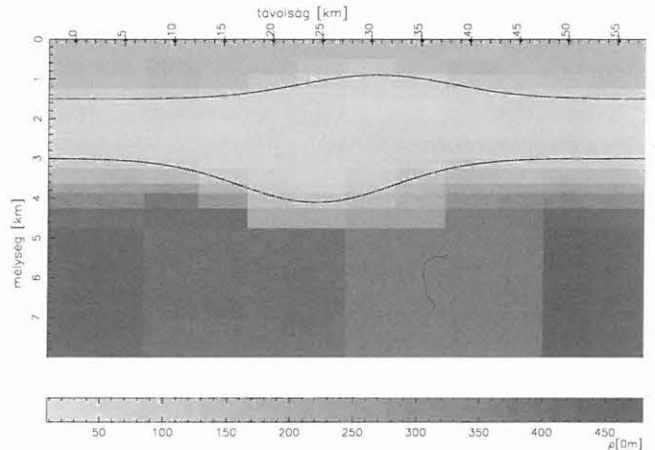


1. ábra. Modell a szintetikus adatok generálásához

Fig. 1. Model to generate synthetic data

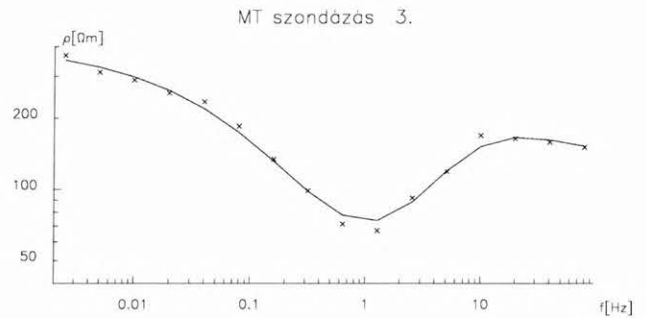
Az adataink kétdimenziós modellre számolt szintetikus adatok, ezért feltételezhetjük, hogy a TE és TM módú adatok ugyanahhoz a kétdimenziós modellhez tartoznak, bár a zajok miatt az adatok minimális háromdimenziós hatást is tartalmazhatnak. A terepi mérések esetén a helyzet sokkal rosszabb, ezért a nagy zaj, valamint a háromdimenziós hatások miatt a kétdimenziós inverziót általában a TE és TM módú adatok együttes figyelembe vételével érdemes elvégezni. A szintetikus adatok esetében viszont most csak a TM polarizációjú adatokkal számolunk. Ha ezekre az adatokra (látszólagos fajlagos ellenállás, fázis) elvégezzük a kétdimenziós simító inverziót, akkor a 2. ábrán látható modellt kapjuk, amelyre  $\delta_{\text{mod},\sigma} = 0,826$ . Itt azt kell még megjegyezni, hogy az inverziós rács lényegesen durvább, mint a direkt feladat megoldásához használt rács. A direkt feladat megoldásához szükséges rács egyes cellái az inverziós rácsban összevonásra kerülnek. Irreális lenne ugyanis elvárni, hogy az inverziós algoritmus a direkt feladatmegoldáshoz szükséges rácsnak mind a 5793 cellájához egy megbízható vezetőképesség értéket rendel. Az inverziós rács a mélyben nagyobb blokkokból áll, a felszín közelében viszont, ahol elvárható a módszer nagyobb felbontóképessége, kisebbekből. Ez a 2. ábrán is megfigyelhető. A direkt feladatmegoldáshoz használt rács celláinak blokkokba való csoportosításának eredményeként a modellparaméterek száma 141 lett. A magnetotellurikus direkt feladat megoldása a véges elemek módszerével történik [UCHIDA 1993]. A simító inverzió természeténél fogva a pontos réteghatárokat nem kaptuk vissza, ennek ellenére a modell jól értelmezhető és összhangban áll az eredeti, a szintetikus adatok számításához használt modellel. Folytonos vonallal ennek a modellnek a (12) képlettel számolt réteghatárai láthatóak. Ezeket a réteghatárokat ezentúl minden, a szintetikus adatokhoz kapcsolódó ábrán feltüntetjük. Az egyes szondázási görbék illeszkedése szintén elfogadható (3. ábra). Az ábrán is látszik, hogy a szimbólumokkal ábrázolt szintetikus

adatokat zajjal terheltük. A továbbiakban a szintetikus adatok alapján történő inverziók esetében nem jelenítjük meg a szondázási görbék illeszkedését, mivel azok valamennyi esetben a 3. ábrán levő görbékhez hasonlóan jól illeszkednek. Az általános kétdimenziós inverzió legnagyobb hátránya, hogy meglehetősen nagy számítógépes kapacitást igényel, és az ismeretlenek nagy száma miatt a kapott modell sem egyértelmű. A simító faktor meghatározása is okozhat gondot, túl nagyinak véve ugyanis a modell alig fog különbözni a homogén féltértől, túl kicsi értéket választva pedig nem kívánt vezetőképesség-változásokat kapunk.



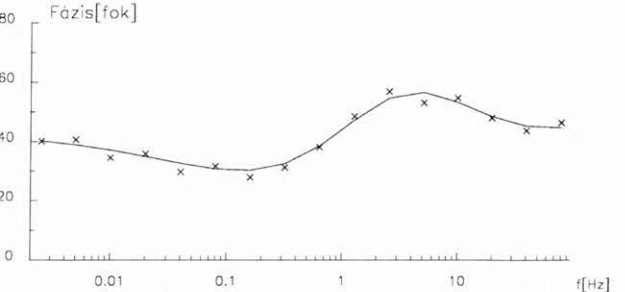
2. ábra. A szintetikus adatokon elvégzett kétdimenziós inverzió eredménye

Fig. 2. Result of two-dimensional inversion of synthetic data



3. ábra. A szondázási görbék illeszkedése a 10 km-nél levő mérési pontban

Fig. 3. The fitting of sounding curves at 10 km measuring site



3. ábra. A szondázási görbék illeszkedése a 10 km-nél levő mérési pontban

Fig. 3. The fitting of sounding curves at 10 km measuring site

### 3. Független egydimenziós inverziók sorozata

Az egydimenziós direkt feladatmegoldás már évtizedek óta ismert [WAIT 1953]. A réteghatárak ismeretében



az impedancia az  $n$  réteges féltérre rekurzióval gyorsan számítható:

$$Q_k = \frac{Q_{k+1} + \left(\frac{\sigma_{k+1}}{\sigma_k}\right)^2 \operatorname{th}\left((i\omega\mu\sigma_k)^{1/2} d_k\right)}{\left(\frac{\sigma_{k+1}}{\sigma_k}\right)^2 + Q_{k+1} \operatorname{th}\left((i\omega\mu\sigma_k)^{1/2} d_k\right)}, \quad Q_n = 1, \quad (13)$$

ahol

$\sigma_k$  — a  $k$ -ik réteg vezetőképessége,

$d_k$  — a  $k$ -ik réteg vastagsága,

$\omega$  — a körfrekvencia,

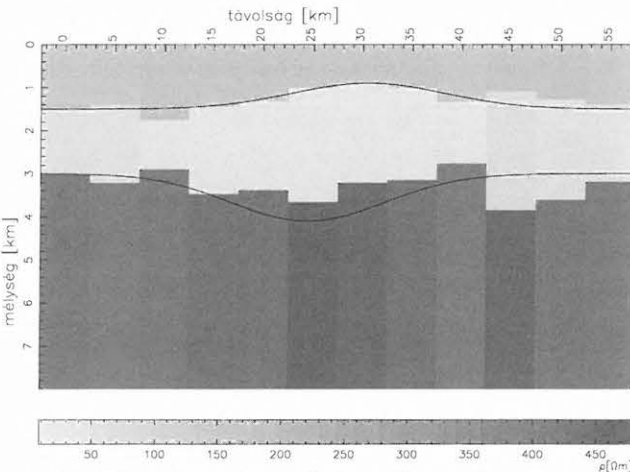
$$i = \sqrt{-1},$$

$\mu$  — a mágneses permeabilitás.

$Q_1$ -ből impedancia, majd az impedanciából látszólagos fajlagos ellenállás és fázis számítható:

$$Z = \frac{E_x}{H_y} = \left(\frac{i\omega\mu}{\sigma_1}\right)^{1/2} Q_1, \quad \rho_a = \frac{|Z|}{\omega\mu}, \quad \phi = \operatorname{atan} \frac{\operatorname{Im}Z}{\operatorname{Re}Z} \quad (14)$$

A szintetikus adatrendszerrel végzett inverzió során először a TE módú adatokra végezzük el az egydimenziós inverziók sorozatát (4. ábra).



4. ábra. Független egydimenziós inverziók sorozata TE módú adatokkal

Fig. 4. Series of independent one-dimensional inversions obtained from TE data

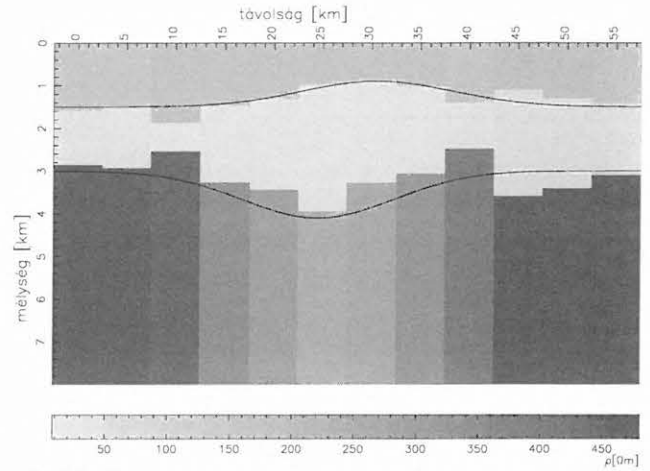
Látható, hogy a szintetikus adatok generálásához alkalmazott modellnek az első réteghatárát viszonylag jól visszszakapjuk, a második réteghatár viszont bizonytalanabbá válik, és az egyes rétegeken belül is megjelennek nem kívánt ellenállás-változások. Ezek az ellenállás-változások részben abból adódnak, hogy a vékony jól vezető réteg ekvivalenciája miatt a második réteg paraméterei külön-külön nem határozhatók meg, másrészt pedig abból, hogy a kétdimenziós TE módú adatrendszerre az egydimenziós inverziót alkalmaztuk, ami azt okozta, hogy a harmadik réteg ellenállása a szelvény közepén nagyobb lett, mint a széleken. A TM módú adatokkal végzett inverzió esetén pedig a TE móddal ellentétben a harmadik réteg középső részén ellenállás csökkenés figyelhető meg (5. ábra). Ezért érdemes a továbbiakban a TE és TM módú magneto-

tellurikus látszólagos fajlagos ellenállásokból származtatott effektív ellenállással számolni:

$$\rho_{\text{eff}} = \sqrt{\rho_{\text{TE}} \rho_{\text{TM}}}$$

Az effektív fázis:

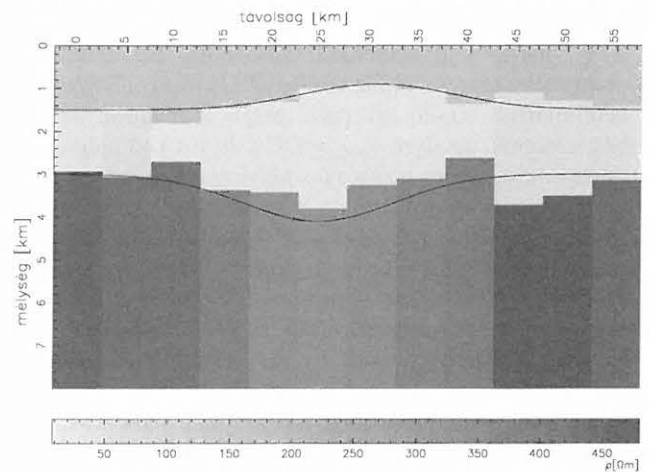
$$\Phi_{\text{eff}} = \frac{\Phi_{\text{TE}} + \Phi_{\text{TM}}}{2}$$



5. ábra. Független egydimenziós inverziók sorozata TM módú adatokkal

Fig. 5. Series of independent one-dimensional inversions obtained from TM data

A 6. ábrán az effektív ellenállás és fázis alapján végzett független egydimenziós inverziók sorozata látható, a modellnek a generáló modelltől való eltérése:  $\delta_{\text{mod},\sigma} = 0,791$ . Ez valamivel jobb, mint az általános kétdimenziós inverzió esetében, ennek pedig az az oka, hogy a generáló és az inverziós modell vezetőképesség értékei a kétdimenziós simító



6. ábra. Független egydimenziós inverziók sorozata effektív ellenállás és fázis adatokkal

Fig. 6. Series of independent one-dimensional inversions obtained from effective resistivity and phase data

inverziónál a simító hatás miatt a réteghatároknak egy nagyobb környezetben különböznek. A mérési adatok hibája és az ekvivalencia miatt az egydimenziós inverziók által adott réteghatárok itt sem követik az eredeti tesztmodell folytonos vonallal berajzolt réteghatárát. Megmaradtak még az egyes rétegeken belüli nem kívánt fajlagosellenállás-változások is. Kismértékű javulás figyelhető meg a harmadik

réteg ellenállásának a kisebb mértékű változásában. Pedig a mért és az elméleti adatok minden egyes szondázási pontban jól illeszkednek. Az ekvivalencia jelensége jól látszik a 10 km-nél levő rétegeparaméterek korrelációs mátrixán (15), amelyről a későbbiekben még szó lesz.

A 4., 5., és a 6. ábrákon a hasonlóság részben abból adódik, hogy a szintetikus adatok valamilyen mértékben a kiinduló modell (1. ábra) tulajdonságait tükrözik, részben pedig hogy a szintetikus adatokhoz adott zaj hatása is hasonlóan érvényesül. A különbségek oka pedig az, hogy rendre TE, TM módú és effektív adatokról van szó.

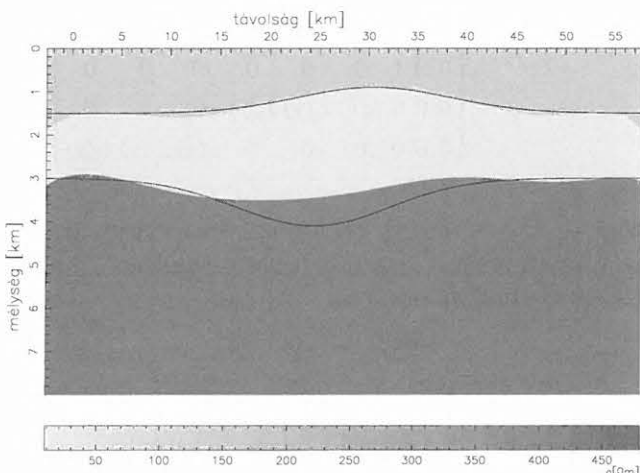
#### 4. Inverzió Lagrange-interpolációs polinomokkal

Végezzük el az inverziót a TE módú adatokkal (7. ábra). Az első réteghatárt elfogadható pontossággal kaptuk meg, a második réteghatár viszont a szelvény közepén határozotlan feljebb került. Az inverzió a rétegekhez a  $\rho_1=149,3 \Omega\text{m}$ ;  $\rho_2=36,8 \Omega\text{m}$  és  $\rho_3=415,7 \Omega\text{m}$  fajlagos ellenállás értékeket rendelt. A Lagrange-interpoláció 8 alappontjának koordinátái:

$$0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 55 \text{ km.}$$

Az adat- és a modellhiba:

$$\delta_{\text{adat}} = 1,08; \quad \delta_{\text{mod}} = 7,18.$$



7. ábra. Inverzió Lagrange-interpolációval TE módú adatokból

Fig. 7. Inversion with Lagrange interpolation obtained from TE data

A TM módú adatokkal, ugyanazon alappontokkal elvégzett inverzió eredménye látható a 8. ábrán. Az első réteghatárt ennél is elfogadható pontossággal kaptuk meg, a szelvény közepén második réteghatár viszont lejjebb került, mint a szintetikus adatok generálásához szolgáló modell második réteghatára. A rétegek fajlagos ellenállásai:  $\rho_1=150,1 \Omega\text{m}$ ;  $\rho_2=40,6 \Omega\text{m}$  és  $\rho_3=370,1 \Omega\text{m}$ .

Az adat- és a modellhiba:

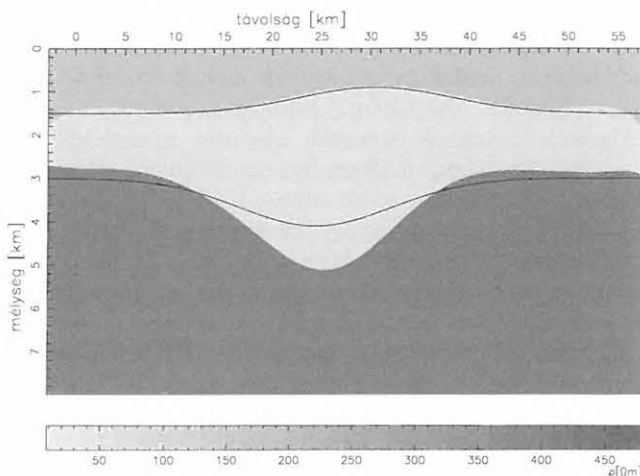
$$\delta_{\text{adat}} = 1,78; \quad \delta_{\text{mod}} = 9,30.$$

Az effektív látszólagos ellenállás, és az effektív fázis értékek alapján az inverzió a 9. ábrán látható modellt adja eredményül. Itt már a kapott réteghatár jól követi az eredeti generáló modell réteghatárát, az eltérés az első réteghatár esetében minimális, a második réteghatár esetében kissé nagyobb. A modell javulása a TE és a TM módú adatok alapján kapott modellhez képest a modellhiba csökkenésé-

ben is megnyilvánul. A rétegek fajlagos ellenállásai:  $\rho_1=149,9 \Omega\text{m}$ ;  $\rho_2=38,8 \Omega\text{m}$  és  $\rho_3=391,5 \Omega\text{m}$ .

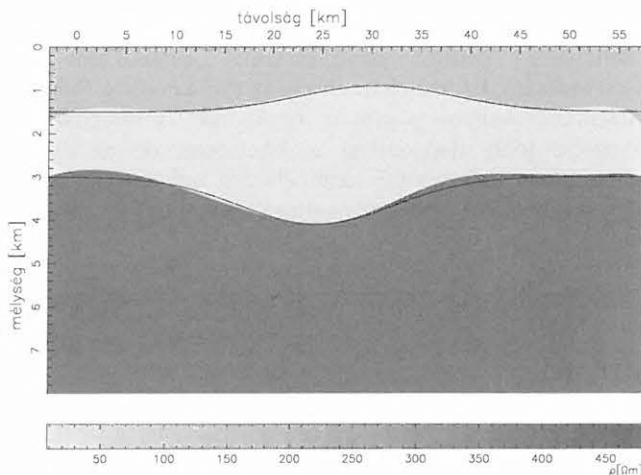
Az adat- és a modellhiba:

$$\delta_{\text{adat}} = 1,20; \quad \delta_{\text{mod}} = 4,36.$$



8. ábra. Inverzió Lagrange-interpolációval TM módú adatokból

Fig. 8. Inversion with Lagrange interpolation obtained from TM data



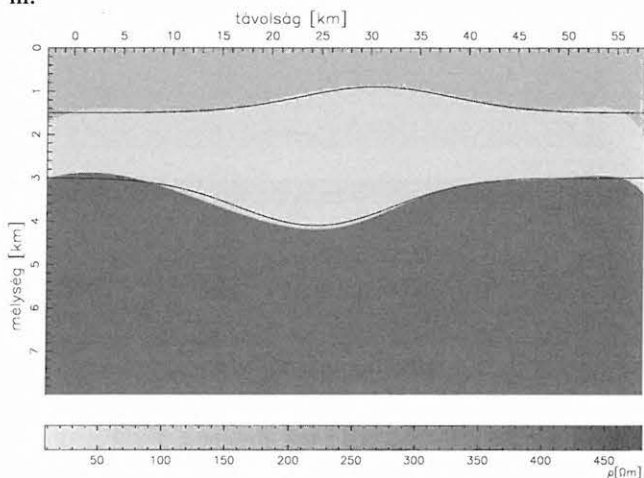
9. ábra. Szelvény menti inverzió Lagrange-polinomokkal effektív  $\rho$  és fázis értékek alapján

Fig. 9. Inversion with Lagrange interpolation based on effective resistivity and phase data

Annak, hogy az adatok illeszkedésének a hibája kissé nagyobb, mint a TE módú adatok esetében, az lehet az oka, hogy a szintetikus adatokhoz zajt adtunk, és a TM módú adatokhoz adott zaj jobban befolyásolta a szondázási görbék illeszkedését. Mindhárom modell esetén (7., 8., 9. ábra) a szelvény 0 km alatti és 50 km feletti részein a kapott réteghatár már jelentősen elhajlik, mivel ezek a részek már nem tartalmaznak mérési pontot. Összehasonlítva a független egydimenziós inverziók sorozatát és az adatok Lagrange-interpolációval történő inverzióját, megállapítható, hogy a független egydimenziós inverziók során a réteghatárok bizonytalanul határozhatók meg, de az adat típusa (TE, TM módú vagy effektív ellenállás) a réteghatárookra vonatkozóan nincs nagy hatással, a rétegekben (különösen a harmadikban) viszont az ellenállások eltérőek lehetnek. A Lagrange-interpolációs inverzió esetében, ahol természete-

sen csak a rétegvastagságok változásáról lehet szó, nyilvánvaló, hogy a második réteghatár az effektív ellenállás és fázis alapján történő inverzió esetében a legjobb. A szelvény középső részén a második réteg vastagságának a TE mód esetén kisebb, a TM mód esetén pedig nagyobb érték adódik, mint a generáló modell rétegvastagsága.

A 9. ábrán látható, hogy a szintetikus adatok generálásához használt modell és az inverziós modell között 40 km-nél, a második réteghatárnál jelentős az eltérés. Az egydimenziós inverziók sorozatát ábrázoló modellekből is megállapítható, hogy a 40 km-hez tartozó adatok jelentősen eltérnek a környező pontok adataitól. Ez az eltérés abból adódik, hogy az ilyen típusú földtani szerkezetekre az adatokat terhelő zaj nagymértékben befolyásolja az inverzióval számított paramétereket. Ezért végezzük el az inverziót úgy is, hogy 40 km-nél rögzítjük a rétegvastagságokat. Az első réteg vastagsága az ábra alapján megfelelő pontosságú (1,19 km), csak a második réteg vastagsága kisebb a vártnál (1,77 km). Ha a második réteg ellenállását megnöveljük (1,95 km), és az inverzió során rögzítjük, akkor a 10. ábrán látható modellt kapjuk. Ezen látható, hogy 40 kilométernél most már megkaptuk a várt rétegvastagságokat. Az adat-, és a modellhiba kismértékben megnövekedett:  $\delta_{\text{adat}}=1,21$ ;  $\delta_{\text{mod}}=5,0$ ; ez azonban várható is volt, mivel a szelvény 40 kilométernél levő pontjánál a réteghatárok hibája eltűnt, máshol viszont kismértékben megnőtt. A rétegek fajlagos ellenállásai pedig:  $\rho_1=150,0 \Omega\text{m}$ ;  $\rho_2=40,8 \Omega\text{m}$  és  $\rho_3=394,0 \Omega\text{m}$ . Ez azt jelenti, hogy az első két réteg fajlagos ellenállását nagyon pontosan megkaptuk. A réteghatárok rögzítése több alappontban is lehetséges, de az összes alappontban való rögzítés nem célszerű, mivel az inverziós algoritmus akkor csak a réteghatárokat tudja változtatni.



10. ábra. Szelvény menti inverzió Lagrange-polinomokkal effektív  $\rho$  és fázis értékek alapján 40 km-nél rögzített rétegvastagságokkal

Fig. 10. Inversion with Lagrange interpolation, based on effective resistivities and phase, with fixed layer thicknesses at 40 km

## 5. A korrelációs mátrix elemzése

Tekintsük a 10 km-nél levő szondázási pontot és vegyük az egydimenziós inverzió által meghatározott réteghatárok korrelációs mátrixát:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,23 & 0,04 & -0,30 & 0,25 \\ 0,23 & 1 & 0,24 & -0,96 & 1,0 \\ 0,04 & 0,24 & 1 & -0,19 & 0,27 \\ -0,30 & -0,96 & -0,19 & 1 & -0,96 \\ 0,25 & 1,0 & 0,27 & -0,96 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \\ d_1 \\ d_2 \end{matrix} \quad (15)$$

A mátrix jobb oldala mellé írt paraméterek jelzik, hogy a korrelációs mátrix egy adott sora (oszlopa) milyen paraméternek felel meg. A főátlón kívüli elemek kifejezik, hogy az egyes réteghatárok milyen kapcsolatban állnak egymással. Például kiolvasható (2. sor 5. oszlop), hogy a második réteg ellenállása és vastagsága nagyon szoros korrelációban van egymással, azaz azok külön-külön nem határozhatók meg, csak a két érték hányadosát kaphatjuk meg. A szelvény menti inverzió során a

$$\rho_1, \rho_2, \rho_3, d_{1,1}, d_{2,1}, \dots, d_{1,2}, d_{2,2}, \dots$$

modellparaméterekre (3) (4) vonatkozóan kapjuk meg a kovarianciamátrixot. Ennek ismeretében a szelvény tetszőleges y koordinátájú pontjában is meg lehet határozni a kovarianciamátrixot, mivel a modellt leíró paraméterek és egy tetszőleges pontban érvényes réteghatárok között lineáris kapcsolat áll fenn, amit most  $N=3$ -ra írunk fel:

$$\mathbf{p}^{(1d)} = \mathbf{T}\mathbf{p}^{(s)} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_1(y) & l_2(y) & l_3(y) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & l_1(y) & l_2(y) & l_3(y) \end{pmatrix} \mathbf{p}^{(s)} \quad (16)$$

ahol  $l_1(y), l_2(y), l_3(y)$  a Lagrange-interpolációs polinomok (3). Ekkor viszont a kovarianciamátrixok között is létezik egy lineáris kapcsolat:

$$\text{cov}^{(1d)} = \mathbf{T} \text{cov}^{(s)} \mathbf{T}^T$$

A (16) képletben a rövidség kedvéért csak három Lagrange-polinomot vettünk figyelembe, az inverzió során viszont nyolcat használtunk. Ennek figyelembe vételével tehát a szelvény tetszőleges pontján érvényes réteghatárokra is megkaphatjuk a kovarianciamátrixot, majd ebből a korrelációs mátrixot. A 10 km-nél érvényes paraméterekre:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,18 & 0,02 & -0,19 & 0,20 \\ 0,18 & 1 & 0,17 & -0,42 & 0,86 \\ 0,02 & 0,17 & 1 & -0,03 & 0,25 \\ -0,19 & -0,42 & -0,03 & 1 & -0,41 \\ 0,20 & 0,86 & 0,25 & -0,41 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \\ d_1 \\ d_2 \end{matrix}$$

A főátlón kívüli mátrix elemek csökkenése alapján nyilvánvaló, hogy azáltal, hogy a szelvény menti méréseket egyidejűleg invertáltuk, a 10 km-nél érvényes réteghatárok nagyobb biztonsággal határozhatók meg. A korrelációs mátrix és az egység mátrix közötti különbséget egyetlen egy számmal is kifejezhetjük:

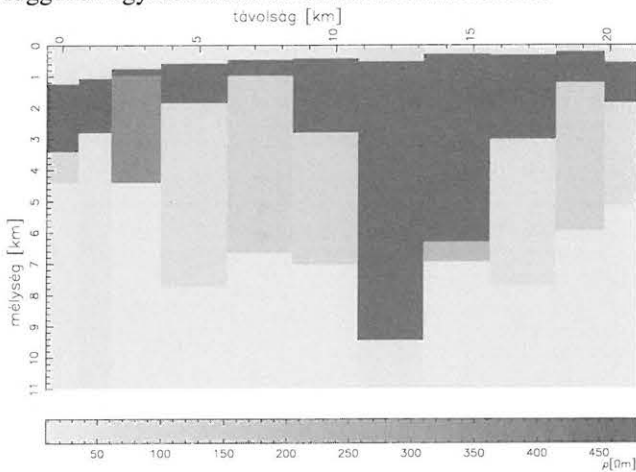
$$s = \frac{1}{n(n-1)} \sqrt{\sum_{j=1}^n \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^n \text{kor}^2_{j,k}}$$



ahol  $\text{corr}_{j,k}$  a korreláció mátrix egy eleme. Az inverzió megbízhatósága eszerint tehát annál jobb, minél kisebb az  $s$  értéke.  $s$  értéke a 10 km-nél végzett egydimenziós inverzió rétegpáramétereinek korrelációmátrixára 0,5652, a szelvény menti együttes inverzió esetén pedig ugyanezen rétegpáraméterek korrelációmátrixára a lényegesen kisebb 0,3580 értéket kapjuk.

## 6. Az inverzió terepi adatokkal

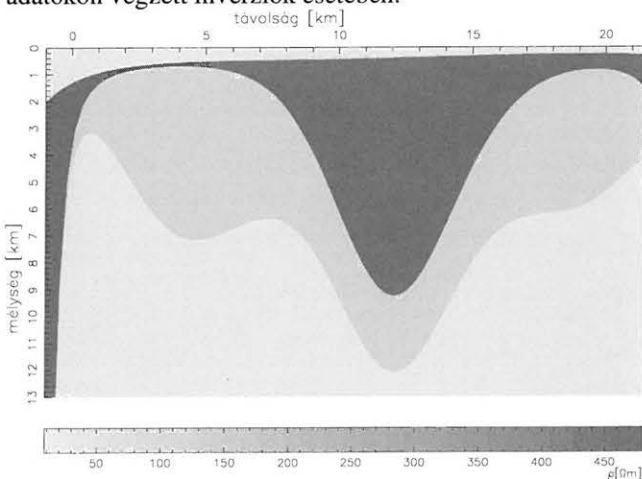
Az inverziót az ELGI által a Dunántúli-középhegység területén mért adatokra is bemutatjuk. Ezen a terepi példán vékony fedő üledékek borított, nagy ellenállású képződmény alatt jól vezető közeg van. A 11. ábrán egy 11 szondázási görbéből álló MT szelvény adataira alkalmazott független egydimenziós inverziók sorozata látható.



11. ábra. Egydimenziós inverziók sorozata terepi adatokon

Fig. 11. Series of one-dimensional inversions on field data

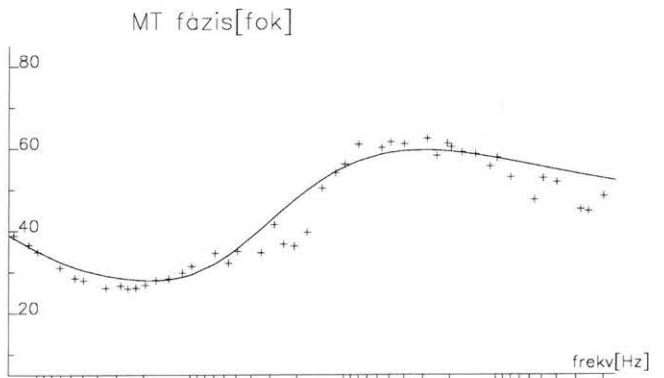
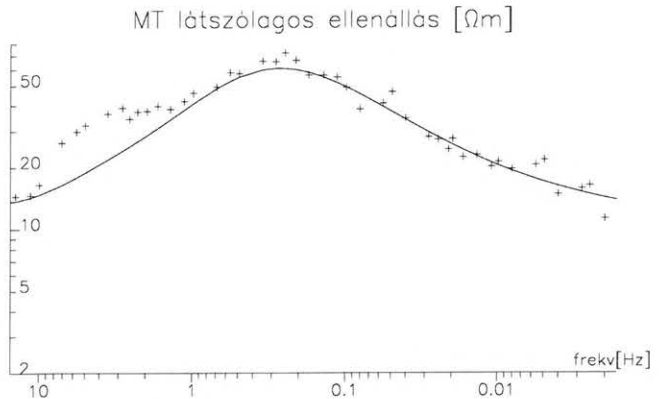
A 12. ábrán az ugyanezen adatok alapján készült Lagrange-interpolációs polinomokon alapuló inverzió eredménye látható. A Lagrange-interpoláció 5 alappontjának koordinátái: 0, 4, 12, 18, 21,6 km, a szondázási görbék koordinátái: 0; 1,2; 2,4; 4,8; 7,2; 9,6; 12; 14,4; 16,8; 19,2; 20,4 km. A szondázási görbék illeszkedésére jellemző szám ( $\delta_{\text{adat}}=7,67$ ) határozottan nagyobb, mint a szintetikus adatokon végzett inverziók esetében.



12. ábra. Terepi adatok inverziója Lagrange-interpolációval

Fig. 12. Inversion of field data using the Lagrange interpolation

Terepi adatokról lévén szó, most egy pontban, amelynek az  $y$  koordinátája 4,8 km, a szondázási görbék illeszkedését is megmutatjuk (13. ábra). Itt meg kell még jegyezni, hogy szemben a szintetikus adatokon végzett inverzióval, a terepi adatokon végzett inverzió eredménye erősen függ a kezdeti modelltől. A hiba függvény minimalizálása során (5) ugyanis az inverzió gyakran egy lokális minimumot talál a globális helyett. Ez egyébként általában is az iterációs elven működő linearizált inverziók legnagyobb hiányossága. A nagyszámú lokális minimum egyik oka az lehet, hogy az adathibák miatt a szomszédos szondázási görbék között jelentős az eltérés, azaz lényegesen különböző egydimenziós modellek felelnek meg nekik.



13. ábra. A szondázási görbék illeszkedése 4,8 km-nél

Fig. 13. The fitting of sounding curves at 4.8 km

## Összefoglalás

Az ismertetett eljárás — olyan rétegzett modellek esetén, amikor a réteghatárok nem vízszintes síkok, hanem valamilyen, hirtelen változást nem tartalmazó felületek — a szelvény menti mérések kiértékelésének egyik hatékony eszköze lehet. Egyértelműen jobbnak bizonyult (9. ábra), mint az egydimenziós független inverziók sorozata (6. ábra), az általános kétdimenziós inverzióval szemben pedig a gyorsaságát kell kiemelni. Ebben a cikkben a magnetotellurikus mérésekre mutattuk be a módszer alkalmazhatóságát, de tranziens elektromágneses szondázások esetében is működik [PRÁCSER 2000]. A szintetikus adatokon való vizsgálatok egyúttal azt is igazolták, hogy az ilyen típusú modellek esetén a magnetotellurikus effektív látzólagos fajlagos ellenállás, illetve fázis lényegesen jobb inverziós modellt ad, mint a TE, vagy TM módú.

## HIVATKOZÁSOK

- CONSTABLE S. C., PARKER R. L., CONSTABLE C. G. 1987: Occam's Inversion: A practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data. *Geophysics* **52**, 289–300
- DOBRÓKA M. 1996: Változó rétegvastagságú inhomogén szeizmikus hullámvezetőben terjedő Love típusú hullámok diszperziós relációja; az abszorpciós-diszperziós relációk inverziója. Akadémiai doktori értekezés. Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék
- GYULAI Á., ORMOS T. 1997: Újabb eredmények a VESZ adatok 1.5-D inverziós kiértékelésében. *Magyar Geofizika* **38**, 257–264
- GYULAI Á., ORMOS T. 1999: A new procedure for the interpretation of VES data: 1.5-D simultaneous inversion method. *Journal of Applied Geophysics* **41**, 1–17
- JACKSON D. D. 1972: Interpretation of Inaccurate, Insufficient and Inconsistent Data. *Geophys. Journal of the Royal Astronomical Society* **28**, 97–109
- JUPP D. L. B., VOZOFF K. 1974: Stable Iteration Methods for the Inversion of Geophysical Data. *Geophysics Journal of the Royal Astronomical Society* **42**, 957–976
- JUPP D. L. B., VOZOFF K. 1976: Two-dimensional magnetotelluric inversion. *Geophysics Journal of the Royal Astronomical Society* **50**, 333–352
- PRÁCSER E. 2000: Zárójelentés a geoelektromos laboratórium 1997–2000. évi feladatairól. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
- UCHIDA T. 1993: Smooth 2D inversion for magnetotelluric data based on statistical criterion ABIC. *J. Geomag. Geoelectr.* **45**, 841–858
- WAIT J. R. 1953: Propagation of radio waves over a stratified ground. *Geophysics* **18**, 416–422

# Geofizikai kutatások Mongóliában

## V. NEMZETKÖZI FÖLDTANI EXPEDÍCIÓ 1976–1990

### A) AZ NFE TEVÉKENYSÉGE 1976-80 KÖZÖTT HENTIJ TARTOMÁNYBAN

#### 1. Az expedíció szervezeti felépítése

A Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsának (KGST) Földtani Állandó Bizottságában a mongol fél már 1972-ben javasolta, hogy a földtani térképező munkát és az ásványi nyersanyagok kutatását Mongóliában új szervezeti formában, közös nemzetközi expedíció keretében végezzék. A tárgyalások eredményeként (amelyeken magyar részről a Központi Földtani Hivatal — KFH — vett részt) 1975. június 5-én Moszkvában egyezményt írtak alá a Nemzetközi Földtani Expedíció (NFE) létrehozására.

Az NFE feladata Mongólia földtani ismertségének növelése (a mongol állami normáknak megfelelő földtani térképezéssel), továbbá a hasznos ásványi nyersanyagok felderítő-részletező kutatása; geofizikai, földtani, gazdasági értékelése.

Az egyezményben, meghatározták azt, hogy

- az NFE működési területe a  $\varphi=47^{\circ}00'$  és  $49^{\circ}00'$ , valamint a  $\lambda=109^{\circ}30'$  és  $114^{\circ}30'$  földrajzi koordináták által határolt mintegy  $32\,400\text{ km}^2$  terület,
- a terepi munkákra is szerződő országok kétoldalú földtani expedíciót szerveznek az NFE keretein belül,
- az NFE tevékenységét a Meghatalmazottak Tanácsa (MT) koordinálja,
- az expedíció működésének költségeit a részt vevő országok által egyenlő arányban nyújtott, vissza nem térítendő hozzájárulásokból fedezik, az éves terveket és a költségvetéseket az expedíció vezetősége (expedíció-vezető, általános helyettes, főgeológus, főmérnök, főkönyvelő) állítja össze (a csoportok kutatási tervei alapján), majd jóváhagyásra az MT elé terjeszti,
- a munkák végzéséhez szükséges berendezések (műszerek, szállítóeszközök, felszerelések, anyagok és egyéb tárgyak) szállítását, valamint a szakértők és szakmunkások küldését, továbbá szolgáltatásokat a részt vevő országok közötti kétoldalú szerződésekben rögzített (transzferábilis rubelben számolt) áron végzik; a szerződéseket a résztvevő országok külkereskedelmi szervei kötik Mongólia külkereskedelmi szervezetével, a Kompleximporttal.
- Mongólia az egyezményben részt vevő országoknak biztosítja az elsőbbségi jogot a talált lelőhely feltárására, és kiaknázására,
- az illetékes mongol minisztérium használatra átadja az egyes expedíciók tevékenységi körzetének légi fotó felvételeit, topográfiai térképeit és az egyéb szükséges adattári anyagokat,
- a mongol fél biztosítja a szerződések alapján kiszállított berendezések, műszerek, szállítóeszközök, felszerelések, anyagok vámmentességét,
- a munkák folyamán elért kutatási eredmények publikálása csak a mongol illetékes szervek engedélyével lehetséges,

— az NFE mindenkori legfőbb egyszemélyi felelős vezetőjét a mongol fél nevezi ki, és az MT hagyja jóvá.

Az MT Ulánbátorban 1977. szeptember 19–23. között tartott V. ülésén az NFE kutatási területét  $\varphi=47^{\circ}00'$ , és  $49^{\circ}00'$ , valamint  $\lambda=109^{\circ}30'$  és  $112^{\circ}00'$  földrajzi koordináták által határolt  $34\,600\text{ km}^2$ -re módosította.

A Magyar Népköztársaság Minisztertanácsa a 3588/1975 (XII. 23.) MT sz. alatti határozatával jóváhagyta a mongóliai NFE létrehozásáról szóló KGST-döntést.

Az NFE megalakításával kapcsolatos nemzetközi tárgyalásokon a magyar felet dr. MORVAI Gusztáv, a KFH elnökhelyettese képviselte. Szakértőként részt vett a tárgyalásokon GELEI Gábor, a KFH Nemzetközi Kapcsolatok Osztályának vezetője, aki a későbbiekben a KFH megbízása alapján a magyar fél meghatalmazottja volt. A tárgyalóküldöttség további tagja volt (szakmai tanácsadó minőségben) ERKEL András, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) főosztályvezetője, BALLA Zoltán, az ELGI főgeológusa és HOBOT József, az ELGI osztályvezetője.

Az egyezmény aláírását követően a részt vevő országok szakembereinek 1–1 küldöttjéből bizottság jött létre az NFE működésének megszervezésére. A szervezőbizottság feladata volt az expedíció anyagi, műszaki, személyi feltételeinek a biztosítása úgy, hogy a terepi kutatómunkák 1976 tavaszán megindulhassanak. Munkájukhoz tartozott a kétoldalú szerződésekben meghatározni és biztosítani az országonként kiszállítandó eszközöket, anyagokat, és biztosítani a mintegy 60–80 kiegészítő szakértőnek és családjának a lakhatási feltételeket. A szervezőbizottságban a magyar felet HOBOT József geofizikus képviselte.

A KFH az ELGI-t bízta meg az NFE-vel kapcsolatos tevékenység hazai koordinálásával. Az ELGI-ben e téma vezetője ZSILLE Antal geofizikus-mérnök volt az 1975–1990 közötti teljes időszakban.

Az 1975-ben megkötött egyezmény alapján létrehozott MT az NFE legmagasabb döntéshozó szervezete volt, itt az egyes országokat 1–1 küldött képviselte. A tanács eleinte évenként 2 alkalommal, később 1 alkalommal ülésezett. 1976-tól 1982-ig a meghatalmazott feladatkörét GELEI Gábor, 1982-től B. NAGY József, a KFH szakági főgeológusa, majd 1988-tól dr. CSONGRÁDI Jenő, a KFH Nemzetközi Kapcsolatok Osztályának vezetője látta el.

Az expedíció 1976. január 1-én kezdte meg tevékenységét. Az NFE első egyszemélyi felelős vezetője Jambin BJAMBA, a földtani tudományok kandidátusa, mongol geológus lett.

Az NFE-nek két fő részlege volt: a szakmai és adminisztratív irányító tevékenységet végző ún. *Apparátus* (Ulánbátor székhellyel), és a kutatócsoportokból álló *terepi részleg*. Az NFE vezetőjének általános helyettese csehszlovák közgazdász volt. Az Apparátus főbb osztályai: Földtani Osztály (szakmai irányítás, vezetője a szovjet főgeológus), Műszaki Osztály (fűrés, gépkocsik, mechanikai munkák, vezetője a német főmérnök), Könyvelés (vezetője a mongol főkönyvelő). Az NFE első főgeológusa V. A. IVANOV



szovjet geológus, főmérnöke U. MATZDORF (német fúró-mérnök), főkönyvelője CSUNT mongol közgazda volt. Íratlan szabállyá vált, hogy a fő beosztásokra a későbbiekben is ugyanazok az országok küldtek ki szakembereket.

A Földtani Osztályon a szovjet főgeológus beosztottjaként dolgozott több szovjet, illetve bolgár szakági főgeológus és a magyar főgeofizikus, aki részt vett az expedíció szervezésében, a tervfeladatok összeállításában és a közvetlen geofizikai munkákban. Az első főgeofizikus HOBOT József volt (1976). A főgeofizikus státust a későbbiekben is (a státus megszűnéséig) Magyarország töltötte be: SIMON András 1977–78-ig, PLESZKÁTS Tibor pedig 1979–80-ig. A főgeofizikus koordinálta és felügyelte a mért adatok értelmezését, a jelentések összeállítását stb.

A főgeofizikus egyben a KFH mongóliai megbízottja volt, aki az MT ülései közötti időben a képviselte a KFH-t az expedíció vezetőségénél, a mongol állami szerveknél, a mongóliai magyar nagykövetségnél, továbbá a mongóliai magyar kolónia más egységeinél (ruhagyár, húskombinát, stb.). Ugyanakkor az NFE-be kiküldött magyar szakemberek felelős vezetőjeként tevékenykedett.

A magyar fél részvételével az NFE első évében két terepi csoport indult: az 1. sz. *Földtani Térképező Csoport*, amely  $M = 1:200\,000$ -es méretarányú földtani térképezést végzett és a 3. sz. *Regionális Geofizikai Csoport* (RGCS), amely az egész expedíció geofizikai kutatási feladatait látta el.

1976-tól 1983-ig a magyar–mongol geofizikus és a magyar–mongol geológus terepi csoportok külön működtek. 1983-ban a két csoportot összevonták és 1990 végéig — az NFE megszűnéséig — egy magyar–mongol *Komplex Földtani–Geofizikai Csoport* dolgozott.

A geofizikai terepi csoportok vezetői mint egy személyi felelős vezetők irányították a geofizikus csoport munkáját a tervek készítésétől a munkák terepi végzésén, azok kiértékelésén és értelmezésén át a jelentések összeállításáig és megvédéséig, végül a mérési anyagoknak a Mongol Állami Adattárba történt leadásáig. A gazdasági és adminisztratív feladatokat a mongol gazdasági vezető látta el, aki egyúttal a csoportnál dolgozó mongol szakemberek vezetője is volt. A csoportvezető helyettese a csoport geofizikus főmérnöke volt. Feladata volt a terepi munkák műszaki-technikai feltételeinek operatív biztosítása, a munkák szervezése.

A geofizikus terepi csoportoknál 1977–1980 között 1 geológusmérnök státus is volt. A csoportoknál 1–3 magyar és néhány más nemzethez tartozó geofizikusmérnök dolgozott, akiknek feladatuk volt a geofizikai munka szakmai irányítása, a mérési anyag feldolgozása, komplex értelmezése.

Az expedíció meghívására rövid ideig néhány magyar geofizikus szakértő is dolgozott a csoportnál: VERŐ László (1977 augusztus — GP mérések feldolgozása), SZALAI István (1976 november — szeizmikus feldolgozás és értelmezés), SIMON Pál (1977 június, július — geoelektromos műszertechnika), MAJKUTH Tamás (1978 február — szeizmikus feldolgozás és értelmezés), SZABÓ Gáborné PINTÉR Anna, STOMFAI Róbert (1979 — regionális gravitációs mérések kiértékelése, értelmezése, jelentés összeállítása) SCHÖNVISZKY László (1979 — gravitációs és földmágneses mérések feldolgozása).

Az RGCS nagy mennyiségben végzett geodéziai munkákat az egyszerű mérődrótos távolságméréstől, a tájolás

iránykitűzéstől a teodolitos helymeghatározásig (a területen található kevés geodéziai alappont miatt), elsősorban pont- és szelvénykitűzéseket és szintezéseket. Ennek irányítása és részben kivitelezése a csoport geodétamérnökének feladata volt.

Az RGCS karotázs részlege 1978-ban kezdte meg működését. A magyar fél komplett kismélységű (K-500) karotázsberendezést szállított ki, ellátva azt standard, illetve ércutató karotázsmérésekhez szükséges szondákkal. A terepi geofizikai, geodéziai munkákat, a mérési adatok elsődleges feldolgozását, a műszerek, berendezések karbantartását, javítását a csoportok geofizikus-technikus, illetve geodéta-technikus munkatársai végezték.

Kezdetben a teljes kisegítő személyzetet (gépkocsivezetőket, segédmunkásokat) a mongol fél biztosította. 1977–1980 között a terepi időszak idejére lehetőség nyílt évente 3 magyar gépkocsivezető kiküldetésére is. A helyi ismeretek hiányát a magyar gépkocsivezetők szakmai, vezetési készségük révén hamar pótolni tudták, s jelentős részük volt az eredményes munkavégzésben. A segédmunkások létszáma sokkal kisebb volt, mint amennyire a teljesítés szempontjából egyébként szigorúan megkövetelt normák szerint szükség lett volna. E létszám nagy részét nyári szünetükben dolgozó iskolások, szerencsés esetben a Darhan városban működő geológiai technikum tanulói tették ki.

Az RGCS-k az expedíció teljes működési területén (a Herlen folyótól É-ra, Öndörhán város környékén lévő területen) végeztek regionális geofizikai térképező, a továbbkutatás szempontjából reményteljes területeken részletező geofizikai munkát. A munkák indításánál — az expedíció többi, (geológus) csoportjait illetően is — kiemelkedő fontosságú volt a magyar fél rugalmas és gyors tevékenysége a műszerek, a laborberendezések, a terepi felszerelések, (főként az olajkályhák, szerszámok stb.) megfelelő időben (még a vonatkozó szerződés megkötése előtt elindítva) történő kiszállítása terén. E felszerelések nélkül az expedíció első évében a terepi munkák indítása lehetetlen lett volna a tervezett időben.

A tábori körülmények az NFE idején már összehasonlíthatatlanul jobbak voltak a kezdeti körülményekhez képest. A csoport rendelkezett konyha-étkezővagonnal, iroda-vagonnal és fürdővagonnal is. Lehetőség volt a családtagok tábori elhelyezésére is. Egy-egy család, vagy két egyedülálló munkatárs kapott külön jurtát. A vizet 20–40 km távolságból, kiképzett fúrt kutakból tartálykocsi szállította, az igényeknek megfelelő gyakorisággal. Az ételkészítés-ellátást közeli, esetleg távolabbi, ún. „orosz” boltokból, valamint a magyar Csemege Vállalat által az ulánbátori magyar kereskedelmi kirendeltség területén üzemeltetett magyar üzletből egészítették ki. A tábor áramellátását 70 kW-os dízelgenerátor szolgálta. Külön jurtában működtek a közös használatú hűtőszekrények, mosógépek-centrifugák, valamint a kenyérsütésre is alkalmas elektromos tűzhelyek.

A munkatársak részére biztosítva volt az abban az időben egy-egy országban jó minőségűnek számító termékek használata: mongol jurta, magyar olajkályha és kemping-felszerelés, vízhatlan német tengerészruha (hidegebb időjárásnál terepi munkaruhaként) és német ágynemű, csehszlovák bútor és tapéta, szovjet terepjáró gépkocsik (ez utóbbiakat többnyire a magyar fél szállította).

Az NFE költségvetésében szerepelt egy irodaépület és egy lakóház felépítése is Tolgojban, Ulánbátor Ny-i szegélyén. A lakóépületben 1-2-3 szobás, összkomfortos lakások

kat biztosítottak a külföldi, valamint korlátozottan a mongol munkatársak részére is. Az épületek építése 1976-ban megkezdődött és 1979-ben a beköltözés is megtörtént.



Jurtatáborunk a repülőgép ablakából

## 2. Geofizikai munkák

A csoportok munkaterveiket a téli kamerális időszakokban (így nevezték a mérési anyagok feldolgozási és jelentéskészítési időszakát) készítették el. A terveket az MT tavaszi ülésén hagyták jóvá. Ezután kezdődhetett el a csoportok felszereléseinek, anyagainak összeállítása, ami általában április közepére fejeződött be. A csoportok legkésőbb május elején megkezdték a terepi munkákat.

### 2.1. Regionális geofizikai térképezés

Az expedíció feladata 1:200 000 méretarányú térképezés volt gravitációs, geoelektromos szondázási és szeizmikus refrakciós módszerrel a terület nagyszerkezeti viszonyainak, a paleozoós aljzatú medencék és depressziók mélységviszonyainak meghatározására, a medencekitöltés tagolására, egyben az ugyanilyen méretarányú földtani térképezés kiegészítésére.

#### 2.1.1. Elsőrendű gravitációs alaphálózat

Az RGCS munkaterve a mintegy 34 000 km<sup>2</sup> nagyságú terület áttekintő gravitációs felvételét tartalmazta. Ez a munka megfelelő gravitációs alaphálózat hiányában szükségessé tette alaphálózat létesítését. Ezért 1975 őszén ZSILLE Antal geofizikus-mérnök és dr. CSAPÓ Géza geodétamérnök helyszíni bejárás után egy Worden Geodesist graviméterrel  $\Delta g$ -méréseket végzett a hálózat tervezéséhez. Az alaphálózat pontjainak távolsága 40–60 km volt. A pontok gépkocsival történő összemérése az adott útviszonyok között nem

volt lehetséges, ezért a hálózat mérését a műszer repülőgép-szállításával tervezték.

A terepi bejárást 1975. szeptember 29. és október 8. között végezték. A pontok előzetes kijelölésénél figyelembe kellett venni, hogy jellegzetes terepalakulathoz kötődjenek és mind gépkocsival, mind repülőgéppel megközelíthetők legyenek. A bejárás során 24 pontot jelöltek ki és azokon ideiglenes pontjellet építettek. A gravitációs alaphálózat pontjait az RGCS munkatársai — viszonylag időtálló módon — a talajba süllyesztett, mintegy 0,8x0,8x0,5 m<sup>3</sup> méretű, helyben készített betontömbbe ágyazott vascsővel jelölték meg.

A graviméteres alaphálózat lefedte az expedíció kezdetben tervezett munkaterületét. A méréseket 2 db Sharpe CG-2 és 1 db Worden Master geodesist típusú kvarcgraviméterrel 1976 tavaszán végezték el, egymáshoz kapcsolódó háromszögek mentén A-B-C-A-B-C-A séma szerint. Egy mérési kapcsolatra műszerenként minimum 3, maximum 9  $\Delta g$  értéket határoztak meg, egy vagy több háromszögből. A mért 17 háromszögben 34 mérési kapcsolaton 168  $\Delta g$  értéket mértek. Az észlelők, műszerek és a segédberendezések szállításához egy — mongol személyzet által vezetett — AN-2 típusú repülőgépet használtak. A mérések észlelősátorban történtek. A teljes hálózat mérését 68 óra repülési idő felhasználásával 1976. május 30. és június 27. között végezték el, majd egy hitelesítő alapvonalat is létesítettek.

Az alaphálózat, a hitelesítő alapvonal, valamint a másodrendű bázishálózat (ld. alább) pontjait hátrametszéssel határozták meg. A felhasznált tereppontok koordinátáit

1:100 000 méretarányú topográfiai térképről olvasták le, így a bemért pontok koordinátáinak pontossága 10–50 m volt.

Mind az alaphálózat, mind pedig a hitelesítő alapvonal számítógépes feldolgozását Magyarországon, az ELGI Földfizikai Osztályán végezték el POLLHAMMER Manóné geofizikus-mérnök irányításával. A mért háromszögekben

a zárások túlnyomó része 20  $\mu\text{Gal}$ -nál kisebb volt, a maximális hiba 34  $\mu\text{Gal}$  volt ( $1 \mu\text{Gal} = 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ ). A feldolgozás során, a luniszoláris hatás és a műszerjárás korrigálásával határozták meg a  $\Delta g$  értékeket, majd ezek ki egyenlítésére került sor.



A graviméteres bázishálózat mérése az észlelősátorban (repülőgépes és lovas közreműködéssel)

1977 őszén az MT V. ülésén a mongol fél bejelentette, hogy a szovjet féllel történt megállapodás alapján módosítja az NFE működési területét, azaz a K-i kiterjesztés helyett a területet D-i és Ny-i irányban növeli meg. E döntés értelmében szükségessé vált a graviméteres alaphálózat kiegészítése is. Az előzetes bejárást, a pontok kijelölését, a közelítő  $\Delta g$  meghatározását és a pontok állandósítását az RGCS végezte el. A bejárás során 11 új alappontot létesítettek, amelyek terepi bemérésére a következő év tavaszán került sor. Az alaphálózat repülőgépes mérését 2 darab Sharpe graviméterrel 1978. május 15. és június 18. között ZSILLE Antal geofizikus-mérnök és BÍRÓ Pál geofizikus-technikus végezte. A mért 18 háromszögben 36 mérési kapcsolaton 172  $\Delta g$  értéket mértek. A kiegészítő hálózat mérését 69 óra repülési idő felhasználásával végezték el. Az alaphálózat lemérése után ismét létesítettek egy hitelesítő alapvonalat. A korábbi gyakorlatnak megfelelően az alaphálózat és a hitelesítő alapvonal mérési adatait számítógépen Magyarországon dolgozták fel, csatlakozva az 1976. évi hálózathoz.

### 2.1.2. Gravitációs térképezés

A hálózatos felmérés megfelelő pontosságát az elsőrendű bázispontok közötti további 43 ún. másodrendű bázisponttal biztosították. Ezek távolsága egymástól 10–15 km volt, az elsőrendű bázispontokat összekötő útvonalak mentén, földbe ásott (abból 1 m-nyire kiálló) vascsövekkel

jelölték meg.

Az elsőrendű alappontokhoz viszonyított  $\Delta g$  értéket az említett 2 Sharpe graviméterrel határozták meg. Az értékek négyzetes középhibája 75  $\mu\text{Gal}$  volt.

Az  $M=1:200\ 000$  méretarányú megfelelő regionális graviméteres mérés ún. menetvonalak és kitűzött szeizmikus szelvények mentén történt. Az átlagos ponttávolság a menetvonalakon 1 km, a szeizmikus szelvényeken 240 és 500 m volt. Így a terület átlagos pontsűrűsége 0,255 pont/ $\text{km}^2$  lett. A méréseket hurok módszerrel végezték, 1976-ban az alaphálózati méréseknél is használt Worden, és szovjet gyártmányú GRK-2 graviméterrel, 1977-ben pedig két szovjet gyártmányú (GNK-K2 és GNU-K2) graviméterrel. A  $\Delta g$  értékek négyzetes középhibája 150  $\mu\text{Gal}$  volt.

A pontok kitűzése 1:100 000-es katonai térkép és tájoló segítségével, a gépkocsi kilométeróráját felhasználó távolságméréssel történt, ami  $\pm 150$  m pontosság elérését tette lehetővé. A színtezés az ELGI-ből szállított NiB-3 és NiB-5 automataszíntező műszerekkel folyt. A hálózaton a magasságmérés négyzetes középhibája  $\pm 0,77$  m volt.

### 2.1.3. Geoelektromos szondázások

A geoelektromos módszerek közül — a magyar fél által szállított DIAPÍR és GESKA típusú mérőműszerekkel — a szimmetrikus gradiens (Schlumberger) elektróda-rendszerű



(AMNB) geoelektromos szondázásokat ( $AB_{\max.}=2000-4000$  m) alkalmazták a magyar szabványnak megfelelő elektródaállásokkal. E mérések feladata az 500 m-nél sekélyebb medencék aljzatmélységének meghatározása és a medencét kitöltő üledékösszlet részletes megismerése (felbontása) volt. A medence aljzatát általában paleozoós, ritkábban mezozoós kőzetek építik föl. A komplex földtani értelmezés érdekében gyakran telepítettek szelvényeket szeizmikus refrakciós vonalakra és mindkettőt a medencékre jellemző helyeken, azok hossz tengelyében, és/vagy arra merőlegesen a peremi kibúvásokig. A mérési hálózat átlagos sűrűsége a medence területeken mintegy  $0,08$  pont/ $\text{km}^2$  értéket ért el, a szelvényekben mintegy  $1,5$  km átlagos ponttávolság mellett.

#### 2.1.4. Szeizmikus refrakciós mérések

A regionális programban alkalmaztunk szeizmikus refrakciós méréseket a fiatal üledékekkel fedett medencék területén a medencét kitöltő üledékes összlet felbontása, a medencealjzat mélységének meghatározása, a szerkezeti felépítés tisztázása érdekében, valamint a gravitációs anomáliák és egyéb földtani megfontolások alapján érdekesnek tűnő néhány más területen. Az ELGI-ből kiszállított Pionír-III típusú mérőberendezéssel  $1000$  m maximális mélységig kaptunk információt. A méréseket felszíni robbantásokkal végeztük.

#### 2.1.5. A regionális geofizikai térképezés fő eredményei

A  $2,5$   $\text{g}/\text{cm}^3$  sűrűséggel számolt Bouguer-anomália térkép szerint a terület közelítőleg ÉNY-DK és arra merőleges irányú nagyszerkezeti vonalak által  $(50-80) \times (30-50)$   $\text{km}^2$ -es blokkokra tagozódik. Az egyes blokkokon a Bouguer-anomáliák átlagszintje  $10-15$  mGal-lal is különbözik. A terület nyugati részén a Bouguer-anomáliák átlagszintje mintegy  $20$  mGal-lal kisebb, mint a terület többi részén. A terület nagyobbik felén a — gyakran a felszínre is kerülő — aljzatot túlnyomóan paleozoós gránitok képezik, a fedett területrészekeken pedig az aljzat proterozoós, paleozoós metamorf kőzetekből áll.

Az egyes blokkokon a proterozoós, paleozoós aljzat különböző mélységben van. A gravitációs kép részleteit az aljzat domborzata, illetve a rátelepülő — általában mezozoós — szárazföldi üledékek és vulkáni képződmények anyagi összetétele határozta meg. A medencék egyik típusa a magyarországi üledékes medencékkel analóg felépítésű. A paleozoós aljzat mélyedéseit az aljzatnál kisebb sűrűségű mezozoós szárazföldi üledékek töltik ki. E helyeken a Bouguer-anomália térképből a medencék relatív mélységére, aljzatának domborzatára lehetett következtetni. A medencék többségénél viszont a fedő összletben vulkáni képződmények keverednek az előbbiekkal, vagy azok teljes mértékben kitöltötték a medencéket. Mivel a vulkáni képződmények sűrűsége összemérhető az aljzattal, (esetenként nagyobb is annál) az ilyen medencék területén a gravitációs kép az aljzat mélységére nem jellemző. Az aljzat mélységéről itt a geoelektromos és szeizmikus adatok adhattak információt.

A  $600-3000$   $\Omega\text{m}$  ellenállású paleozoós gránit, homokkő, andezit, kvarcit medencealjzat, illetve a  $200-1500$   $\Omega\text{m}$  ellenállású paleozoós, de nem intruzív képződményekből álló aljzat felszíne a medencekitöltő szárazföldi üledékes

képződmények  $20-100$   $\Omega\text{m}$  ellenállásához képest nagyellenállású szintként jelentkezett. A vulkáni képződmények fajlagos ellenállása a tufásodás mértékétől függően változott: tömör vulkánit padoknál  $200-400$   $\Omega\text{m}$ , míg a tufák esetében  $30-150$   $\Omega\text{m}$  között volt.



Mongol vadászok farkaskölykökkel

A vertikális elektromos szondázások eredményeként két paramétertérkép készült, a nagyellenállású szint mélység-térképe és a geoelektromos vezérréteg ellenállásának sematikus térképe. A mélységtérkép szerkesztésénél figyelembe vettük a szeizmikus és gravitációs mérések eredményét is. A medencék mélységviszonyait általában  $500$  m maximális mélységig terjedően adtuk meg. Néhány medence területén, (vagy annak egy részén) a nagyellenállású szint nem a paleozoós aljzat felszíne, hanem a vulkanitok felszíne volt. E helyeken a paleozoós aljzat mélységét csak a szeizmikus mérések adhatták meg. A geoelektromos vezérréteg ellenállásának (sematikus) térképén azokat a területeket ábrázolták, amelyeken a vezérréteg ellenállása egy-egy medencekitöltő geológiai képződményre jellemző ellenállás intervallumba esett. Ezzel egy-egy, általában üledékes összlet horizontális elterjedése volt nyomonkövethető.

A szeizmikus refrakciós mérések szerint a medencealjzat paleozoós képződményei (homokkő, anyagpala, mészkő, kvarcit, porfiroidok)  $4000-5000$  m/s határsebességűek. A medencét kitöltő mezozoós effuzívumokat sebesség paramétereik alapján több fáciesre lehetett bontani. A lazább tufitos, tufás vulkáni összletek  $2000-2800$  m/s határsebességűek, esetenként ezek még tovább bonthatók voltak. A szeizmikus szelvényeken fő szintként a mezozoós aljzat felszíne jelentkezett. Ezt az alkalmazott berendezéssel és terepi technikával maximum  $1000$  m mélységig lehetett követni. Jelentkezett továbbá az előbbi effuzívumok teteje, néhol közbeeső szintekkel.

Néhány medenceterületen földtani-geofizikai komplex szelvényt is szerkesztettek (max.  $1000$  m mélységig). A geológiai határfelületeket, a vető zónák helyét, az elvetési magasságokat a szeizmikus szintek és a VESZ mélységadatokból adták meg, figyelembe véve a gravitációs méréseket, valamint a korábban végzett szovjet légi geofizikai mérések mágneses eredményeit is.

A regionális kutatások eredményei — a korábbi szovjet légi mágneses kutatás eredménytérképével együtt — a terület nagyszerkezeti viszonyaira vonatkozóan jelentős, sokoldalúan hasznosítható információt adnak: a medence területeken, pl. kiindulásként szolgálhatnak ivóvíz, ipari víz, termálvíz, a mélyebb medencékben esetleges szénhid-

rogén-kutatás számára. A hegyvidéki területeken ugyanazt jelentik az ércesedések szempontjából érdekes intrúziók, azokkal kapcsolatos szerkezetek, vulkáni képződmények elterjedésének kutatása, a megtaláltakkal analóg érchordozó szerkezetek felderítése szempontjából.

## 2.2. Részletező geofizikai munkák

A részletező program keretében kezdetben az NFE előtti kutatásokkal kimutatott indikációk területén, később az NFE regionális geofizikai kutatásai által jelzett érdekes szerkezetek, és az 1:200 000, valamint az 1:50 000 méretarányú földtani térképezést végző csoportok által talált indikációk területein végeztek komplex geofizikai méréseket. A részletező geofizikai méréseket, amelyek általában 1:10 000, illetve 1:5 000-es méretarányú földtani térképezéshez és fúrások, árkolásos tevékenységhez is kapcsolódtak geoelektromos (vertikális elektromos szondázás, ellenállás-szelvényezés, gerjesztett potenciál), földmágneses, szeizmikus, szeizmoelektromos, mikrogravitációs, radiometrikus és indokolt esetben egyéb geofizikai módszerekkel végezték. E mérések célja az indikációk méreteinek, szerkezeti viszonyainak, minőségi jellemzőinek tanulmányozása volt a földtani információk kiegészítéseként. A fúrásokban standard elektromos, nukleáris és kiegészítő karotázs mérések végzése volt a feladat, különösen elégtelen magkihozatal esetén.

1976–77-ben a 3. sz. RGCS részletező geofizikai kutatásokat végzett a korábbi kutatások, valamint az NFE 1:200 000 méretarányú földtani térképezése során talált indikációk területein. (Öndörögán, Bain-Hán, Huhu-Csulu, Batu-Norbo, Cesz-Bulák, Baján-Uzurihe, Subutu 4, Ihe-Mobutu).

E kutatások legjelentősebb eredménye az öndörögáni ércelelőhely felfedezése és készletszámítással kiegészített kutatása volt. Az alsó devon korú homokkőves-palás összletben levő gránit intrúzió ritkafémes képződményt hozott létre. Az ércelelőhelyet az 1. sz. Földtani Térképező Csoport geológusa, ZSÁMBOK István találta meg az 1977. évi terepszézon végén, s ezért további földtani-geofizikai feltáró munkára abban az évben már nem maradt idő. A térképező csoport földtani és feltáró munkái, valamint a 3. sz. RGCS néhány szelvény mentén végzett geofizikai mérései azonban nagyobb méretű előfordulásra utaltak (ld. később).

A Bain-Hán mintegy 0,4 km<sup>2</sup> kiterjedésű kvarcittelérgreizes ritkafém indikáción a 3. sz. RGCS radiometriai, földmágneses  $\Delta Z$ -térképezést, vertikális elektromos és gerjesztett potenciál (GP) szondázásokat, fajlagos ellenállás és GP szelvényezést, szeizmikus refrakciós méréseket végzett. A cél az átalakult zónák, kvarcittelérek kimutatása, az előfordulást létrehozó gránit intrúzió kisebb mélységű részei horizontális kiterjedésének, domborzatának kimutatása volt. A geofizikai mérések a gránit intrúzió paramétereit adták meg, és annak belsejében a greizenesedéssel, ércesedéssel összefüggő kiterjedt, csökkent fajlagos ellenállású zónát jeleztek.

A Huhu-Csulu területen a feladat az intruzív masszívum és az üledékes képződmények elfedett kontaktusának nyomozása, és annak mentén a gerjeszthető testek kimutatása volt. Gerjesztett potenciál térképezéssel lehetett körülhatárolni egy 1,3 km<sup>2</sup> nagyságú területet, amelyen belül a lát-

szlagos polarizálhatóság nagyobb volt 2%-nál. Ez a terület egy idős üledékes összlet felszíni elterjedésével jól korrelált, s ezen belül sikerült kimutatni több 4,5–6,5%-os GP anomáliát. A geofizikai mérések nem adtak választ arra a kérdésre, hogy a GP anomáliákat milyen hatók okozzák. Az egyik anomáliára telepített fúrásban grafitosodást és pirít zárványokat írt le a magyar–mongol geológus csoport.

A Batu-Norbo grafitos agyagpala, grafitos aleurit előforduláson az alluviumban mélyített árokból gyűjtött minták grafit tartalma 8–15% volt. A grafitot a kőszenes üledékeket ért regionális metamorfózis eredményének tartotta a magyar geológus csoport. Az indikáción GP szondázásokat, VESZ és szeizmikus, radiometrikus és földmágneses méréseket is végeztek. A grafitos réteg vastagságát a szeizmikus és geoelektromos mérések eredményeiből határozták meg, fedőnek a 150–200  $\Omega$ m fajlagos ellenállású réteget, fekünek az alsó refraktáló szintet tekintve. Az összlet átlagos vastagsága 20 m, de helyenként meghaladta a 40 m-t is.

A Cesz-Bulák grafit indikáció a gránit felszínen foszlányokban előforduló palásodott homokkőhöz, márványosodott mészkőhöz kapcsolódott. A radiométeres mérések és a VESZ szondázások eredményei szerint a grafittelep horizontális kiterjedése legfeljebb néhány 10 m-re becsülhető, ezért a további kutatását befejezték.

A Baján-Uzurihe magnetit indikációt gránitokon és paleozoós kőzetekben található magnetit tömbök alkották. Az elvégzett földmágneses mérések jelentős anomáliát nem mutattak, az elvégzett hatószámítás kis mélységű, nagy szuszceptibilitású, de kis térfogatú hatókat jelzett. Az indikáció kis kiterjedése miatt a továbbkutatás nem volt indokolt.



Régi türk sírmaradvány

A „Subutu 4” szulfidos indikáción végzett radiometriai, földmágneses, GP szondázás és szelvényezés nem vezetett különösebb eredményre, a geológiai térképezés és a mintavizsgálatok is arra az eredményre vezettek, hogy a leírt ércesedés ipari szempontból jelentéktelen.

Az Ihe-Mobutu indikáció lényegében egy polimetallikus oxidációs zóna. A paláság síkjai mentén limonit és goethit vált ki, a kutatások során a réz és cink dúsulása is kimutatható volt.

1978-ban a 10. sz. RGCS az NFE földtani térképező és kutatócsoportok részterületein, így az Öndörögán, Hoir Zotlig, Bain-Han, Szerven, Tugulgutuj-Nuru területén és a Gesegne völgyben végzett részletező geofizikai kutatásokat.



Az Öndörögán előfordulás 7 km<sup>2</sup> nagyságú területén a 6. sz. Magyar–Mongol Kutatócsoport 1:10 000 méretarányban feltérképezte a terület szabályos gyűrt szerkezeti egységeit. Nyersanyagkutató árkokkal és fúrásokkal meghatározta az érces zónák helyzetét, amelyekre az ÉÉNY-i csapás, és a csaknem függőleges keleti dőlés a jellemző. Meghatározta az ércesedés berilles, greizenes stockwerk típusát, fő ásványtársulásait (kassziterit, sheelit, wolframit, molibdenit), valamint az ércesedés korát. A területen a geofizikai mérések jelentős mágneses (1000–3000 gamma) és GP (9–16%) anomáliákat mutattak ki. A mágneses mérések meredek dőlésű, északnyugati irányú gabbró-diabáz ható jelenlétét jelezték. A közepes nagyságú (7–8%) GP anomáliák területén a fúrások wolframitos és szulfidos ércesedést harántoltak. Az egész kutatási területet az emelt GP háttér jellemzi. A mágneses anomáliák formája és előfordulása az esetek többségében megegyezik a GP anomáliákkal.

A Gesegne-völgyben a mérések elfogadhatóan meghatározták a devon palák felett települő laza összletet és a törési zónákat. A GP mérések jelzik, hogy a felszínhez közeli törésekhez nem kapcsolódik szulfidos ércesedés.

A Tugulgutuj-Nuru terület határain belül mélyített fúrások nem harántoltak jelentős szulfidos ércesedést, mint ahogyan a gerjesztett potenciál anomáliák (7–10%) alapján várható lett volna. A GP anomáliákat valószínűleg a palák nagy szervesanyag-tartalma okozza.

A Bain-Han területén a mindössze 2–3% GP anomáliák nem adtak pozitív eredményt; jelentős ércesedést az árkokalások sem jelezték.

Szerven területének határain belül a mágneses mérések pontosan kimutatták a dyke-okat. A kvarc-fluorit ereket negatív anomáliák jelezték. A szimmetrikus ellenállás szelvényezésekben ezek az erek minimális ellenállás értékekkel jelentkeztek. A szeizmikus mérések a várakozással ellentétben nem határozták meg a gránitok és a vulkanikus kőzetek közötti határt, mivel ezeknek a sebessége itt megközelítőleg azonos (5000–5400 m/s) volt.

1979-ben a 10. sz. RGCS folytatta a részletező geofizikai munkákat az NFE térképező- és kutatócsoportjainak területein, az Öndörögán, Zulget, Hulin-Holbó, Tugulgutuj-Nuru, Gotorobó, Ohasi idikációkon és a Mörön folyó középső részén.

Öndörögán területén a 14. sz. Bolgár–Mongol Részletező Kutató Csoport kutató-értékelő munkát végzett a stockwerk tanulmányozása és körülhatárolása céljából. Befejeződött az 1:10 000 méretarányú földtani térképezés, a geokémiai mintavételezés, 19 fúrást mélyítettek és 6 árkot ástak. Megállapították, hogy az ércelőfordulás egy ÉNY-i csapású stockszerű test, amely az alsó devon homokkő-palás összletben helyezkedik el, a gabbróid testekkel együtt. A wolfram-molibdén-berill ércesedés számos, változó vastagságú kvarctelérrel kapcsolatos. A gabbróidok belsejében zárványos ércesedést találtak. A fúrások alapján az ércelőfordulás központi, mintegy 1000x400–500 méteres részét tekintették a fontosnak, amelynek 200 méter vastag produktív részében a wolframtrioxid tartalom 0,117–0,83% között ingadozik. Megállapításuk szerint az ércesedés intenzitása a mélységgel növekszik. A prognózis szerint átlagos wolframtrioxid tartalom mellett a stock kontúrában 300 méteres mélységig az ércesedés jelentős. A területen folytatódta a részletes, szelvény menti mágne-

ses és GP mérések. Kimutattak új GP anomáliákat, és az anomália zónák folytatódta a terület határain túl is. A GP anomáliákra telepített 7. és 8. számú fúrás magnetitet, piritet, kalkopiritet jelentős mennyiségben tartalmazó palákat és gabbróidokat (mágneses anomália) harántolt. Érdekes megjegyezni, hogy az intenzívebb wolframércesedés gyakorlatilag nem kapcsolódik a GP anomáliákhoz, bár a lecsengési görbék eredményei, a dinamikus paraméterek hintett eres ércesedést jeleztek a vizsgált zónákban.

Zulget területén a geokémiai anomáliák ellenőrzésekor kimutattak ritkafém előfordulást (jelentős szulfidos ércesedéssel). Néhány szelvény mentén gerjesztett potenciál, természetes potenciál és mágneses méréseket végeztek. A GP mérések 12–16%-os anomáliákat jeleztek, amelyek az árkokban és egy fúrással feltárt szulfidos ércesedéssel jól egyeztek. A 60–100 m szélességű anomália zóna jól követhető, de a terület határain belül nem záródik le. Nem voltak földtani adatok 1979-ben arról, hogy az ércesedés intrúzióval lenne kapcsolatos. A regionális geofizikai adatok ugyanakkor a területen gravitációs minimumot jeleztek, amelynek alapján feltételezhető volt hipabisszikus intrúzió jelenléte.

A Hulin-Holbó fluorit előfordulást 1976-ban már az 1. sz. Magyar–Mongol Földtani Térképező Csoport jelezte az 1:200 000 léptékű földtani térképezés során. A területen 1:50 000 méretarányú továbbkutatást javasoltak. A Hulin-Holbó területén 1979-ben a geológiai munkákat a 11. sz. Mongol Térképező-Kutató Csoport végezte. A terület határain belül mintegy 1500 méter kiterjedésű hidrotermális zónát határoztak meg kvarc-fluorit erekkel. A mérési szelvények (mágneses, szimmetrikus ellenállás szelvényezés, vertikális elektromos szondázás) észak-keleti végén a zóna a laza üledékes összlet alatt követhető volt. A fedő összlet vastagsága a völgy irányában 5 méterről 40 méterre növekszik. Párhuzamosan a fő zónával délnyugati irányban hasonló fizikai sajátságokkal jellemezhető második zóna jelentkezett, ahol a földtani szelvények szintén fluoritos ásványosodás jeleit mutatták ki. Ezek az eredmények jelentősen növelték az adott előfordulás jelentőségét.

A Tugulgutuj-Nuru, Gotorobó, Ohasi területeken végzett GP és ellenállásmérések nem jeleztek jelentős szulfidos ércesedést.

A 13. sz. Magyar–Mongol Geológiai Térképező-Kutató Csoport területén, a Mörön folyó középső részén szeizmikus mérésekkel és geoelektromos szondázásokkal a völgy felépítését, a laza üledékek vastagságát jól meg lehetett határozni.

1980-ban a 16. sz. Komplex Geofizikai Csoport (KGCS) részletező, komplex geofizikai méréseket végzett az NFE és a térképező csoportok által kijelölt területeken.

A 20. sz. Bolgár–Mongol Kutató Csoport az Öndörögán területén a stockwerk lehatárolásának befejezésére mintegy 15 000 m<sup>3</sup> árkolást és 4000 méter fúrást végzett. A 150 méter hosszú tárnafúrásban technológiai mintavételezés történt, illetve egy 650 méter mélységű fúrást is mélyítettek az ércesedés jellemzőinek mélységbeli meghatározása érdekében. Refrakciós szeizmikus kutatást egyetlen szelvény mentén végeztek, amellyel nem sikerült kimutatni a devon összlet alatt a gránitok települési mélységét, mivel a devon összlet szeizmikus sebessége feltételezhetően magasabb volt, mint a gránitoké. A GP szondázásoknál a hosszú lecsengési görbék nem adtak egyértelműen értel-



mezhető eredményeket a terület mélybeli felépítésére, az ércesedés mélységi kiterjedésére és jellegére, amint ez a földtani felépítés ismeretében várható volt.

A Hulin-Holbo fluoritlélőhely területén 1980-ban is folytatódottak a földtani kutatások. A mintegy 4 km<sup>2</sup> nagyságú területen 6 kvarc-fluorit telér volt. A készlet mintegy 600 000 tonna érc volt, kb. 400 000 tonna fluorit tartalommal. A koncentráció 40–70% között változott, az előfordulás közepes méretűnek számított, amelynek kitermelését egy szovjet vállalat hamarosan megkezdte. A részletező geofizikai munkák folyamán a fluoritos zónák lehatárolására a korábbi módszeregyüttest alkalmazták. A már ismert területen módszertani kísérleti mérések is történtek a „Kvarc” elnevezésű szovjet szeizmoelektromos berendezéssel. A mérési eredmények igazolták, hogy a módszer a keskenyebb kvarc-fluorit teléreket néhány méter vastagságú fedőréteg alatt már nem mutatja ki és a szélesebb hidrotermális zónák követésére is alkalmatlan.

A 17. sz. Mongol Térképező-Kutató Csoport a Hulin-Holbótól nyugatra Szajhan-Hundaj területén új fluorit-előfordulást, valamint wolframit és polimetallikus ércesedést indikált. A polimetallikus indikáció lehatárolására 250x50 méteres hálózatban, 12 db 2200 méter hosszúságú szelvény mentén GP, ellenállás- és mágneses mérés történt. A fluorit előforduláson szimmetrikus és kombinált elektromos ellenállás szelvényezést végeztek.

A térképezési terület határain belül a Batu-Norbo indikáción szeizmikus, VESZ és GP méréseket végeztek az 1977. évi kutatások kiegészítésére. Az indikációt nem tartották továbbkutatásra érdemesnek.

A 18. sz. Lengyel-Mongol Térképező-Kutató Csoport a Zulget területen befejezte a GP anomália zóna lehatárolását. Itt egy 120–150 méter szélességű, és 700 méter hosszúságú kvarcosodott zóna található, amely 150 méter mélységig követhető. A kvarctelerek piritet, arzenopiritet, wolframitot, kassziteritet, molibdenitet, berillt és fluoritot tartalmaznak. Az ércesedés eloszlása rendkívül egyenetlen.

A csoport ezüst-polimetallikus ércesedést tárt fel a magyar-mongol kétoldalú ércindikációs revíziós munkák során korábban már kutatott Dzan-Sire vulkanikus szerkezethez kötődő ön indikáció területén. A területen mintegy harminc szelvény mentén történt GP mérés. A GP anomáliák ellenőrzésére telepített kutató árkok és 2 fúrás kis érces ereket, hintett szulfidokat tárt fel 800 méterre a szerkezet középpontjától, a 3. sz. fúrásban pedig 120 méter mélységben jelentős ezüst-polimetallikus ércesedés jelentkezett.

\* \* \*

A szakirodalmi adatokat és az Öndörcagan területén szerzett geofizikai tapasztalatokat összefoglalva elmondható, hogy a ritkafém-lélőhelyek geofizikai kutatása esetén az ércásványoknak nincs olyan jellegzetes fizikai sajátosságuk, amely a közvetlen kutatást lehetővé tenné. Ha lenne is ilyen, az alacsony ásványtartalom miatt a jellemző paraméter nem különbözik a háttérszinttől. A kutatás ezért csak közvetett lehet, vagyis nem a ritkafém ércásványok tényleges feldúsulási helyeit keressük, hanem azokat a szerkezeteket és geofizikai indikációkat, amelyek kapcsolatosak lehetnek az ércelőfordulással.

Megállapítható, hogy az expedíció kutatási területén a zónás ércesedés a tipikus, amely a gránit magmatizmussal kapcsolatos. A központi részeken az érces oldatból magasabb hőmérsékleten wolframit, molibdenit, berill kiválása a jellemző, ettől távolodva a színesfémekre perspektivikus szulfidos övet találjuk, amely geofizikai módszerekkel jól kutatható. A gyűrűs felépítést a külső övezetekben az oldatok repedés menti mozgása eltorzíthatja, sőt egyes részeit eltüntethetik az ércképződés óta bekövetkezett szerkezeti mozgások és az erózió.

Az intenzív GP anomáliák jelzik a szulfidos övezetet, amely körülöleli az anomáliamentes, ritkafémes területet. Ez a terület általában ellenállás és mágneses minimum is. A minimum területét a közvetlélerek fizikai paramétereinek változása torzíthatja.

A mongóliai Nemzetközi Földtani Expedícióban folyó geofizikai tevékenység egészen 1990 végéig tartott. A következő tíz évben végzett munkákról egy későbbi tanulmányban számolunk be.

## IRODALOM

- DRASKOVITS P., ZSILLE A.: Geofizikai kutatások Mongóliában IV. Komplex geofizikai ércindikációs kutatások. Magyar Geofizika **41**, 1, 45–46. o.
- ZSILLE A.: Mongóliai kutatások. Az ELGI 1977. évi jelentése 113. o.
- ZSILLE A.: Külföldi mérések. Az ELGI 1979. évi jelentése 92–93. o.
- ZSILLE A. Külföldi tevékenység. Az ELGI 1980. évi jelentése 133. o.

*Hobot József, Madarasi András,  
Simon András, Taba Sándor,  
Zsille Antal*

# HÍREK, BESZÁMOLÓK

## AZ EURÓPA-MÉRNÖKI CÍMRŐL

A műszaki társadalom régi törekvése a mérnöki diplomák konvertibilitásának biztosítása, mivel a különböző országokban a mérnökképzés jellegében eltérések tapasztalhatók és a képzés teljes ekvivalenciája nem valósítható meg objektív okok miatt.

A mérnöki tevékenységet a munkáltatók mellett az egyes országok mérnökszervezetei kísérik figyelemmel. Az 1949–50-ben felmerült nemzetközi mérnökszervezet gondolata 1951-ben valósult meg, az egyes országokban a hivatalosan bejegyzett mérnökszervezetek összefogásával. Elnevezése magyarul: Nemzeti Mérnökszervezetek Európai Szövetsége, rövidítése FEANI a francia elnevezés alapján (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs). A szövetség titkársága Brüsszelben működik.

A FEANI célja:

- A mérnökök együttműködésének elősegítése;
- A mérnökök szakmai érdekeinek támogatása és védelme;
- A különböző képesítést nyert európai mérnökök kölcsönös szakmai elismerése;
- A mérnökök helyzetének, szerepének és felelősségének meghatározása a társadalomban;
- Aktív együttműködés más nemzetközi mérnökszervezetekkel;
- A mérnökök érdekeinek és pozíciójának képviselése a nemzetközi szervezetekben.

Magyarország 1989-ben kezdeményezte és 1990-ben egyhangúan megkapta a tagságát. Ezzel egy időben meg-

alakult a FEANI Magyar Nemzeti Bizottság (MNB) és a Magyar Minősítő Bizottság (MMB). A magyar műszaki oktatási intézmények felülvizsgálata alapján valamennyi magyar, a műszaki felsőoktatásban részes intézmény bekerült a FEANI regiszterébe és ezáltal az egyes karon szerzett mérnöki diplomákat elfogadják az „Európa-mérnöki” minősítés alapfeltételeként.

A FEANI az Európa-mérnöki cím megalkotásával (1986) olyan szakmai minősítést hozott létre, mely garantálja a szakmai kompetenciát. A cím a szakemberek elismerését komplex módon, tanulmányaik és mérnöki gyakorlatuk alapján teszi lehetővé, és ezáltal biztosítja a mérnöki diploma szakmai értelemben vett konvertibilitását is.

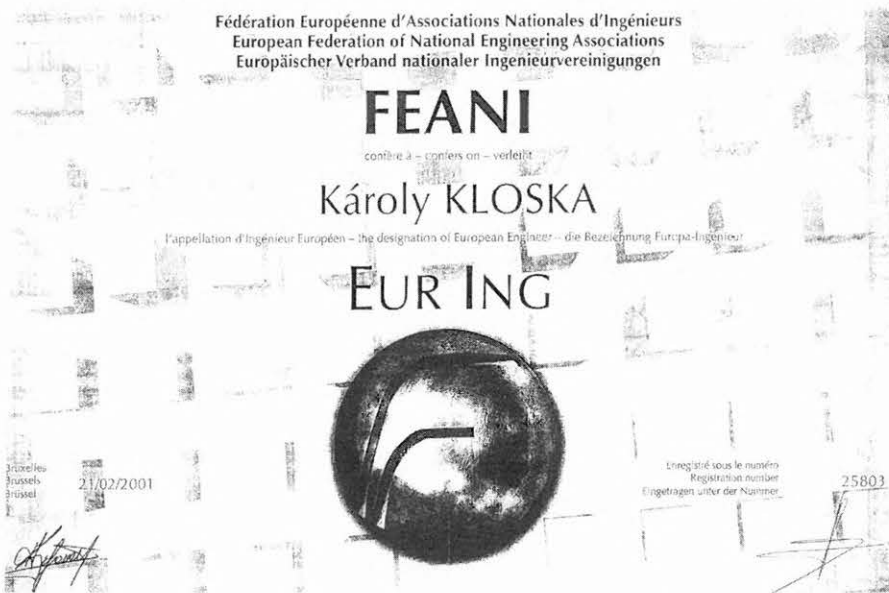
A FEANI sikerrel próbálkozik különböző nemzeti és nemzetközi vállalatokkal és vállalatcsoportokkal elfogadtatni az Eur Ing címet. Tapasztalatok szerint az Európa mérnöki minősítés referencia értéke mind egyéni, mind intézményi szempontból nő.

Az Európa-mérnökök országonkénti megoszlása szinte természetesen a nagy országok túlsúlyát mutatja, de érdekes képet ad a jelentős exportot és nemzetközi kereskedelmet lebonyolító kis országokban bejegyzett Európa-mérnökök viszonylag jelentős száma is (pl. Finnország, Írország, Svájc).

Öröndetes, hogy hazánkban komoly érdeklődést váltott ki az Eur Ing diploma megszerzésének lehetősége. Az 1999. szeptember 30-i adatok szerint Európában 24 674 fő nyerte el a minősítést, ebből 448 volt magyar. (A magyar létszám jelenleg 557 fő.)

A cím megszerzéséhez a FEANI Magyar Nemzeti Bizottsághoz kell a pályázati anyagot benyújtani, amelyet az megvizsgál, s ha megfelel a FEANI követelményeinek, akkor továbbítja Brüsszelbe a FEANI Európai Minősítő Bizottsághoz. Ha megfelelőnek tartja a pályázatot, akkor a várományosnak az Eur Ing címet adományozza és bejegyzi a FEANI Regiszterbe. Az adományozásról diplomát állít ki és azt eljuttatja a Magyar Nemzeti Bizottsághoz, amely évente egyszer, ünnepélyes keretek között osztja ki.

Az összeállítás a FEANI Magyar Nemzeti Bizottságnak az Európa-mérnöki cím elnyerésének lehetőségeiről szóló tájékoztató alapján készült.



*A Magyar Geofizika szerkesztősége gratulál KLOSKA Károlynak!*

*Kloska Károly*

## EÖTVÖS LORÁNDRA ÉS FÉNYES IMRÉRE EMLÉKEZTÜNK

2002. április 27-ére esős, borult időt ígért a meteorológiai jelentés — szerencsére kellemes napos idő kísért utunkon egészen Csabacsüdig, majd Kőtegyánig, ahol a magyar geofizikus és fizikus társadalom a helyi polgármesterek és önkormányzati képviselők jelenlétében emléktáblákat koszorúzott.



Csabacsüdön az Eötvös Loránd-emléktábla avatásán GYULAI József akadémikus mondott avatóbeszédet, illetve a helyi általános iskola kórusa és a szép számban megjelent helybeliek tették ünnepélyesebbé az alkalmat.

Az emléktáblán EÖTVÖS Loránd 15 éves korában írt két versének (egyiket édesapjához, másikat édesanyjához) négy-négy sora öleli át a nagy természettudós nevét. Az édesanyjához szóló verset Csabacsüdön írta. Szülei itt tartották esküvőjüket, Loránd gyermekkorában boldog időket töltött a családi birtokon, ahol szülei szívesen és gyakran tartózkodtak.

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és a magyar geofizikus társadalom nevében BODOKY Tamás, az

ELGI igazgatója koszorúzott.

Vándor, ha arra jársz, a Csabacsüdi Polgármesteri Hivatal előtti obeliszken elhelyezett Eötvös Loránd-emléktábla előtt egy percre állj meg! Tisztelegj a múltnak, meríts erőt a jövőre!

Kőtegyán FÉNYES Imre fizikusról (1917–1977) nevezetes. Szülőházában ma a Polgármesteri Hivatal működik.

Egyetemi tanulmányait Debrecenben, majd Kolozsváron végezte. 28 évesen a kolozsvári egyetem tanára, az Elméleti Fizikai Intézet vezetője. További útja Debrecenben át Budapestre vezetett, ahol az ELTE-n az elméleti fizika professzora lett.

1952-ben megjelent kvantumfizikai dolgozatával világhírnévre tett szert. Termodinamikai kutatásainak eredményei tovább öregbítették nemzetközi hírnevét, s ezekkel az eredményekkel messze megelőzte korát.

FÉNYES Imre szülőházának falán emléktáblát avattunk, ahol a helyi tiszteletadók jelenlétében ünnepi műsor keretében KOVÁCH Ádám, FÉNYES professzor tanítványa mondott avató beszédet.

Az ELGI és a magyar geofizikusok nevében BODOKY Tamás, FÉNYES Imre egykori tanítványa helyezte el a

tisztelet és megemlékezés koszorúját.

Mindkét ünnepségen a diákok, tanárok, polgármesterek és helyi lakosokon kívül részt vett az adott körzet országgyűlési képviselője is.

A fizikusokat GYULAI József, KOVÁCH Ádám és PLÓSZ Katalin, a geofizikusokat BODOKY Tamás, VERŐ László és BARÁTH István képviselte.

Az emléktáblák elhelyezésének célszerűségét, annak megvalósítását és az avatóünnepség megszervezését MÁRKI-ZAY Lajos, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat helyi elnöke végezte az érdeklét polgármesterek támogatásával. Áldozatos munkájuk köszönetet érdemel.

*Baráth István*

## AZ EÖTVÖS LORÁND GEOFIZIKAI ALAPÍTVÁNY 2001. ÉVI KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉSE

A Fővárosi Bíróság, az általa 8.Pk.64305. nyilvántartási számon (1990. november 30.) bejegyzett *Eötvös Loránd Geofizikai Alapítványt* az 1997. évi CLVI. tv. 22. § (3) bekezdés alapján 12.Pk.64305/6. nyilvántartásba vételi számon (1999. december 8.) közhasznú szervezetté minősítette. A közhasznú szervezet a fent megnevezett törvény 19. § (1) bekezdés alapján köteles, éves beszámolójának jóváhagyásával egyidejűleg, *közhasznúsági jelentést* készíteni.

### Számveteli beszámoló

A 219/1998. (XII. 30.) kormányrendelet szerint az Alapítvány egyszerűsített beszámolót köteles készíteni. A hivatkozott rendeletnek megfelelően elkészítettük és mellékeljük a beszámoló alapjául szolgáló 2001. évi mérleget és eredménykimutatást.



ALAPÍTVÁNY MEGNEVEZÉSE: Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány  
 ALAPÍTVÁNY CÍME: 1145 Budapest Columbus u 17-23

**EGYSZERES KÖNYVVITEL VEZETŐ ALAPÍTVÁNYOK  
 KÖZHASZNÚ BESZÁMOLÓJÁNAK MÉRLEGE**

2001 ÉV

Adatok Ft-ban

Sor- szám	A tétel megnevezése	Előző év	Előző év(ek) helyesbítései	Tárgyév
a	b	c	d	e
1.	A. Befektetett eszközök (2-4. sorok)			
2.	I. IMMATERIÁLIS JAVAK			
3.	II. TÁRGYI ESZKÖZÖK			
4.	III. BEFEKTETÉSI PÉNZÜGYI ESZKÖZÖK			
5.	E. Forgóeszközök (6-9. sorok)			
6.	I. KESZLETEK			
7.	II. KÖVETELÉSEK			
8.	III. ERTEKPAPIRÓK	35000		28000
9.	IV. PÉNZESZKÖZÖK	118		7040
10.	ESZKÖZÖK (AKTIVÁK) ÖSSZESEN (1-5. sor)	36188		36040
11.	C. Saját tőke (12-14. sorok)	36188		36040
12.	I. INDULÓ TŐKE	6000		6000
13.	II. TŐKEVÁLTOZÁS	27704		30143
14.	III. TÁRGYÉVI EREDMÉNY	2480		467
15.	D. Tartalék			
16.	E. Céltartalék			
17.	F. Kötelezettségek (18-19. sorok)			
18.	I. HOSSZÚ LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK			
19.	II. RÖVID LEJÁRATÚ KÖTELEZETTSÉGEK			
20.	FORRÁSOK (PASSZIVÁK) ÖSSZESEN (17-19. sor)	36188		36040



Magyar Könyvviteli Társaság 2002. 01. 03.

Form. 142/A-2000-X/2000

**EGYSZERES KÖNYVVITEL VEZETŐ ALAPÍTVÁNYOK KÖZHASZNÚ  
 BESZÁMOLÓJÁNAK EREDMÉNYLEVEZETÉSE**

2001 ÉV

Adatok Ft-ban

Sor- szám	A tétel megnevezése	Előző év	Előző év(ek) helyesbítései	Tárgyév
a	b	c	d	e
1.	A. Összes közhasznú tevékenység bevétele (1-3. sorok)			
2.	1. Közhasznú célra, működésébe kapott támogatás			
3.	a. Alapítói			
4.	b. Államháztartás más alrendszeréből			
5.	2. Pályázati úton elért támogatás			
6.	3. Közhasznú tevékenységekkel szembeni bevétel			
7.	4. Egyéb bevételek	3997		3326
8.	B. Vállalkozási tevékenység bevétele (9-10. sorok)			
9.	5. Nem cél szerinti (vállalkozási) bevételek			
10.	6. Egyéb cél szerinti tevékenység bevétele			
11.	C. Összes bevétel (1-3. sor)	3997		3326
12.	D. Közhasznú tevékenység költségei			
13.	E. Vállalkozási tevékenység költségei			
14.	1. Nem cél szerinti (vállalkozási) tevékenység költségei			
15.	2. Egyéb cél szerinti tevékenység költségei			
16.	F. Összes tevékenység költségei (12-13. sor)	1517		2859
17.	G. Fenntartáshoz nem kapcsolódó költséghelyesbítések			
18.	H. Adózás előtti eredmény	2480		2859
19.	I. Adóztatási kötelezettség	0		0
20.	J. Tárgyévi eredmény (18-19. sor)	2480		467

Tájékoztató adatok (E Ft-ban)

Megnevezés	Összeg	Megnevezés	Összeg
A. Személyi jellegű ráfordítások		B. Anyagi jellegű ráfordítások	
C. Ertekezéses leírás		D. Egyéb költségek ráfordítások	118
E. A szervezet által nyújtott támogatások		F. Ezzel egyenlő összegű támogatások	2771



Készült: Budapest, 2002. 01. 03.

T. 1725/A-2000-X/2000

**A költségvetési támogatás felhasználása**

Az Alapítvány nem részesült költségvetési támogatásban a beszámolási időszakban.

**Kimutatás a vagyon felhasználásáról**

A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás a mérleg forrásoldalának a 8/1996. (I. 24.) sz. kormányrendelet szerinti tagolását jelenti. A források az Alapítvány vagyonának eredetét mutatják. A mellékelt mérleg szerint az alapítói vagyonhoz (1990. november 30.) képest, a korábbi évek növekedési tendenciáját folytatva, a saját tőke kismértékben, de 2001-ben is növekedett.

**Kimutatás a cél szerinti juttatásokról**

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

- Tudományos tevékenység, kutatás 445 931 Ft
- Nevelés, oktatás, képességfejlesztés 394 700 Ft
- Kulturális örökség megóvása 700 000 Ft
- Műemlékvédelmi közhasznú tevékenység 1 200 000 Ft

összesen 2 740 631 Ft

**Költségvetési szervtől kapott támogatás**

Az Alapítvány a 2001. évben költségvetési szervtől vagy alaptól nem kapott támogatást.

**Az Alapítvány vezető tisztségviselőinek nyújtott juttatás**

Az Alapító Okiratnak megfelelően semmilyen juttatásban sem részesültek a tisztségviselők.

**Beszámoló a közhasznú tevékenységről**

Az Alapítvány 2001. évi működését az alapszabályában rögzített és a fentiekben részletezett közhasznú tevékenységek végzése jelentette (tudományos díj, szakmai gyakorlat, ösztöndíj, konferenciákra történő utaztatás, Eötvös Loránd munkásságát követő — tudománytörténeti értékű — geofizikai mérőműszerek rekonstrukciója és bemutatása).

Az Alapítvány tárgyévi gazdálkodása zökkenőmentes volt, minden számláját határidőre kifizette, készpénzforralmában fennakadás nem volt.

Budapest, 2002. március 28.

az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány kuratóriuma

# PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány az előző évek gyakorlatával egyezően elő kívánja segíteni a magyar geofizikusok eredményeinek nemzetközi ismertetését és a hazai szakemberek nemzetközi munkacsoportokban, projektekben történő közreműködését. E cél érdekében utazási támogatásban részesíti a külföldi konferenciákon előadást tartó szakembereket, ill. a nemzetközi tudományos projektekben stb. résztvevőket.

A pályázat benyújtható a megfelelő kérdőív kitöltésével, amely beszerezhető az ELGI Titkárságán (Budapest, XIV., Kolumbusz u. 17–23.), vagy letölthető a [www.elgi.hu](http://www.elgi.hu) honlapról.

A támogatás megítélésének általános szempontjai:

- 1) A támogatás nem haladhatja meg a felmerült költségek 50%-át.
- 2) Egy személy évente csak egy alkalommal részesülhet támogatásban.
- 3) A pályázatot legkésőbb a tervezett utazás előtt 3 hónappal be kell nyújtani.
- 4) Hazaérkezés után 15 napon belül úti beszámolót kell benyújtani.

A pályázatokat az alábbi címre kell beküldeni: Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány, 1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

*az Alapítvány kuratóriuma*

## GEO 2002

### MAGYAR FÖLDTUDOMÁNYI SZAKEMBEREK VI. VILÁGTALÁLKOZÓJA

2002. augusztus 21–25.  
SOPRON

KELET ÉS NYUGAT HATÁRÁN  
FÖLDTUDOMÁNYI OKTATÁS ÉS SZEMLELETFORMÁLÁS  
A KÖRNYEZET ÉS A TERMÉSZET VÉDELMEBEN

Részletes információ:

Magyarhoni Földtani Társulat  
(Hungarian Geological Society)

H-1027 Budapest, Fő utca 68.  
Postacím: H-1371 Budapest, pf. 433.  
Telefon: 1-201-9129 (Zimmermann Katalin)  
Fax: 1-3561215  
E-mail: [mail.mft@mtesz.hu](mailto:mail.mft@mtesz.hu)

A rendezvény körlevele megtalálható a világhálón is a  
<http://lazarus.elte.hu/hun/hungeo> címen

Rendező: Magyarhoni Földtani Társulat

Társrendezők:

Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság (MFTTT)  
Magyar Földrajzi Társaság (MFT)  
Magyar Geofizikusok Egyesülete (MGE)  
Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat (MKBT)  
Magyar Meteorológiai Társaság (MMT)  
Magyar Tudományos Akadémia (MTA)  
Nyugat-Magyarországi Egyetem (NyME) – Sopron  
Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz)

## OLAJIPARI KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztálya  
2002. október 10–12. között rendezi XXV. nemzetközi olajipari konferenciáját és kiállítását.

*A rendezvény helyszíne és időpontja: Balatonfüred, Hotel Annabella*

*A konferencia témakörei:*

- Kutatás, a geotudományok integrációja
- Kúttervezés, intelligens kútkiképzés
- Tárolómonitoring és –management
- Korai termelés, minimális eszközigény
- Marginális mezők, élettartam-növelő technológiák
- Felszíni fejlesztések, mezőfelszámolás
- Esettanulmányok
- Olaj-, termék- és gáz-tranzitvezetékrendszerek
- Biztonság, veszélyazonosítás, kockázatbecslés
- Távvezeték-rehabilitáció, üzembe-, üzemben kívül helyezés
- Olaj, gáz és termékek tárolása, kezelése
- A geotermikus energia hasznosítása
- Víz- és hulladékmanagement, környezetterhelés
- Magyar SPE szekcióülés

*A konferencia nyelve: magyar és angol szikrontolmácsolással.*

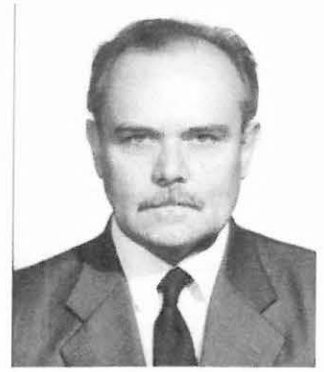
*A rendezvényről részletes információ kérhető: Montan-Press Rendezvényszervező, Tanácsadó és Kiadó Kft.,  
tel. (1)201-8083, (1)201-8948  
E-mail: [montanpress@axelero.hu](mailto:montanpress@axelero.hu)  
[www.montanpress.hu](http://www.montanpress.hu)*



# *In Memoriam:*

## **DR. KÖRÖSSY LÁSZLÓ**

1912–2002



2002. február 15-én, kilencven éves korában elhunyt dr. KÖRÖSSY László geológus, tanár.

KÖRÖSSY László 1912. augusztus 21-én született Hernádsadányon (a mai Szlovákiában). A gondtalan gyermekévek után a trianoni béke az ott élt magyarokat nehéz helyzetbe hozta. Aki magyarul akart tanulni, annak vállalni kellett az átszökést a határon. Lászlót nagynénje vette magához, így Budapesten járt elemi iskolába, majd a Lónyai utcai Református Gimnáziumba. Tanulmányait a Pázmány Péter Egyetem Bölcsész Karán folytatta. PAPP Károly professzor engedélyével szülőfaluja környezetének geológiai szerkezetét szerette volna tanulmányozni, és azt doktori disszertációjához felhasználni. Feltérképezte a területet, de visszautaztában a határon letartóztatták, és kémkedés vádjával bebörtönözték. Másfél év letöltése után politikailag megbízhatatlannak, büntetett előéletű katonának két évre Morvaországba vitték. A Felvidék visszacsatolása után leszerelték, és visszatérhetett Magyarországra. 1938-ban a Műegyetem Ásványföldtani Tanszékén VENDL Aladár professzor tanársegédje lett. Közben ismét behívták katonának, részt vett az erdélyi bevonulásban. Az 1942-es tanév befejezése után, anyagi okok miatt, a Magyar-Német Ásványolaj Rt.-hez csatlakozott. Dolgozott Biharnagybajomban, Letenyén, Alsólendván stb. A második világháború alatt a zistersdorfi olajmezőre vezényelték, megjárta Bajorországot, de mihelyt lehetőség adódott, visszatért Magyarországra. 1945 és 1953 között a MASZOVOL első geológusainak egyike volt,

és a Magyar-Szovjet Olaj Rt. főgeológusaként a nagyalföldi olajkutatásokat irányította. A MASZOVOL megszűnése után, 1953–1976 között az OKGT Földtani Főosztályán továbbra is a nagyalföldi kőolaj- és földgáz-előfordulások felfedezésében és feltárásában játszott jelentős szerepet. Része volt abban, hogy az ország szénhidrogén-bányászatának súlypontja a Dunántúlról áttolódott az Alföldre. Időközben, 1959–1962 között, Kínában kőolaj-kutatási szaktanácsadó volt. Szakmai tevékenységéért számos más kitüntetés mellett 1970-ben Állami Díjat kapott. 1976-ban nyugdíjazták, de munkásságát tovább folytatta: a MÁFI szakértője volt 1991-ig. Tudományos eredményeit több mint 130 szakirodalmi munka, továbbá az 1963-ban elnyert föld- és ásványtani tudományok kandidátusa fokozat jelzi. Az 1960-as években a Miskolci Nehézipari Egyetemen kőolajföldtant tanított. Külföldön, így pl. a pekingi Geológiai Egyetemen tartott előadásai öregbítették a magyar földtani szakemberek hírnevét.

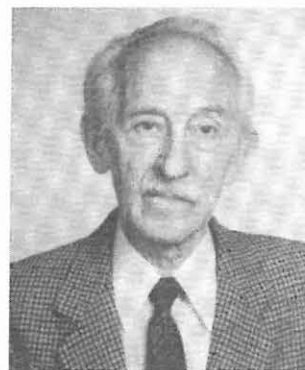
KÖRÖSSY László 1935-től tagja, 1944-től választmányi tagja volt a Magyarhoni Földtani Társulatnak. A Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja volt. Mind az MFT-ben, mind az MGE-ben Tiszteleti Tag volt.

Dr. KÖRÖSSY László, később Laci bácsi törekvő, a végsőig kitartó, küzdő, másokat segítő, barátságos, jó modorú, tiszteletre méltó egyéniség volt, aki munkatársaival jó kapcsolatot alakított ki. Tanácsait a szakmai és a magánéletben egyaránt érdemes volt megszívlelni. Emlékét megőrzi a család, a volt munkatársak, mindazok, akik ismerték és szerették.

*Somfai Attila*

# DR. CSÍKY GÁBOR

1915–2001



*Egy a Tudomány  
Egy a Haza  
Egy az Isten!*

A Küküllő vármegyei Kiskapuson született 1915. szeptember 20-án. Elemi és középiskolai tanulmányait Segesváron és Brassóban végezte.

Először a budapesti József Nádor Műegyetem vegyészmérnöki karára, majd a román főváros tudományegyetemére iratkozott be. Tanulmányait azonban meg kellett szakítania, hogy a román hadseregben katonai szolgálatot teljesítsen. Bukarestben kapott természetrajz-kémia szakos tanári diplomát 1940-ben.

A második bécsi döntés idején a román hadseregben szolgált. Leszerelése után Kolozsváron, az újra FERENC JÓZSEF nevét viselő egyetemen lett gyakornok, SZENTPÉTERY Zsigmond professzor mellett.

Néhány hónap múlva, 1941 márciusában felcserélte Kolozsvárt Budapesttel, és VENDL Aladár professzor tanárségéjé lett a budapesti Műegyetem Ásványföldtani Tanszékén. Nála szerezte meg a doktori címet is.

Életének döntő fordulata 1942-ben következett be, amikor a József Nádor Műegyetemtől megválvá a Magyar–Német Ásványolaj Rt. (MANÁT) alkalmazottja lett. Ezzel egy életre (nagyon mozgalmas és eredményes életre) eljegyezte magát a szénhidrogén-kutatással.

Mint üzemi geológus elsősorban a nagyalföldi kutatásoknál (Tótkomlós, Kőrösszegapáti, Berekböszörmény, Kismarja), valamint a Muraközben dolgozott.

1944-ben kilépett a MANÁT szolgálatából, 1945 januárjában katonai szolgálatra kellett bevonulnia. Márciusban csapattestét elindították Ausztriába. Először a németek (!) fegyverezték le őket, majd amerikai hadifogságba kerültek. Szeptemberben érkezett haza, majd az igazolási eljárás befejezése után leszerelték.

1946-tól az időközben gazdát cserélt Magyar–Szovjet Olajpari Rt. (MASZOVOL, majd MASZOLAJ) geológusa, majd üzemvezetője lett. Ez alakult át később OKGT-vé (Országos Kőolaj- és Gázpari Tröszt), amelynek CSÍKY Gábor szorgalmas és eredményes munkatársa maradt 1976 májusában bekövetkezett nyugállományba vonulásáig.

1950-ig a Nagyalföldön dolgozott (Berekböszörmény, Biharnagybajom). Majd a sikeres cinkotai, demjéni, fedémesi és őrszentmiklósi kutatásokat vezette a budapesti Kutatási Főosztályon. 1951–54-ben a MASZOLAJ Geofizikai Vállalatának főgeológusa volt. Nyugdíjasként 1977-től 1991-ig a Magyar Állami Földtani Intézetnek dolgozott.

A földtudományokat mindig szerves egységnek tekintette, elméletben és gyakorlatban is. Ennek megfelelően egyaránt tagja volt a Magyar Földrajzi Társaságnak, a Magyar Geofizikusok Egyesületének, a Magyarhoni Földtani Társulatnak, és az Országos Magyar Bányászati-Kohászati Egyesület (OMBKE) Kőolaj-, Földgáz- és Víznyászati Szakosztályának. A Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja volt, később tiszteleti tagja lett.

Az 1960-as évektől kezdve érdeklődése mindinkább a földtani tudományok múltjára irányult, és szakirodalmi tevékenysége is erre a területre helyeződött át. Alapító tagja volt 1970-ben a Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) Tudománytörténeti Szakcsoportjának, és lelkes szerkesztője a Földtani Tudománytörténeti Évkönyvnek. 1976-ban az IUGS (a Földtudományok Nemzetközi Uniója) és az IUHPS (A Tudománytörténet és Tudományelmélet Nemzetközi Uniója) közös bizottságának, az INHIGEO-nak rendes tagja lett. Tevékeny tagja volt a MTESZ Tudomány- és Technikatörténeti Bizottságának, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Tudomány- és Technikatörténeti Komplex Bizottságának.

Számos szakmai elismerésben és kitüntetésben részesült: a Bányászat, a Nehézipar, valamint a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója; a Bányász Érdemérem bronz, ezüst, majd arany fokozatát is megkapta. A Tudománytörténeti Szakosztály elnökévé választották, megkapta a MFT emlékgyűrűjét és tiszteleti tagságát, 34 éves kőolajföldtani munkásságáért pedig a Pro Geologia Applicata Emlékéremmel tüntették ki. 1989-ben MTESZ-díjat kapott. 1995-ben, 80. születésnapja alkalmából az ő tiszteletére készült az MFT Földtani Tudománytörténeti Évkönyvének különszáma.

1997-ben visszavonult a Tudománytörténeti Szakosztály elnökségétől, és annak örökös díszelnökévé választották.

A szakosztály működését Gábor bácsi továbbra is, élete végéig, figyelemmel kísérte, ameddig csak képes volt rá, részt vett a rendezvényein. Különösen örült az erősödő erdélyi kapcsolatoknak. Sajnos, „összekomorodott” egészsége már nem engedte meg neki, hogy — vágya szerint — még egyszer viszontláthassa fiatalságának Erdélyországát, kincses Kolozsvárt, a Farkas utcát. Felesége 55 évi házasság után 2000-ben elhunyt.

Szíve 2001. november 8-án szűnt meg dobogni. Hamvait a rákoskeresztúri köztemetőben helyezték örök nyugalomra. Az unitárius egyház és a Magyarhoni Földtani Társulat búcsúztatta. Gyászolják fiai: Gábor és Zsolt, valamint családjuk.

Szakmai hagyatékának nagyobb része a Magyar Természet-tudományi Múzeum Tudománytörténeti Gyűjteményében, kisebb része a zalaegerszegi Magyar Olajipari Múzeum archívumában nyert elhelyezést.

*Dudich Endre*





