

### TISZTELT KOLLÉGÁK!

Mea culpa... (Az ellenség keze betette a lábát... )..... 141

### MGE

www.mageof.hu ..... 142

### SZAKCIKKEK

Régi adat nem vén adat: Az Eötvös-ingás mérési eredmények újraélesztéséről

*Szafián Péter, Timár Gábor, Horváth Ferenc* ..... 146

Kaphatunk-e reflexiót hőmérséklet-különbségről?

*Prónay Zsolt, Törös Endre, Miskolczi Rita* ..... 152

Egy figyelemre méltó refrakciós módszer: F. W. Hales kiértékelési eljárása

*Polcz Iván* ..... 158

### CIKKEK, HOZZÁSZÓLÁSOK

A geotermikus hő kitermelésének lehetőségei az elárasztott recski mélyszinti bánya tárnaiból (Esettanulmány)

*Gööz Lajos* ..... 163

Zárszó A magyar geofizikai kutatás története tárgyú cikksorozathoz

*Aczél Etelka, Pintér Anna* ..... 165

Hozzászólások Szarka László Geofizika az Akadémián 1949–2005 című cikkéhez, a szerző viszontválasza

*Szongoth Gábor — Szarka László — Ifj. Zilahi-Sebess László* ..... 167

Hozzászólás Bodoky Tamás Becsapódási kráterek a Földön c. cikkéhez

*Stomfai Róbert* ..... 169

### HÍREK, BESZÁMOLÓK

Beszámoló a WSF 2005-ről — Pro Geophysica '2005 — Rendezvénytáptár 170, 176

### IN MEMORIAM

Cserepes Bálint ..... 175

46. évfolyam 4. szám



2006

## CONTENTS

<b>Foreword of the Editors</b> .....	141
<b>MGE (Association of Hungarian Geophysicists)</b>	
News .....	142
<b>Geophysical Papers</b>	
Old gravity never dies: On the revival of torsion balance gravity measurements <i>P. Szafián, G. Timár, F. Horváth</i> .....	146
Is it possible to get reflection from temperature differences? <i>Zs. Prónay, E. Törös, R. Miskolczi</i> .....	152
Application and advantages of a remarkable seismic refraction interpretation method by F. W. Hales <i>I. Polcz</i> .....	158
<b>Papers, comments</b>	
The possibilities of receiving geothermic energy from the tunnels of the deep mine of Reck (A case study) <i>L. Gööz</i> .....	163
Postscript to the series of articles "The history of the Hungarian geophysical investigations" <i>E. Aczél, A. Pintér</i> .....	165
Comments on "Geophysics and the Hungarian Academy of Sciences 1949–2005" (L. Szarka; Vol. 46, 3) <i>G. Szongoth, L. Szarka, L. Zilahi-Sebess</i> .....	167
Comments on "Terrestrial impact craters" (T. Bodoky, Vol. 45, 1) <i>R. Stomfai</i> .....	169
<b>News and Reports</b> .....	170, 176
<b>In Memoriam</b>	
Bálint Cserepes .....	175

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

## MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet  
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.  
Telefon: (1) 252 4999  
Felelős kiadó: dr. Fancsik Tamás igazgató  
Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter



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

**Index: 26 507**

# Tisztelt Kollégák!

## MEA CULPA...

### Az ellenség keze betette a lábát...

Az „INTERMAGNET: globális geomágneses rendszer” című cikk a 46. évf. 3. számában a szerkesztőségi szoba és a nyomdai megjelenés közötti úton egy kissé átalakult. Tartalmi része nem változott meg, de a külalakja módosult. Nagyobb baj, hogy a 111. oldalon, a 2. lábjegyzetben a Geomágneses-aerónómiai

Közösség ELGI-s munkatársainak névsora lemaradt. Ők a következők: HEILIG Balázs, CSONTOS András, KOVÁCS Péter, HEGYMEGI László.

A hibáról nem tehetek, de a hiba az hiba. Elnézést kérek az Olvasóktól, de különösen az érintett munkatársaktól.

Tóth Lajos  
szerkesztő

---

## TÁMOGASSA A MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNYT!

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1990-ben létrehozott alapítványát még abban az évben bejegyezte a Fővárosi Bíróság. 1999-ben ugyanez a bíróság közhasznúvá minősítette. Ezért támogatóink adókedvezményekben részesülhetnek, illetve felajánlhatják személyi jövedelemadójuk 1%-át is az Alapítvány céljaira.

*Az Alapítvány célja (az Alapító Okirat szerint):*

- 1) Tudományos tevékenység, kutatás keretében közhasznú tevékenységként geofizikával összefüggő szakcikkek szerzőinek jutalmazása és szakmai rendezvények szervezése.*
- 2) Nevelés, oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés keretében közhasznú tevékenységként fiatal geofizikusok műszaki-tudományos ismeretei bővítésének, továbbképzésének szakmai támogatása, első előadók díjazása, a geofizikával összefüggő kulturális, ismeretterjesztő rendezvények, tanulmányi kirándulások szervezése.*
- 3) Szociális tevékenység, családsegítés, idős korúak gondozása, közhasznú tevékenység keretében szociális jellegű támogatás nyújtása a geofizika területén tevékenykedők részére eseti, meghatározott összegű juttatás formájában.*

Az 1990-ben 300 000 Ft-os törzstőkével alakult szervezet 2004 végéig mintegy 30 millió Ft támogatást tudott nyújtani elsősorban a szociálisan rászorulóknak, másodsorban ösztöndíjjal támogatta a külföldi konferenciákon előadást tartó, vagy külföldi tanulmányutat elnyerő 36 éven aluli kutatókat. Ezek mellett biztosítottuk az „év tudományos cikkei” szerzőinek jutalmazását, rendszeresen hozzájárultunk az Ifjúsági Ankét rendezéséhez és támogattuk a nagyszerű tudományos igényű nyugdíjas kirándulásokat, valamint a geofizikai tankönyvkiadást. A személyi jövedelemadó 1%-ából befolyó összegeket pedig maradéktalanul — a Magyar Geofizikusok Egyesületével közösen — az egyre jelentősebb Ifjúsági Ankét támogatására fordítjuk. Bevételeink 1997-ig növekedtek, majd néhány évi stagnálás után az első veszteséges évünk a 2000. év volt. Azóta az évi mintegy 3 M Ft-nyi kiadás mellett 1 M Ft-nyi veszteséggel zárunk. 2005. január 1-én alapítványunk összes pénzeszköze kereken 10,773 M Ft volt.

Az adakozni kívánók bővebb felvilágosítást a Magyar Geofizikusok Egyesülete titkárságán Bellér Évától kaphatnak, telefon: 06 1 20 19 815.

## www.mageof.hu

Az elmúlt év karácsonyán *virtuális* ajándékot kaptak azok a tagtársak, akik figyelemmel kísérték (vagy kísérették) az Egyesület honlapját. Megszületett az MGE honlapjának harmadik változata, és végre van saját, önálló honlapcímünk is: [www.mageof.hu](http://www.mageof.hu). Már a honlapcím, azaz a domain-név bejegyzés is érdekes történet: a [www.mge.hu](http://www.mge.hu) név mögött a Magyar Gépjárműimportőrök Egyesülete bújkol meg, a [www.mge.com](http://www.mge.com) a Madison Gas & Electric cég honlapjához a havas Wisconsinba vezet, a [www.geofizika.hu](http://www.geofizika.hu) címet 2002-ben geomegás kollégáink foglalták le. A [www.magyargeofizika.hu](http://www.magyargeofizika.hu) honlapcím nagyon szép lett volna, de a látogatónak mindentől elmenne a kedve, ha ilyen hosszú címet kellene begépelnie. Maradt tehát a MaGeof, ami magyaros is, meg geofizikus is...

### *Miért van szükség új honlapra?*

Az Egyesület már 1997-ben felismerte, hogy közönségszolgálati és szakmai tájékoztatási céljainak eléréséhez az elektronikus információközlés, azaz egy önálló honlap fontos eszköz. Azóta ez nemcsak természetes, hanem bizonyos pályázatok elnyerésének feltétele is lett, hogy a civil szervezetnek legyen honlapja, és azon nyilvánosságra hozzon bizonyos anyagokat. Először az MTA Geodéziai és Geofizikai Intézetének (MTA GGKI, Sopron), majd az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) szerverén kapott lehetőséget honlapjának megjelenítésére. Jelenleg ezek a portálok hozzáférhetők, de mind magyar, mind angol nyelvű változataik elavultak.

Egy másik tényező akkor merül fel, ha szakmai szemmel olvassuk a napisajtót vagy nézzük a televíziót. Már hosszú ideje sajnálattal látjuk a szakmai közönségtájékoztatás és a közoktatás alacsony színvonalát saját tudományterületünkön. A tudománytalan vagy alaptalan információk visszaszorítására talán az szükséges, hogy az Egyesület vállalja az ismeretterjesztés feladatát, és erre megkeresse az olcsón megvalósítható, de az olvasót hatékonyan befolyásoló módszereket. Azt hisszük, hogy egy jól felépített és szakszerűen gondozott honlap erre lehetőséget nyújt.

Mind ez ideig az Egyesület elektronikus fejlesztéseinek megvalósításához, így a weblapok programozásához külső segítséget nem vett igénybe.

### *Alapelvek a honlap tartalmára és működtetésére*

Figyelembe véve az Egyesület szakmai hagyományait és etikai normáit, közönségszolgálati elkötelezettségét és a nemzetközi földtudományi társadalom általunk is elfogadott elvárásait, végül anyagi lehetőségeink korlátos voltát, a szükségképpen létrehozandó új honlap elveiként az elnökség az alábbiakat fogadta el:

1. A honlapnak legalább kétnyelvűnek kell lennie, elsőként a magyar és angol változatot szerkesztjük meg.
2. A honlapnak tükröznie kell azt, hogy az Egyesület a régiókban is működik, emiatt a területi csoportoknak önálló felületet kell biztosítani.
3. A honlap elsődleges célja a tagság gyors és olcsó tájékoztatása, beleértve a társtudományok egyesületi munkájáról szóló tájékoztatást is.
4. A honlap másik fontos célja a nem szakmai (laikus) közönség tájékoztatása a geofizika tudományának területéről, a tudománytalan/áltudományos nézetek visszaszorítása; emiatt három „Kérdezd meg a geofizikust” felületet és egy kétnyelvű „Álláspontunk szerint” felületet lenne érdemes a jövőben kialakítani.
5. A honlap meg kell hogy feleljen azoknak az elvárásoknak, amelyeket az Egyesület a külföldi kapcsolatok és a határon túli magyar szakemberek, ill. a tanulóifjúság támogatása terén saját maga elé állított; helyet kell majd biztosítani a Kárpát-medencei információcserének.
6. A honlap jelentős része társadalmi munkában kell, hogy megvalósuljon (kihasználva a tagság magas szintű számítógépes tudását), de a dinamikus weblap-programozás és a szerveroldali programozás területén külső szolgáltatók egyszerű igénybevétele van szükség.
7. A honlap szerveréül az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet hálózati gépe szolgál, kihasználva ennek szabad kapacitását.

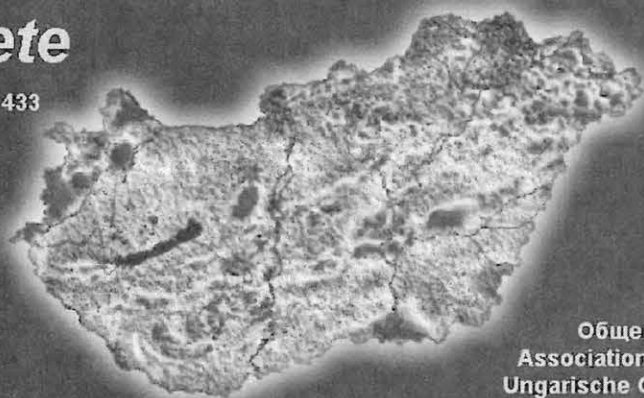
### *A honlap, ahogy ma látható...*

Nos, ezek után kérjük az olvasót, hogy hívja be számítógépének böngészőjével a [www.mageof.hu](http://www.mageof.hu) portált. Amit lát, az az egyesületi honlap nyitólapjának a decemberben elkészült harmadik próbaváltozata. Már ha tényleg a következő oldalon levő képet látja. Mert az embernél nincs csudálatosabb, csak a böngészőprogramok sokfélesége. Az igazán profi programozó meg tudja úgy csinálni a honlapját, hogy az mindegyik böngészővel, minden képernyőn élvezhető legyen. Jelen esetben ez távolról sem igaz, például a Mozilla böngészővel nem jelennek meg a szalagcímek...

Reméljük, az Egyesület adatai mellett sikerült felismernie, hogy az ország egyik mágneses térképét látja a háttérben. KISS János és munkatársai térképe igazában azért került ide, mert egyedül ennek a térképnek a színvilága illik a kék háttérhez, amely viszont az egyesületi embléma színével kellett, hogy egyezzen...

# Magyar geofizikusok Egyesülete

H-1371 Budapest, POB 433  
(361)-201-9815  
geophysic@mtesz.hu  
mageof@elgi.hu



Общество Венгерских Геофизиков  
Association des Géophysicistes Hongrois  
Ungarische Geophysikalische Gesellschaft  
Association of Hungarian Geophysicists

Üdvözljük a Magyar Geofizikusok  
Egyesületének honlapján!

Welcome to the Association of  
Hungarian Geophysicists!



[frissített rendezvéynaptár...](#)

[friss hírek az Egyesület életéből...](#)

[az Egyesület közleményei, véleménye...](#)

Menjünk lejjebb. A nyitólapon választhatunk, hogy angolul vagy magyarul kívánunk-e a magyar geofizikusok életéről informálódni. Bár az angol variációban is van bőven olvasni (és javítani) való, a magyar nyelvű rész gazdagabb, frissebb, talán hibátlanabb. A jobb alsó sarokban három „királyvágányt” helyeztünk el: ezekre kattintva, közvetlenül azokra az oldalakra ugorhatunk, amelyek a honlap rendszer látogatóit érdekelhetik: a naprakész rendezvéynaptárra, a friss hírekre és az Egyesület közleményeire.

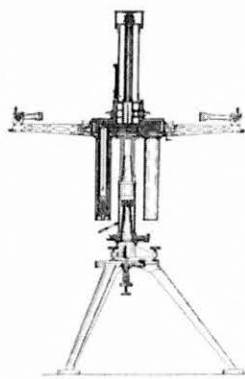
Tételezzük fel, hogy a látogató az alább látható magyar nyelvű kezdőlapot nyitja meg. Ez (és majdnem mindegyik további lap) három részre tagolódik. A baloldali hasáb a *menüszo*lp: innen a megfelelő fejezetekre (rovatokra) lehet kerülni. A *fejléc* mindegyik lap tetején megjelenik, jelezve a látogatónak, hogy hol is jár a böngészőjével. A fejlécben levő *szalagcím* egy-két időszerű dologra hívja fel a látogató figyelmét: ha szükséges, ezt hetente cseréljük.

## Magyar Geofizikusok Egyesülete

Association of Hungarian Geophysicists

A Közgyűlés időpontja: április 21! az Ifjúsági Ankét regisztrációja febr. 28-ig meghosszabbítva!

### Az Egyesület bemutatkozik



A Fold fizikájának tudománya és az ásványi nyersanyagok fizikai módszerekkel történő keresésének tudománya (ez a geofizika) fiatal tudomány. Mi, magyar geofizikusok, buszkék vagyunk arra, hogy az első gravitációs (a Föld nehézségi erejét mérő) nyersanyagkutató műszert magyar tudós (báró Eotvos Loránd) szerkesztette, a világon először Magyarországon mutattak ki geofizikai eszközzel olajmezőt (EgHELL, 1916) és a világ első (1907) gyakorlati geofizikai intézete az Eotvos Loránd Geofizikai Intézet - ELGI (a kezdetekről lásd a történeti áttekintést).

A Magyar Geofizikusok Egyesülete (MGE) 1954-ben alakult, azóta élveztek és megszenvedtek a történelmi változásokat (lásd az *ötvenéves jubileum alkalmából írt visszatekintést*). Ezen a honlapon ismertetjük az egyesület szervezeti felépítését és alapdokumentumait, bemutatjuk helyi szervezeteinket. Beszámolunk szakmánk, tudományunk és szaktársadalmi életünk eseményeiről, hirdetjük saját és társegyesületeink programjait. Ismertetjük lapunk, a Magyar Geofizika tartalmát (és a szakmába vágó más folyóirattartalmakat is). Mindezek természetesen nem elegendőek szakmánk társadalmi helyének megőrzéséhez. Ez a honlap nem csak a geofizikusoknak szól: ha diák vagy, *írd meg kérdéseidet*, tehetséged szerint válaszolni fogunk. Ha Ön érdeklődik tudományunk álláspontja iránt: keresse meg honlapunkon cikkgyűjteményünket és álláspontjainkat, kérje munkatársaink véleményét. Ha a nyersanyagkutatásban, a környezetvédelemben, a katasztrófa-elhárításban vagy a mérnöki munkában van szüksége geofizikai műveletekre, mint korszerű, gyors és olcsó eljárásokra, az Egyesület szakmai tanácsot és közvetítést ajánl fel.

Nosza, böngésszen/bongéssz anyagainkban. Ha ez hasznos lesz: örömkre szolgál. Ha hibát talál, vagy kiegészítést keres: írjon nekünk. A honlap: névjegy és tankönyv. "Amit ha figyelemmel néztek végig, Pótolja hű szorgalmunk gyengeségeit!" (Shakespeare)



☒ Törlés

SZERVEZET

CSOPORTOK

PROGRAMJAINK

HÍREINK

LAPUNKBÓL

MEGEMÉLYENK

IRJ(ON)!

vissza a fölapra

English version

Vegyük sorba a fejezeteket (a lap rovatait). A SZERVEZET az egyesület belső felépítését, alapszabályát, etikai kódexét tartalmazza, megadjuk tisztségviselőinket, tagnévsorunkat (sajnos, ez még nem naprakész), kitüntetéseinket és kitüntettjeinket; itt mutatjuk be a Magyar Geofizikusokért Alapítványt is. A CSOPORTOK rovat az Egyesület szakosztályait, területi csoportjait lenne hivatva bemutatni (reményeink szerint nemsokára bővebben). A PROGRAMJAINK rovatot, mint már említettük, közvetlenül is el lehet érni, mert ez ismerteti saját és társszervezeteink rendezvényeit (időrendi sorrendben). Minden rendezvényről szándékunk szerint részletes információkat lehet látni, vagy úgy, hogy megadjuk a rendezők honlapcímét, vagy úgy, hogy mellékeljük a kapott körlevelet. A már múlt idejű rendezvényeknek is utána lehet nézni: az archívumban megőriztük a vonatkozó anyagot.

A HÍREINK rovat, reméljük, közkedvelt, gyakran látogatott és sok mindenki által írt fejezet lesz. Itt az Egyesület életéről szóló beszámolóknak van helyük, de teret kívánunk adni a szélesebb szakmát érdeklő anyagoknak is. Mivel itt minden anyag a szerző nevével fog megjelenni, a szerkesztő a beérkező anyagon tartalmi változtatást nem végez, minden szerző viseli a felelősséget a saját anyagáért. Talán már az eddig feltöltött anyagokból is látható, hogy milyen tág lehetőség nyílt meg előttünk: színes képanyagot, előadások teljes PowerPoint prezentációját könnyen és gyorsan tudunk tálalni (várjuk, hogy legközelebb hang- és

mozgókép-állományt küldjön be valaki, ezt is mellékelni tudjuk...). A már nem friss hírek az archívumba kerülnek, visszakereshetők.

LAPUNKBÓL. Itt a MAGYAR GEOFIZIKA című lap (azaz, amelyet most Ön olvas) számainak tartalomjegyzékét és a cikkek tartalmi kivonatát adjuk meg, fordított időrendben (vagyis az éppen nyomdában levő szám van legfelül, mintegy ízelítőként). Most csak néhány számot dolgoztunk fel, de szándékunk szerint fokozatosan szeretnénk a régebbi számok ismertetésének is. A lap főszerkesztőjével, dr. BODOKY Tamással egyetértettünk abban, hogy nemcsak a tartalomjegyzéket, hanem az elektronikusan rendelkezésre álló teljes lapanyagot is érdemes feltölteni a szerverre: ez technikailag nem megvalósíthatatlan, és bizonyára hasznára válna kollégáinknak.

A KÖZLEMÉNYEK rovatban az Egyesület elnökségének, vagy egyes szervezeti egységeinek közérdekű kérései, közleményei láthatók. Itt helyezzük majd el az elnökségi ülések határozatait, ez lesz a helyük a közgyűlésre előterjesztett anyagoknak.

Az ÍRJ(ON) NEKÜNK rovat, be kell vallanunk, a szerkesztő kedvence, hiszen éveken át valami hasonló (és viszonylag forgalmas) rovatot gondozott a Magyar Geológiai Szolgálat honlapján. Itt szeretnénk eleget tenni az Egyesület közönségszolgálati és ismeretterjesztő kötelezettségének: válaszolunk a laikus olvasók kérdéseire.

## Magyar Geofizikusok Egyesülete

Association of Hungarian Geophysicists

Autumn meeting at Zalakaros, Sept. 22-23 announced!

**EAGE**

June 12 - 15, Vienna, Austria  
**EAGE, 68. Annual Meeting and Exhibition**

EUROPEAN  
ASSOCIATION OF  
GEOLOGISTS &  
ENGINEERS



August 20 - 26, Pécs, Hungary and Zagreb, Croatia  
**HUNGEO Meeting (8th Global Meeting of Hungarian Geoscientists)**  
**FIRST ANNOUNCEMENT in English**

**EAGE**

September 4 - 6, Helsinki, Finland: **EAGE-NearSurfaceGeophysicsDivision**  
**12th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics**

EUROPEAN  
ASSOCIATION OF  
GEOLOGISTS &  
ENGINEERS



September 22 - 23, Zalakaros  
**"Human and Geological Resources at the Beginning of the 21st Century"**  
**Conference and exhibition**

**FIRST ANNOUNCEMENT in English**

Nos, ilyen rovatokat tartalmaz az Egyesület újjáalakított magyar nyelvű honlapja. Az *angol variáció* (ld. fent), mint már említettük, egy kicsit kevesebb anyagot tartalmaz. Amely anyag vagy dokumentáció angolul rendelkezésre állt, azt feltöltöttük a szerverre, de a magyarról angolra való fordításnak nem kezdünk neki. Nagyrészt teljes a szervezet rovata (ORGANISATION), a magyarhoz hason-

lón hiányos a csoportok (COMMITTEES) rovat, viszont majdnem teljesen párhuzamos feltöltöttségű a rendezvények rovat és a Magyar Geofizika ismertetése (EVENTS és FROM OUR JOURNAL).

*Hogyan tovább?*

Sok gondolkodás után alakult ki a honlap formája és tartalma, de sem a megjelenést, sem a közölt anyagokat nem

tartjuk véglegesnek. A további technikai fejlesztéshez segítséget adhat a Nemzeti Civil Alapprogram civil szolgáltató, fejlesztő és információs kollégiuma által kiírt pályázat megnyerése. Ebből többek között az Egyesület titkárságán a weblapfejlesztést lehetővé tevő új szoftver beszerzését, valamint a szerveroldali dinamikus weblapfejlesztést és a távoli hozzáférés megvalósítását tervezzük. Az Egyesület tagságától a következő területeken várunk segítséget:

- a) *Technikai elemek.* Ez a honlap jelenlegi formájában a Microsoft Office FrontPage szerkesztővel készült, és csak igen minimális mértékig használ „dinamikus” elemeket (élgombokat, appleteket). A jövőben látványos és hatékony elemeket is szeretnénk használni a lapok változatossá tételéhez. Ehhez keressük a segítőkész kollégákat.
- b) *Tartalmi bővítés.* A honlap nagyrészt „hozott anyagból”, a rendelkezésre álló dokumentációkból készült (főleg az angol verzió hiányos). Várunk olyan állományokat, amelyek a honlap tartalmát gazdagabbá, információdúsabbá teszik. E téren a területi szervezetek közreműködése elengedhetetlen (lásd alább). Ha van régi fényképünk, térképünk, kérjük, hozzák be az Egyesület titkárságára, vagy a honlap szerkesztőségébe, az ELGI 3. emeletén. A régi anyagokat lemásoljuk, és azonnal visszajuttatjuk!
- c) Az Egyesület új honlapján nincsenek kellőképpen képviselve a *területi szervezetek* — ennek oka az, hogy az eredeti tervek szerint is a csoportoknak saját maguknak kell szolgáltatóniuk a rájuk vonatkozó állományokat. Az erre vonatkozó tervek a következők:
  - a honlap szerkezete önálló lapokat biztosít minden egyes területi szervezetnek (és a többi bizottságnak, egységnek is); a területi szervezetek által előállított állományok (működés, történet, friss hírek, tervek) ily módon kevés munkával tölthetők fel az egyesület honlapjának helyet biztosító ELGI szerverre;
  - célszerűnek látszik, hogy a területi szervezet jelöljön ki vagy válasszon meg egy „honlap-levelezőt”, aki kellő elhivatottsággal és gyakorlattal rendelkezik a saját honlaprész gondozásához; bizonyos gyakorlati

idő után a honlap-levelező saját hozzáférést kap a honlappal végzett műveletekhez, azaz önállóan alakíthatja saját csoportjának elektronikus megjelenését, és késedelem nélkül adhat tájékoztatást rendezvényeikről.

- minden területi szervezetnek törekednie kell arra, hogy saját honlapja a saját körzetének (régiónak) honlapjaihoz illesztve (csatolva) legyen.

Végig kell gondolnunk a *folyóirat és a honlap viszonyát* is. A honlap gyorsabb és színesebb megjelenést biztosít, sokkal olcsóbb, de nem lehet levenni a könyvespolcra és nem mindenki tudja elérni. A honlapot sokan tudják egyszerűen szerkeszteni, ennek sok előnye és néhány hátránya lesz. A jövőre vonatkozólag talán hasznos elolvasni UGUR YARAMANCI-nak, a *Near Surface Geophysics* szerkesztőjének sorait a lap elektronikus kiadásáról (First Break **24**, p. 3, 2006. február, rövidítve): „... a cikkek elektronikus terjesztése gyorsan növekszik, és valószínűleg csak idő kérdése, hogy ez szabványossá váljon, és nagymértékben helyettesítse a nyomtatást. Ennek ellenére a nyomtatott példányok nem tűnnek majd el teljesen, mivel még vannak előnyeik, és sok olvasónak ez jobban megfelel.”

Ami még fontosabb: úgy gondoljuk, hogy a honlap némiképpen megváltoztatja majd az Egyesület információáramlási szokásait is. Annak érdekében, hogy az Egyesület korszerű és a magyar geofizikusokat képviselő elsődleges érdekvédelmi szervezettel fejlődjék, ahhoz szükséges a gyors és olcsó belső információáramlás, valamint nyitottságunk a laikus közönség felé. Mindezt meg kell, hogy előzze az, hogy egyesületünk tagjai, ha tehetik, tegyék a kedvencek listájára a [www.mageof.hu](http://www.mageof.hu) címet.

Végezetül: a honlap szerkesztője még egyszer elismeri, hogy a honlap anyagának túlnyomó része mások által írt dokumentumokból született. A szerkesztés, a szövegellenőrzés és a feltöltés munkájában ZELEI Tamás, VERŐ László, HEGYBÍRÓ Zsuzsanna, PATTANTYÚS-Á. Miklós és TÓTH Lajos segítségét köszönöm.

*Kakas Kristóf*

# Régi adat nem vén adat: Az Eötvös-ingás mérési eredmények újraélesztéséről<sup>1</sup>

SZAFIÁN PÉTER, TIMÁR GÁBOR, HORVÁTH FERENC<sup>2</sup>

*A múlt század első felének legsikeresebb geofizikai műszere a torziós inga volt. Magyarország területén több tízezer ingamérést végeztek, melyek pontossága máig megállja a helyét, és felhasználhatók lennének a mai földtani kutatásokban. Sajnos az adatok jelentős része csak térképi formátumban lelhető fel. Cikkünkben egy olyan eljárást mutatunk be, amelynek segítségével az „analóg” térképekből digitális adatbázist hozhatunk létre. A módszer alkalmazásával eddig a hazai Eötvös-ingás mérések 15 százalékát sikerült feldolgozunk.*

**P. SZAFIÁN, G. TIMÁR, F. HORVÁTH: Old gravity never dies: On the revival of torsion balance gravity measurements**

*The most successful geophysical tool in the first half of the last century was the torsion balance constructed by Loránd Eötvös. Several tens of thousands of data were measured with this instrument in Hungary. The high accuracy of these data makes them very useful in geological explorations even today. Unfortunately, a significant part of them can only be found in maps. In this paper a method is presented that can be used to transfer the analogue maps into a digital data base. With the help of this method 15 percent of the Hungarian torsion balance measurements has been processed.*

## Bevezetés

A XX. század első felének legsikeresebb és legnagyobb geofizikai műszere kétségkívül az EÖTVÖS Loránd által kifejlesztett torziós inga [EÖTVÖS 1896, 1906]. Amint az SZABÓ Zoltán kiválóan dokumentált cikkében is olvasható [SZABÓ 2005], EÖTVÖS elsődlegesen alap kutatás céljából szerkesztette a torziós ingát, ám hamar felismerte, hogy a gravitációs és mágneses tér együttes felméréssel és értelmezésével megismerhetők a föld mélyében húzódó földtani szerkezetek. EÖTVÖS Loránd és munkatársai először a műszer terepi hitelesítését végezték el (Ság hegy 1891; Balaton 1901–1903; Fruška Gora 1902). Később az Erdélyi-medence gravitációs megkutatása (1912–14), majd az egebli antiklinális szerkezet geofizikai verifikálása és pontosítása 1916-ban [BÖCKH 1917], a szénhidrogén-kutatás számára is ismertté tette a torziós ingát.

Közel hetven éve, 1937. november 21-én a Budafapuszta-2 fúrásból megindult a mai Magyarország területén az első jelentősebb kőolajmező kitermelése [PAPP 1939; KÖRÖSSY 1988]. Hosszú út vezetett ideig. Budafapuszta környékét 1916 és 1919 között BÖCKH Hugó utasítására PAPP Simon s a hamarosan hozzá csatlakozó PÁVAI VAJNA Ferenc tanulmányozta felszíni geológiai felvételekkel és sekély kutatóaknákkal. Az általuk feltérképezett K–Ny irányú felboltozódás közepére tűzte ki az első fúrás helyét Craig CUNNINGHAM és BÖCKH Hugó, akik a terepet nem ismerték részletesen, de bíztak magukban és munkatársaikban. Az 1921–23 között lemélyített fúrás eredménytelennek bizonyult. PÁVAI VAJNA Ferenc későbbi magyarázata szerint a sikertelenséget az okozta, hogy az Anglo–Persian Oil Company Ltd. fúró mestere nem volt hajlandó a sáros terepen a dombtetőre felvinni a fúróberendezést, ezért a fúrás a boltozat déli szárnyán, s nem a tengelyén mélyült.

Tíz évvel később a Dunántúlra az European Gas and Electric Company Ltd. (EUROGASCO) kapott szénhidrogén-kutatási koncessziót. A vállalat technikai igazgatója PAPP Simon volt, aki kezdettől fogva nagy súlyt fektetett a geofizikai kutatásokra, elsősorban a torziós ingával végzett mérésekre. PEKÁR Dezső szerint 1941 áprilisáig 15 131 állomáson végeztek ingaméréseket [PEKÁR 1941]. A budafapusztai terület gravitációs felmérését 1934-ben végezték [VAJK 1935], melyet szeizmikus mérésekkel egészítettek ki. A geofizikai alapon kitűzött Budafapuszta-1 fúrás 1937-ben, az előző, sikertelen kísérlettől mintegy 1200 méter távolságban földgázt talált. Húsz évvel a sikeres egebli kísérleti mérés — és az azt szinte azonnal követő nemzetközi sikerek — után az Eötvös-inga végre Magyarországon is kivívta méltó helyét a szénhidrogén-kutatásban.

Az 1920-as években világszerte keresetté vált az Eötvös-inga, a hazánkban gyártott eszközök Európa számos országába, Indiába, Jáva szigetére, Afrika több területére és Kanadába is eljutottak. A legnagyobb érdeklődés az Angol Birodalomban és az Egyesült Államokban volt, ahol külön képviselője volt a műszernek [PEKÁR 1941]. A múlt század harmincas éveinek a végére azonban a graviméter átvette a vezető szerepet a gravitációs kutatásokban.

Úgy tűnt, hogy a gravitációs tér gradienseinek mérése és értelmezése tudománytörténeté válik. Alig néhány éve azonban BELL, ANDERSON és PRATSON arról számolt be, hogy az Amerikai Egyesült Államok haditengerészetének eszköztárából polgári használatra felszabadították a tenger-alattjárókban rendszeresített gradiométert. Ez az eszköz 12 gyorsulásmérőt tartalmaz és a nehézségi erőter teljes tenzorát képes meghatározni [BELL, ANDERSON, PRATSON 1997]. A modellszámítások szerint a gradiensek használatával pontosabban és részletesebben leképezhetők a meredek határokkal jellemezhető hatók, azok alsó határfelületeinek a topográfiája, valamint helyzetük meghatározása is pontosabbá válik [pl. COBURN, SCHNEIDER 2002]. Emellett fontos látni azt is, hogy a potenciáltér második deriváltjai erőteljesebben tükrözik a felszínközeli tömeg-inhomo-

<sup>1</sup> Beérkezett: 2005. május 19-én

<sup>2</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/C. Tel.: (1)381 2191, E-mail: szafian@ludens.elte.hu

genitások hatását, s emiatt ismeretük fontos hozzájárulást jelenthet a környezetgeofizikai kutatásokban.

## Adatok

„... sehol a világon nincs más ország, ahol ily nagy területre kiterjedő ily részletes és pontos gravitációs felmérések volnának. A tudományos anyag oly óriási, hogy annak közlése a legtömörebb módon, nagy quart alakban kilenc vaskos kötetet fog kitenni.” – írta PEKÁR Dezső [PEKÁR 1930]. Sajnos e kötetek megjelenésére nem került sor. SZABÓ [1999, 2004] szerint 1901 és 1967 között — ekkor mérték az utolsó Eötvös-ingás adatokat Magyarországon — EÖTVÖS Loránd és munkatársai, majd az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és az olajipar szakemberei összesen mintegy 60 000 állomáson végeztek hazánkban mérést torziós ingával, melyből körülbelül 5000 a mai Magyarország területén kívülre esik. Ezeket az adatokat szeretnénk a papírtérképek múlandóságából a talán biztosabban megőrizhető, de mindenféleképpen könnyebben használható digitális formába átalakítani. Ráadásul ezzel lehetővé válik más adatokkal való közvetlen összehasonlításuk is. Tudván azt, hogy ez nem egyszerű és gyorsan megoldható feladat, első lépésként igyekeztünk olyan mérések adatait feldolgozni, amelyek időben lefedik a torziós ingás kutatás közel hét évtizedét, némelyikük ráadásul fontos lépés is volt a hazai geofizika számára.

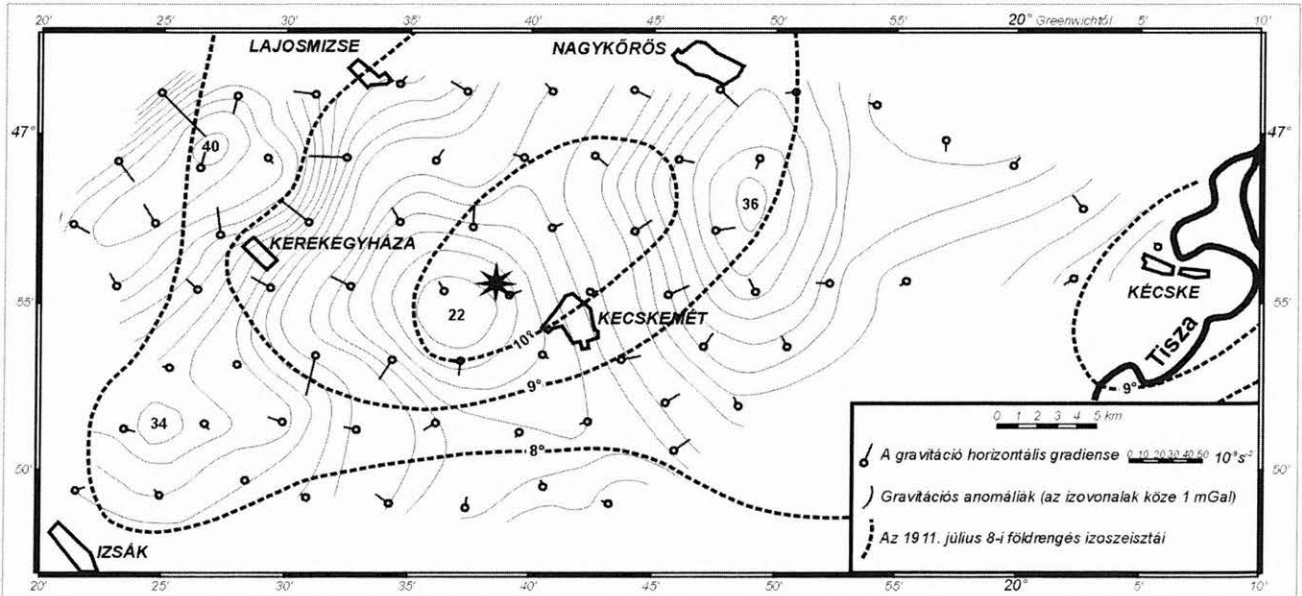
### A Balaton

Az első adatrendszer az addig talán legnagyobb nyilvánosságot kapott geofizikai méréssorozat adatait tartalmazta,

nevezetesen a Balaton jegén 1901. január vége és március eleje között, valamint 1903 februárjában felmért negyven állomás pontos koordinátáit és mérési eredményeit [EÖTVÖS 1908]. A mérést a Magyar Földrajzi Társaság Balatonbizottsága és annak vezetője, LÓCZY Lajos kérte és támogatta. A befagyott Balatonon elvégzett megfigyelések jelentették az Eötvös-inga első komoly terepi megmértetését, ráadásul a felszíni zavaró tényezők (topográfia) hatásától mentes környezetben. A mérésről és annak kalandos történetéről számos szerző részletesen beszámolt [pl. EÖTVÖS 1908; PEKÁR 1930; CHOLNOKY 1936; SZILÁRD 1974; SZABÓ 1999; POLCZ 2003], így ettől eltekintünk. Bár annyit szeretnénk megjegyezni, hogy a Politisches Volksblatt történetét [POLCZ 2003] EÖTVÖS és LÓCZY közös kalandjáról az elsodródott jégtáblán egyetlen magyar szerző sem említi, így ez a beszámoló alighanem féligazságokon alapuló újságírói túlzás.

### Kecskemét

1911. július 8-án földrengés rázta meg Kecskemét városát és környékét (fészekmélység 12 km,  $M=5.6$ ,  $I_0=10^\circ$ ). A rengés okának minél teljesebb feltérképezése érdekében EÖTVÖS Loránd és munkatársai torziós ingás és — mint minden más mérés esetében is — mágneses méréseket végeztek [EÖTVÖS 1912]. A méréseket Szegednél kezdték, majd egy zezugos vonal mentén eljutottak Kecskemétiig, ahol körülbelül négy kilométeres állomásközzel, 75 pontban határozták meg a nehézségi gyorsulás horizontális gradiensét (1. ábra). E mérésekről EÖTVÖS a XVII. Nemzetközi Földmérési Konferencián, Hamburgban számolt be.



1. ábra. A nehézségi gyorsulás horizontális gradienseinek térképe Kecskemét környékén [EÖTVÖS 1912 után]

Fig. 1. Horizontal gravity gradients around Kecskemét [after EÖTVÖS 1912]

A gravitációs eredmények mellett feltüntette a földrengés izoseisztáit is (RÉTHLY Antal adatai alapján), s így megállapítható, hogy a földrengés epicentruma — melyet az ábrán egy fekete csillag jelöl — a terület lokális gravitációs minimumába esik. Fontos eleme volt ennek az elő-

adásnak, illetve tanulmánynak, hogy felhívja a figyelmet arra: a torziós inga segítségével kimutathatók az antiklinálisok, s ennél fogva fontosak lehetnek a szénhidrogén-kutatásban. A kecskeméti gravitációs képet EÖTVÖS olyan „körhegységhez” hasonlítja, mint amilyenek a Hol-

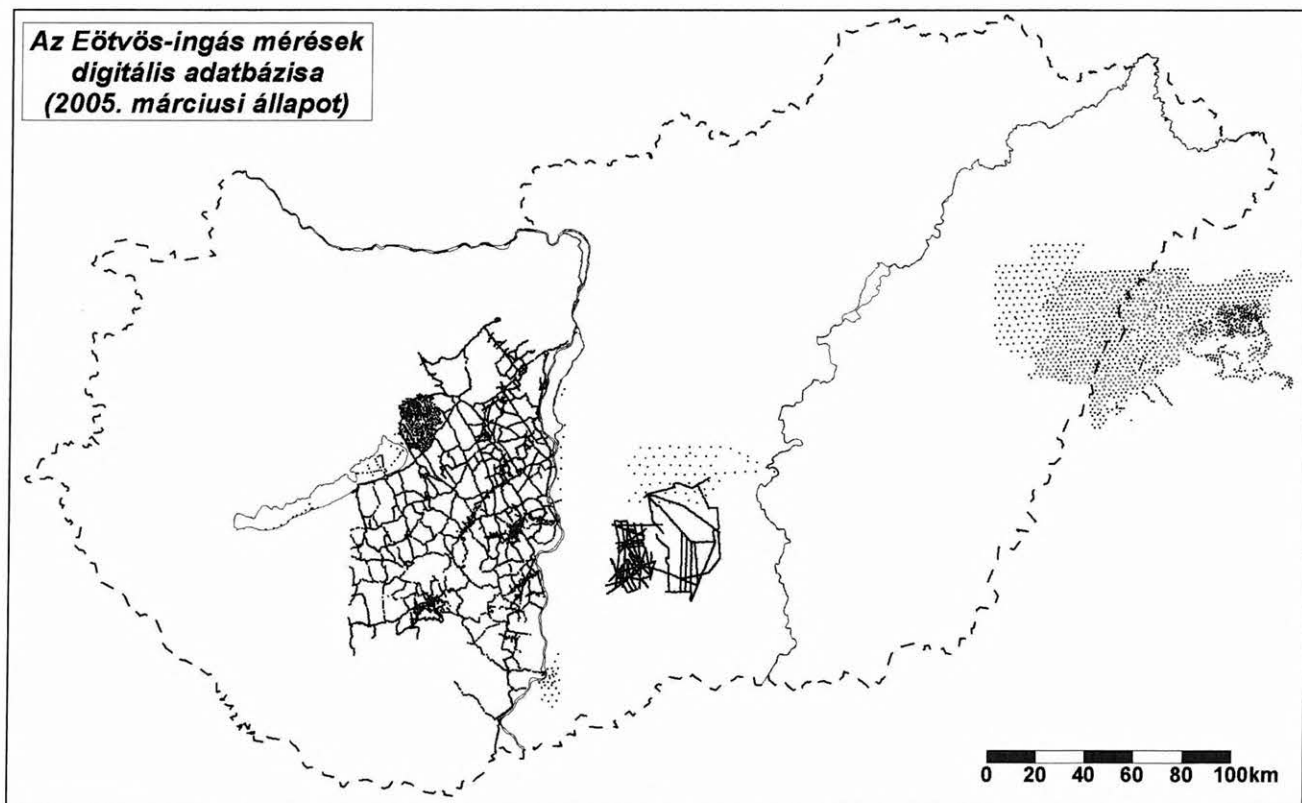
don található kráterek [EÖTVÖS 1912; PEKÁR 1917]. BÖCKH Hugó az észlelt gravitációs anomália formáján két lehetőséget vetett fel: vagy egy kőso magvú dóm a ható, amelynek búbja a tömeghiány maximumánál van, vagy egy olyan brachyantiklinális, amelyben nincs kőso, és tetőpontja a pozitív anomália csúcsa alatt található [BÖCKH 1917]. PEKÁR Dezső a kőso jelenlétét a geofizikai adatok alapján kizárhatónak tartotta [PEKÁR 1941]. A kecskeméti földrengés oka rejtve maradt EÖTVÖSÉK előtt, ám napjainkban már többet tudunk erről: a rengés hipocentruma az ALCAPA nagytektonikai egység déli határát kijelölő szeizmikusan aktív zónába esik, amely a Periadriai-vonaltól Varaždinon (Varasd), Kecskeméten és az Érmelléken keresztül követhető [HORVÁTH, BADA 2003].

### Dél-Dunántúl

Amint azt a bevezetőben már említettük, az 1930-as évektől a hazai olajipari kutatásokban már elterjedten alkalmazták a torziós ingát. Az egyik legszebb példa erre az EUROGASCO, majd jogutódja, a Magyar–Amerikai Olajipari Rt. (MAORT) által elvégzett mérőssorozat, amellyel gyakorlatilag a Dél-Dunántúl egészét lefedték, nagyjából a Budapest–Székesfehérvár–a Balaton déli partja–Zalaeger-

szeg vonaltól délre. Az eredményekről több ipari jelentés mellett [pl. VAJK 1941] tudományos publikáció is született [VAJK 1943], amely nagyszerűen mutatja be az Eötvös-ingás mérések eredményeiből levonható következtetések mennyiségét és minőségét. Adatbázisunkba ennek az ipari felmérés-sorozatnak a Fonyód–Táska–Nagybajom–Rinyabesenyő vonaltól keletre eső részét építettük be. Zalaegerszeg, Nagykanizsa és Budafapuszta környéke egyelőre kimaradt a digitalizálásból, aminek a fő oka az, hogy az MGSZ Geofizikai Adattárában fellelt térképeken nem szerepelnek földrajzi koordináták, illetve a térképek illesztését szolgáló egyéb pontok.

Mivel a kutatás célja főként előzetes felmérés volt, az állomásokat utak mentén telepítették (2. ábra). A digitalizált térképen a több mint hatezer torziósinga-adat mellett ötven graviméteres állomás adatai is megtalálhatók, valamint a gravitációs anomáliák izovonalait is tartalmazza, amelyek kiszámításánál a graviméteres adatokat vették a szerzők mérvadónak, s ezekhez illesztették az ingamérésekből származtatott értékeket. A változatos domborzat hatására sok helyen irreguláris gradiensek adódtak, s helyenként a görbületek is kiugró értékeket mutattak, melyeket fel sem tüntettek a térképen.



2. ábra. A cikkben tárgyalt Eötvös-ingás mérések digitális adatbázisa

Fig. 2. Digital data base of the torsion balance measurements discussed in the text

A mérés egyik érdekessége, hogy EÖTVÖS expedícióit követően először végeztek észleléseket a Balaton jegén, 1939–40 telén. A térképen ezen új adatok mellett ábrázolták a század eleji eredményeket is, ami nagyon fontosnak bizonyult. Ezek segítségével lehetett ugyanis megállapítani, hogy a térkép jelkulcsában feltüntetett 1 mm = 1 eötvös nem állja meg a helyét, mivel a gradiensvektorok fele olyan

hosszúak voltak, mint így lenniük kellett volna. Ezt tehát figyelembe kellett venni az adatbázis kialakításánál.

### Derna–Tataros

A következő adatrendszert a magyar királyi báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet által 1941–42. évben a visszatartott érmelléki–szilágysági területeken (Derna–Tataros

vidéke) végzett torziósinga-mérések eredményeit bemutató 1: 75 000 méretarányú térkép jelentette [BANAI, ORSZÁGH, DOMBAI 1943]. A kampány az 1917, 1920 és 1922 években Derecske, Debrecen és Hajdúsámson környékén elvégzett kutatásokat [ld. PEKÁR 1930] folytatta kelet felé, a Magyar–Német Ásványolaj Vállalat (MANÁT) koncessziós területétől észak-északkelet irányban (2. ábra).

A térkép 1600 mérési pont eredményeit ábrázolja: a gradiensvektorokat és a mérési eredményekből szerkesztett izogammákat. A terület nyugati részén az 1917–22 között mért adatok egy részét tüntették fel a szerzők. Itt a mérési pontok távolsága körülbelül 3000 méter. Ettől keletre az 1941–42-es mérések során az állomások kijelölése úgy történt, hogy azok szabályos, 2 kilométer élhosszúságú háromszögek csúcspontjait jelölik. A Szilágyság dombos vidékein (Tasnádtól délre) 1000 méter körülire csökken a mérési pontok távolsága. A Réz-hegység nyugati részéhez érve a jelentős topográfia miatt a hálózatos mérés már lehetetlenné vált, itt völgyekben és hegygerinceken jelölték ki a mérési pontokat. A torziós ingás mérésekkel egyidejűleg graviméteres felmérés is zajlott, melynek eredményei nem mondanak ellent az ingás adatoknak. A térképi alapot az Osztrák–Magyar Monarchia katonai sztereografikus térképlapjai adták. Szerettük volna az Erdély belső területein (Kolozsvár környéke) elvégzett méréseket is bevonni az adatbázisunkba, ám ezt egy, esetünkben nehezen érthető jogszabály miatt — amely szerint a magyar szakemberek által külföldön mért adatok államtitoknak minősülnek — nem tehetjük meg. A Magyar Geológiai Szolgálat vezetői segítettek abban, hogy legalább a részben a mai Magyarország területére eső térképlapot feldolgozhattuk.

### Kiskunság

A magyar olajipar egyik utolsó Eötvös-ingás méréssorozat eredményeit is tartalmazza az adatbázis. SZABÓ [2004] szerint az utolsó terepi torziós ingás mérést 1967-ben végezték. Az általunk feldolgozott adatrendszert 1965–1966-ban mérte az OKGT Kőolajipari Szeizmikus Kutatási Üzeme Soltvadkert, Szank és Kecskemét környékén [FACSINAY 1967]. A mérések célja törések kimutatása volt, ezért az állomásokat az előzetes gravitációs mérések által kirajzolt anomáliavonalakra, valamint a törések várható csapásirányára merőlegesen, szelvények mentén jelölték ki. A két mérési félév során 1710 pontban határozták meg a horizontális gradiens és a görbület nagyságát. A mérési pontok távolsága változó, a kutatási terület nyugati részén (Szank–Kecel–Csengőd) nagyjából 250–300 méter, a keleti részen nagyjából 500 méter (2. ábra).

A mérések során és a két méréssorozat közötti időszakban folyamatosan ellenőrizték a felhasznált torziós ingák mérési pontosságát. A vizsgálatokból kiderült, hogy a mérések hibája gradiensek esetén 2 eötvös, a görbületeknél pedig 3 eötvös. Ezek alapján minősíteni is tudták a szerzők a méréseiket, s kijelentik, hogy a szélcsendes, csapadékmentes őszi napok a legalkalmasabbak az ilyen típusú mérésekre. Ennél az eredménynél azonban sokkal fontosabb az a megfigyelés, hogy a Bugac környéki, szeszélyes topográfiájú homokbuckák hatását a leggondosabb szintezést követően sem lehetett megfelelően korrigálni.

### Várpalotai-medence

Nemcsak a szénhidrogén-kutatás eszköztárába tartozott a torziós inga, amint ezt adatbázisunk utolsóként bemutatott forrásmunkája is bizonyítja. A szénbányászat szempontjából kiemelkedően fontos Várpalotai-medence részletes geofizikai feltérképezésének fontos részét képezte az 1955-ös Eötvös-ingás méréssorozat, amelynek eredményeiről BANAI [1958] számolt be (2. ábra). A felmért 380 km<sup>2</sup>-nyi terület jórészt sík, ám az enyhén dombos részeket is mérésre alkalmasnak találták az ELGI szakemberei. A négy ingával végrehajtott kutatás során két és fél hónap alatt 340 állomáson határozták meg a horizontális gradienseket. Az állomások kitűzésekor figyelembe vették a korábbi MAORT-mérések elhelyezkedését is, a hálózatosan telepített pontok között átlagosan egy kilométer a távolság. Az eredményeket bemutató térképeken feltüntették az Eötvös-féle balatoni és a Vajk-féle MAORT-mérések, valamint a kutatási területtel ÉK-ről határos Falubattyán környéki felmérés eredményeit is.

### Digitalizálás

Az Eötvös-ingával végzett felmérések jegyzőkönyveinek egy része az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben fennmaradt, s ezeknek az adatbázisba rendezését és feldolgozását a BME és az ELGI szakemberei el is kezdték [pl. CSAPÓ 2005; VÖLGYESI et al. 2005]. Azonban sok esetben sajnos nem találhatók meg az észlelési lapok, így az adatbázis elkészítéséhez digitalizálni kellett a méréssorozat eredményeit ábrázoló térképeket. E folyamat során a térképeken ábrázolt mérési eredményeket (analog adatok) digitális formátumúvá kell alakítanunk, vagyis egy számítógépes adatrendszerben tároljuk a mérési pont helyét ( $x$ ,  $y$  és  $z$  koordináták), valamint a horizontális gradiensvektor hosszát és irányát.

A digitalizálás során egy többlépcsős folyamatot követünk. Először is a papírtérképet egy számítógépek által elfogadható formába kellett konvertálni, azaz bináris képpé alakítottuk őket. Ezt legegyszerűbben egy síkágys lap-olvasó, közismertebb nevén szkener segítségével tehetjük meg. Az esetenként több négyzetméteres térképlapok — és különösen azok fénymásolatai — szürke fátyolosak és itt-ott elpiszkolódtak voltak. Emiatt nem használhattuk a szkennelő programok fekete-fehér beolvasást lehetővé tevő opcióit, mivel az így beolvasott adatokat helyenként elfedte a papír szennyezettségéből adódó „zaj”, más esetekben viszont a halvány vonallal megjelenített adatok váltak „fehérré”. Természetesen lehetséges a szürke árnyalatait vagy éppen színeket alkalmazó beolvasási mód, ekkor viszont a térképek fizikai mérete és a pontos munkához szükséges felbontás miatt kezelhetetlen nagyságú képek jöttek létre. Következésképpen kisebb darabokra osztva olvastuk be a térképeket és az egyes darabokon külön-külön, változó paraméterek mellett elvégeztük a képi állomány optimalizálását.

Ezt követően a különálló képkockákat össze kellett illeszteni. Ezt a lehető legpontosabban egy derékszögű rács-háló segítségével lehetett megoldani. Néhány feldolgozott térképen ez eredetileg is szerepelt, a többire szkennelés előtt rajzoltuk fel. A térképdarabok beolvasása során elkerülhetetlen, hogy egy kicsit el ne forduljanak, amit össze-

illesztés előtt korrigálni kell. A szokványos grafikus programok nyújtotta forgatási lehetőségek erre nem alkalmasak, mivel nem ismerjük pontosan sem az elfordulás központját, sem annak mértékét. Ezért a képfájlok forgatását egy külön erre a feladatra írt program segítségével valósítottuk meg, amely az egyes képpontokhoz rendelt koordináták alapján átmintavételezi és a koordinátáknak megfelelően elforgatja az adott darabot. A pontos forgatási paraméterek meghatározásában a térképeken található rácsahlót használtuk fel.

A következő lépés az egyes mérési pontok digitalizálása volt, ekkor még egy, a térképlap egyik sarkához illesztett centiméter alapú derékszögű koordináta-rendszerben. Ebben a fázisban a digitalizált állományba a mérési pontok helye, valamint a gradiensvektorok kezdő- és végpontjai kerültek. Tekintve, hogy a térképeket északra tájolva digitalizáltuk, ekkor már minden vektorról meg tudtuk állapítani két fő paraméterét — az irányát és a hosszát —, ám a pontos helyének meghatározása még hátra volt.

Az általunk eddig feldolgozott térképek mind tartalmaztak olyan azonosítási pontokat, amelyek segítségével meghatározhattuk a korábban digitalizált mérési pontjaink helykoordinátáit, amint ez célunk is volt kiválogatásuk során. Egyes térképek az Osztrák–Magyar Monarchia hadserege által használt sztereografikus vetületű lapokat vették alapul, mások a Liechtenstern-féle poliéder vetületet alkalmazták, végül volt olyan is, amelynek keretén földrajzi koordinátákat tüntettek fel a szerzők. Minden térképlapon megkerestük azokat az azonosítási pontokat, amelyek segítségével át lehetett transzformálni mérési pontjainkat a „centiméter alapú” koordináta-rendszerből a ma használatos Egységes Országos Vetületbe (EOV). Ezek a pontok a földrajzi koordinátakeresztek, fűrészek, valamint az első- és másodrendű gravitációs alaphálózat állomásai voltak.

A transzformációt két lépésben végeztük el. Tekintettel arra, hogy az adatbázisunkban alkalmazott EOV koordináták az Eötvös-ingás méréseknél alkalmazottakhoz képest fiatalabb vetületi rendszerben értelmezettek, először sztereografikus vetületbe számítottuk át a mérési pontok helyzetét. A referenciapontok aktuális és végső koordinátáit ismerve egy alaphálózatot alakítottunk ki. Ezután a vizsgált pont és az alapháló két pontja segítségével — az oldalak hosszaránya és szögeltérése alapján — kiszámoltuk a pont új koordinátáját. Ezt minden lehetséges háromszögre elvégeztük, majd a kapott eredményeket a pont és a háromszög másik két csúcsa közötti távolság reciprokával súlyoztuk és átlagoltuk, így számítva ki az adott pont koordinátáját a sztereografikus vetületben. Ezt az eljárást minden egyes mérési pontra elvégezve elhelyezhettük a világban a korábban digitalizált mérési pontjainkat. Utolsó lépésként a sztereografikus koordinátákat átszámoltuk az Egységes Országos Vetületbe. A pontok magasságát első közelítésben az SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) [WERNER 2001; a hazai irodalomban TIMÁR, TELBISZ, SZÉKELY 2003] digitális domborzati modell segítségével becsültük meg. Olyan alföldi területeken, ahol a topográfiai modell hibája nyilvánvaló volt, a környező pixelek átlagértékeinek felhasználásával korrekciót végeztünk.

A soklépcsős folyamat során természetesen hibával terhelték az adatok. Az első hiba nyilván már akkor jelentkezett, amikor a mérési jegyzőkönyvekből megszerkesztet-

ték a térképeket. Az irattári térképek fénymásolása során is torzulhatott a képi tartalom. Erre az első két hibára legfeljebb becslést adhatunk. Egy 1: 75 000 méretarányú térképen 1 mm rajzolási hiba 75 métert jelent. Ezt alapul véve úgy becsüljük, hogy a rajzolás és a fénymásolás együttesen 50–200 méter hibát okozhat a mérési pontok helyzetében, és 1–2 eötvös hibát a vektoroknál (1 eötvös =  $10^{-9}$  s<sup>-2</sup>). Elemzésünk szerint a nagy felbontású szkennelés (300 DPI), majd a képfájl forgatása nagyon kis hibával jár. A kettős transzformáció első lépése, azaz a sztereografikus koordináták hozzárendelése a mérési pontokhoz vizsgálataink szerint átlagosan 10–50 m, szélső esetben 250 m hibát eredményezett. A nagyobb hiba különösen abban az esetben jelentkezik, ha a térképezett terület peremét nem tudjuk kellő módon „kifeszíteni”, azaz nem található elégséges számú viszonyítási pont a terület szélein, vagy azok eloszlása nem elég egyenletes. A sztereografikus koordinátákból az EOV koordináták már nagy pontossággal számíthatók [MOLNÁR, TIMÁR 2002; TIMÁR, MOLNÁR, MÁRTA 2003]. Összességében úgy becsüljük, hogy legrosszabb esetben lehet olyan mérési pont, amelynek pozíciója 500 m, a vektor hossza pedig 3–4 eötvös hibával jelenik meg az adatbázisban. Átlagosan a pozícióban 50–100 m, a vektor hosszában pedig 1–2 eötvös hibával számolhatunk. Ebben az elemzésben segítségünkre voltak azok az adatrendszer-ek, amelyek átfedéseket mutattak [EÖTVÖS 1908; VAJK 1941; BANAI 1958].

A fentebb tárgyaltaktól lényegesen eltér két adatrendszer. Az 1911. július 8-i kecskeméti földrengéshez kapcsolódó mérés adatait nem a kutatási jelentéseknél megszokott méretarányú térképről, hanem egy cikkben megjelent 1: 200 000 méretarányú térkép alapján digitalizáltuk [EÖTVÖS 1912], így ezek vélhetőleg nagyobb hibákkal terhelték. Emiatt az adatbázisunkban külön megjelöltük az innen származó értékeket. A másik kivételt a Balaton jegén 1901 és 1903 telén elvégzett mérések jelentik, amelyeknek pontos mérési adatai táblázatos formában megjelentek EÖTVÖS [1908] dolgozatában, így ezek gyakorlatilag hiba nélkül kerültek az adatbázisba. Ez tette őket alkalmassá arra, hogy az ezen adatokat szintén feltüntető térképek [VAJK 1941; BANAI 1958] pontosságát megbecsüljük.

Összességében az adatbázis jelenleg 9070 torziós ingás mérési pont adatait tartalmazza, ebből 1025 a mai határainkon kívül esik (2. ábra). SZABÓ [1999, 2004] becslését alapul véve a hazai Eötvös-ingás mérések 15, a külföldi mérések 20 százalékát tartalmazza jelenleg adatbázisunk (külföldi mérések alatt itt az egykor Magyarországhoz tartozott területeken végzett mérésorozatokot értjük). Az MGSZ Geofizikai Adattárának felmértségi térképei szerint Magyarországon a középhegységek területétől eltekintve szinte mindenütt található torziósinga-adatok. Kivételt ez alól az Alföldön Hajdú–Bihar megye déli része és Békés megye jelent, és a Kisalföld is jobbára előzetes, mintsem részletező jellegű mérésekkel került megkutatásra. Természetesen nagyszerű lenne valamennyi ma fellelhető adatot digitalizálni, hiszen ezeknek a méréseknek a pontossága olyan nagy mértékű, amely mind a mai napig szinte páratlan a földtani és geofizikai adatok között. Ráadásul minden okunk megvan azt feltételezni, hogy a nehézségi erő ily módon meghatározott horizontális gradiensei olyan értékes adatrendszert képviselnek, amely a földtani ismertség mai

szintjén is új információt tud nyújtani a Pannon-medence mélyszerkezetéről. Igaz tehát a mondás: „Old gravity never dies.”

### Köszönetnyilvánítás

A cikk elkészítését az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta (D34598). DÖVÉNYI Péter és VIDA Róbert a képek transzformálásánál nyújtottak segítséget, amit itt is szeretnénk megköszönni. Köszönjük SZABÓ Zoltán és VÖLGYESI Lajos konstruktív bírálatait.

### HIVATKOZÁSOK

- BANAI Gy. 1958: Jelentés a M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet által az 1955. évben Várpalota-Nádasdladány vidékén végzett Eötvös-inga mérésekről. 5 p.
- BANAI Gy., ORSZÁGH J., DOMBAI T. 1943: Jelentés a m. kir. báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet által 1942. évben Derna-Tataros vidékén és Erdélyben végzett torziós inga mérésekről és Erdélyben végzett graviméteres mérésekről. 43 p.
- BELL R. E., ANDERSON R., PRATSON L. 1997: Gravity gradiometry resurfaces. *The Leading Edge* **16**, 1, 55–59
- BÖCKH H. 1917: Brachyantiklinálisok és dómok kimutatása torziós mérleggel végzett nehézségi mérések adatai alapján. *Bányászati és Kohászati Lapok* **L**, I. k., 9, 265–273
- COBURN G. W., SCHNEIDER J. 2002: Using gravity gradiometry in seismic interpretation in pre-SDM. *World Oil* **223**, 1, 69–72
- CHOLNOKY J. 1936: A Balaton. A Magyar Földrajzi Társaság Könyvtára, Budapest, Franklin Társulat
- CSAPÓ G. 2005: Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet geodéziai vonatkozású gravitációs kutatásai napjainkig. *Magyar Geofizika* **46**, 2, 66–76
- EÖTVÖS L. 1896: Vizsgálatok a gravitatio és mágnesség köréből. *Mathematikai és Természettudományi Értesítő* **XIV**, 4, 37–82
- EÖTVÖS L. 1906: Bestimmung der Gradienten der Schwerkraft und ihrer Niveauflächen mit Hilfe der Drehwage. *Verhandl. d. XV. allg. Konferenz der internat. Erdmessung in Budapest*, I, 337–395
- EÖTVÖS L. 1908: A Balaton nivófelülete s azon a nehézség változásai. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. k., I. r., geofizikai függelék
- EÖTVÖS L. 1912: Bericht über Arbeiten mit der Drehwage ausgeführt im Auftrage der kön. ungarischen Regierung in den Jahren 1908–1911. *Verhandl. d. XVII. allg. Konferenz der Internat. Erdmessung in Hamburg*, 1912. I., 427–438
- FACSINAY L. 1967: G-2. jelentés az 1965–66. évben Soltvadkert–Szank–Kecskemét közötti kutatási területen végzett Eötvös-inga mérésekről. *Kutatási jelentés, OKGT*, p. 1–37
- HORVÁTH F., BADA G. 2003: A Pannon-medence recens tektonikája. *In: KEGYES Cs., LÖRINCZ Gy. (eds.) Magyarország földrengebiztonsága*. Széchenyi I. Egyetem, Győr, p. 25–39
- KÖRÖSSY L. 1988: A Zala-medencei kőolaj- és földgázkutatás földtani eredményei. *Általános Földtani Szemle* **23**, 3–162
- MOLNÁR G., TIMÁR G. 2002: Az EOV-koordináták nagypontosságú közelítése Hotine-féle ferdetengelyű Mercator-vetülettel. *Geodézia és Kartográfia* **54**, 3, 18–22
- PAPP S. 1939: A Magyar–Amerikai Olajipari Részvénytársaság földiolaj és földgáz kutatásai a Dunántúlon. *Bányászati és Kohászati Lapok* **LXXII**, 9, 200–241
- PEKÁR D. 1917: A báró Eötvös Loránd-féle geofizikai mérésekről. *Bányászati és Kohászati Lapok*, **L**, II. k., 14, 486–504
- PEKÁR D. 1930: Gravitációs mérések. *In: FRÖHLICH I. (szerk.) Báró Eötvös Loránd Emlékkönyv*. MTA, 129–187
- PEKÁR D. 1941: Báró Eötvös Loránd — A torziós inga ötven éves jubileumára. *Kis Akadémia*, Budapest, 336 p.
- POLCZ I. (szerk.) 2003: A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet története. I. r., *ELGI*, 309 p.
- SZABÓ Z. 1999: Az Eötvös-inga históriája. *Magyar Geofizika* **40**, 1, 26–38
- SZABÓ Z. 2004: A gravitációs és földmágneses kutatások története Magyarországon. *Magyar Geofizika* **45**, jubileumi különszám
- SZABÓ Z. 2005: A fizikus Eötvös Loránd és a földtani kutatás. *Magyar Geofizika* **45**, 3, 102–110
- SZILÁRD J. 1974: A gyakorlati célú Eötvös-inga mérések mérési módszerének kifejlesztése — emlékezés dr. Pekár Dezsőre, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet első igazgatójára. *Magyar Geofizika* **XV**, 3–4, 135–140
- TIMÁR G., TELBISZ T., SZÉKELY B. 2003: Űrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. *Geodézia és Kartográfia* **55**, 12, 11–15
- TIMÁR G., MOLNÁR G., MÁRTA G. 2003: A budapesti sztereografikus, illetve a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára. *Geodézia és Kartográfia* **55**, 3, 16–21
- VAJK R. 1935: Report on the torsion balance survey of the Budafapuszta area, County Zala, WS Hungary. *Kutatási jelentés, Eurogasco*
- VAJK R. 1941: Report on the torsion balance survey in the area between Lake Balaton, Lake Velence and the Danube, Transdanubia, Hungary. *Kutatási jelentés, Magyar–Amerikai Olajipari R.T.*, p. 1–35
- VAJK R. 1943: Adatok a Dunántúl tektonikájához a geofizikai mérések alapján. *Földtani Közöny* **LXXIII**, 1–3, 17–38
- VÖLGYESI L., TÓTH Gy., CSAPÓ G., SZABÓ Z. 2005: Az Eötvös-inga mérések geodéziai célú hasznosításának helyzete Magyarországon. *Geodézia és Kartográfia* **57**, 5, 3–12
- WERNER M. 2001: Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Mission overview. *Journal of Telecommunication (Frequenz)* **55**, 75–79

# Kaphatunk-e reflexiót hőmérséklet-különbségről?<sup>1</sup>

PRÓNAY ZSOLT<sup>2</sup>, TÖRÖS ENDRE<sup>2</sup>, MISKOLCZI RITA<sup>3</sup>

2001-ben, a tervezett budapesti 4-es metróvonal Duna alatti szakaszának vizsgálata során mért szonár (ultrahang tartománybeli szeizmikus) szelvényeken olyan jelenségeket fedeztünk fel, amelyeket addigi tapasztalataink alapján nem tudtunk megmagyarázni. A lehetőségek végiggondolása során arra a feltételezésre jutottunk, hogy az azonosíthatatlan jeleket meleg víz beáramlása okozhatja. Az elvégzett számítások megerősítették, hogy a környéken várható 40 °C-os szökevényforrások és a mérések idején a Duna 4-5 °C-os vize közötti hőmérséklet-különbségből származó akusztikusimpedancia-kontraszt szonár mérésekkel valóban kimutatható.

Bár a számítások és a matematikai modellezések egybehangzóan azt mutatták, hogy a kb. 35 °C hőmérséklet-különbség a szonár szelvényeken kimutatható nagyságú reflexiót eredményez, „az ördög nem alszik” elve alapján szükségét éreztük annak, hogy a valós körülményekhez hasonló módon, fizikai modellezéssel is bizonyítsuk a hőmérséklet-különbség kimutathatóságát.

## ZS. PRÓNAY, E. TÖRÖS, R. MISKOLCZI: Is it possible to get reflection from temperature differences?

In 2001 the authors were involved in the sonar measurements for investigating the morphology of the river bed in the vicinity of the location where the proposed DBR4 metro line (Budapest, Hungary) crosses the river Danube. The sonar sections showed some wave arrivals, which greatly surprised the specialists. Those phenomena were considered to be reflections from hot drawn springs. Calculations were carried out using data from the literature to prove that the different velocity and density caused by the different temperature of drawn springs and the water of the river Danube results in reflection of the acoustic waves, and that the sonar method is suitable for detecting drawn springs.

Despite calculations and modelling were proven that a temperature difference of 35 °C produces reflections with measurable amplitude, because of the law that 'the Devil never sleeps' physical experiments were conducted using the same instrumentation as for field measurements to demonstrate the potentialities of the sonar method to detect temperature differences.

## Előzmények

A balatoni iszapvastagság-mérésekhez kifejlesztettünk egy 80 kHz frekvencián működő, erősen irányított (8° a sugárzási kúp nyílásszöge), piezo adó- és vevőkristályokat használó szonár berendezést. Az iszap és a szökevényforrások vizsgálatában az a közös, hogy mindkét esetben rendkívül kis akusztikusimpedancia-kontrasztot kell kimutatni, ezért logikusnak tűnt a Balatonon már bevált, a megszokott vízi eszközöknél legalább egy nagyságrenddel nagyobb felbontású eszköz használata.

A terepi mérések a szökevényforrások kimutathatósága szempontjából különösen alkalmas időpontban végeztük [PRÓNAY, TÖRÖS 2001]. A Duna vízállása alacsony volt, ezért az átlagosnál intenzívebb melegvíz- és gázbeáramlásra számíhattunk. A folyó hőmérséklete 4 °C körül volt, ezért a várható akusztikusimpedancia-kontraszt az elméleti maximális érték közelében volt.

A mérési hálózat a Szabadság-híd D-i oldalán folyásirányban mintegy 400 m-t, míg keresztirányban a Duna motorcsónakkal hajózható teljes szélességét lefedte és mind hossz-, mind keresztirányú szelvényeket tartalmazott. A terület átlagos lefedettsége kb. 1 szonár csatorna/m<sup>2</sup> volt. Ez azonban nem teljesen egyenletesen oszlott meg, az érdekes, nagyobb változékonyságot mutató helyeken sűrűbb, míg a homogénebb képet mutató részekben ritkább volt.

A mérések során a kellően nagy, az ultrahang tartományba eső frekvencia biztosította, hogy a külső zaj (hullámzás, csónakmotor, forgalom a parton stb.) hatásával nem kellett számolni. A műszer erősítését úgy választottuk meg, hogy az elektronika kikerülhetetlen belső zaja kb. négy nagyságrenddel kisebb volt, mint a jelszint, így eltávolítása, ha egyáltalán szükség volt rá, digitális szűrők felhasználásával nem okozott gondot.

A szonár mérések eredményeként négy nagyobb, jól elkülöníthető csoportban, illetve elszórtan több mint ötven, eddig ismeretlen szökevényforrást mutattunk ki a Duna Szabadság-híd alatti szakaszán [PRÓNAY 2005]. Különböző vizsgálatok segítségével az esetek döntő többségében sikerült kizárni az egyéb értelmezési lehetőségeket, például az oldalbeérkezéseket. Megállapításainkat alátámasztja, hogy a kimutatott szökevényforrások földtani szempontból logikus helyeken vannak, ott, ahol a potenciálisan vízvezető, repedezett kőzet a mederfenéken, vagy ennek közvetlen közelében van.

## A hőmérséklet hatása a paraméterekre

A visszavert jel nagysága vízben a beesés szögén kívül a két réteg sebességétől és sűrűségétől függ. A reflexiók együttható meghatározásához tehát ennek a két paraméternek a hőmérsékletfüggését kell ismernünk.

Hullámsebesség értékeket a hőmérséklet függvényében laboratóriumi táblázatokban, illetve a vízi mérések szakiro-

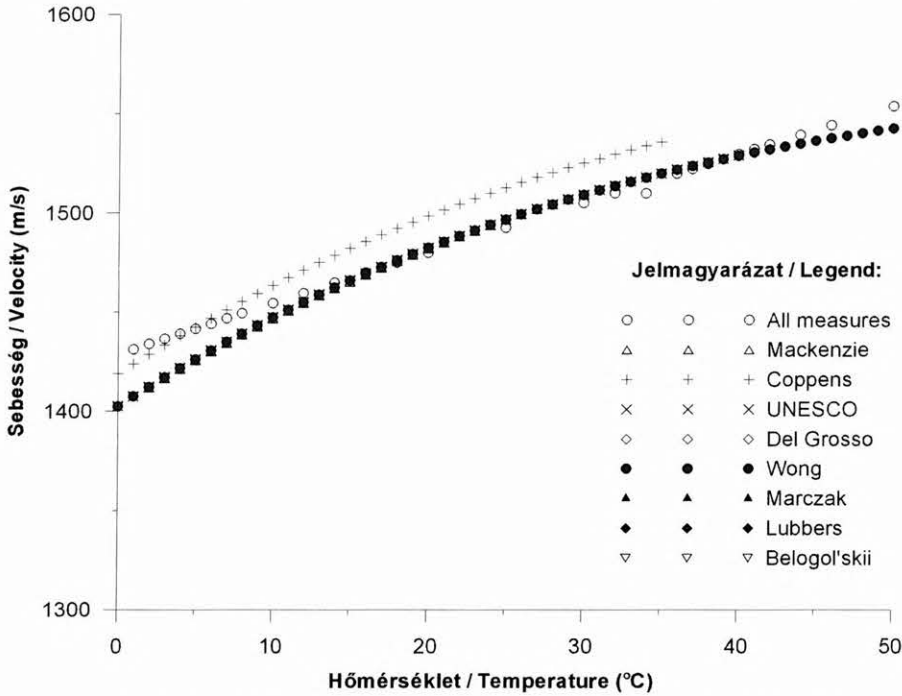
<sup>1</sup> Beérkezett: 2005. november 9-én

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

<sup>3</sup> Bátor Kft., H-7633 Pécs, Esztergár Lajos u. 19.

dalmában található. A kémiai táblázatokban a csapvíz és a desztillált víz szerepel. A szakirodalomban talált értékek nagy része az óceánokra és tengerekre vonatkozik, és a hőmérsékleten kívül bemenő paraméter a mélység és a sótartalom is. Vizsgálataink során mélységnek 0 m-t, a sótartalomnak (NaCl) 0 ppm-et vettünk. Kis sótartalomnál a sebesség közel konstans, a sókoncentrációval alig változik, ezért elhanyagolása nem okoz jelentős hibákat az adatsorokban. Az 1. ábra sebességértékeit megvizsgálva kitűnik, hogy, bár látszólag sok függvényünk van, valójában csak három független adatsort találtunk. COPPENS [1981] értékei (keresztek) rendszerint magasabbak a többinél. Az

„All measures” [2004] valódi mért értékeket közöl (körök), ezért ez a görbe a legkevésbé sima, az adatok szórnak. 0 °C közelében ezek az értékek a legnagyobbak. Az összes többi szerző láthatólag közös, az UNESCO által közzétett adatsorból dolgozott, csak a függvény leírásához használt képlet típusa és fokszáma tér el egymástól [MACKENZIE 1981; DEL GROSSO, MADER 1974; WONG, ZHIU 1995; MARCZAK 1997; LUBBERS, GRAAFF 1998; BELOGOL'SKII et al. 1999]. Az összes idézett szerző adatai szerint a sebesség a hőmérséklettel monoton nő. Az adatok tanulsága szerint a sebességkülönbség 90–110 m/s között várható, ami nagyjából 6–7% sebességkontrasztot jelent.



1. ábra. A hullámsebesség hőmérsékletfüggése vízben különböző szerzők szerint

Fig. 1. Acoustic velocity in water vs. temperature according to different authors

A szakirodalomban található sűrűségadatokról gyakorlatilag ugyanaz mondható el, mint a sebességről, tehát az egyes szerzők adatai olykor jelentősen eltérnek egymástól. A fő különbség közöttük az, hogy — mivel a sűrűségadatokat a gyakorlatban többször alkalmazzák — ezért több, egymástól független adatsor áll a rendelkezésünkre (2. ábra). Ez elsősorban a laboratóriumokban leginkább használatos 0–30 °C hőmérsékletsávra érvényes. Az ábrán látható értékek egy része kémiai táblázatokból származik, mint a Phywe laborbeli mérőeszközöket gyártó cég kalibráló adatsora [PHYWE 2003], LIDE kémia kézikönyve [LIDE 2004], és a Frostburg State University General Chemistry Online [SENESE 2005] internetes honlapja. HORNE és GOLDMAN elsősorban amerikai tavakkal foglalkozó limnológiai szakkönyvből [HORNE, GOLDMAN 1994] és CHEN a Boden-tó vizével foglalkozó művéből [CHEN 1986] is használtam fel adatokat. A többi adatsor a „Thermal Excel”, az „SI Metric”, és a „University of New South Wales” [UNSW 2005] internetes honlapjairól származnak. Az adatok 30 °C felett nagyjából együtt futnak, míg ez alatt, de különösen 0 és 4 °C között komoly eltérések vannak. A minket érdeklő 4–40 °C tarto-

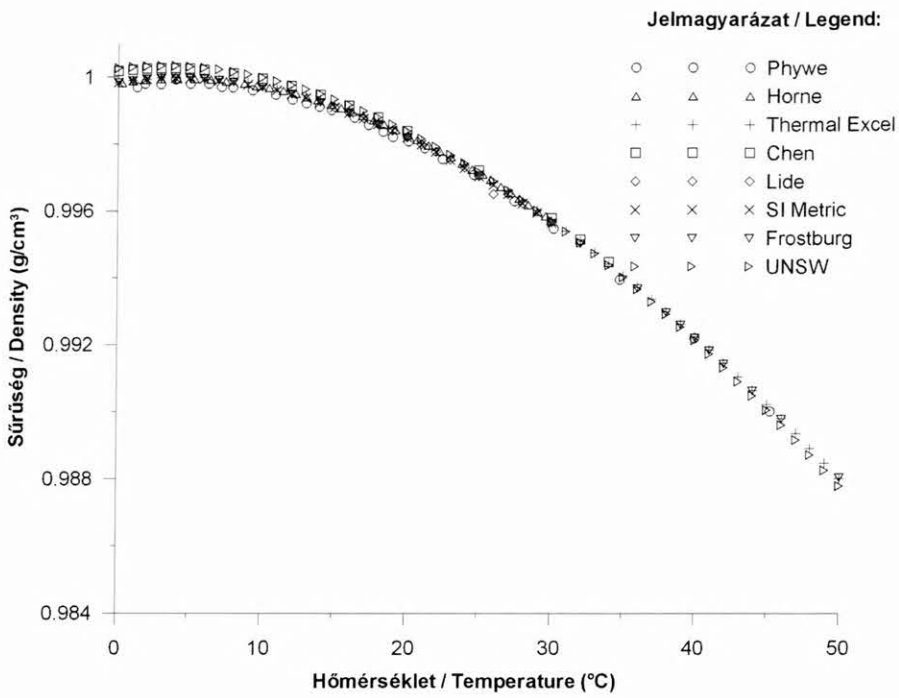
mányban a sűrűség a hőmérséklet növekedésével csökken, de ez a csökkenés kisebb, mint 1%.

A sebesség és sűrűség figyelembevételével a szökevényforrások esetében, 35 °C hőmérséklet-különbség feltételezésével, 2,6–3,8% közötti reflexiók együttható várható.

## A fizikai modellezés

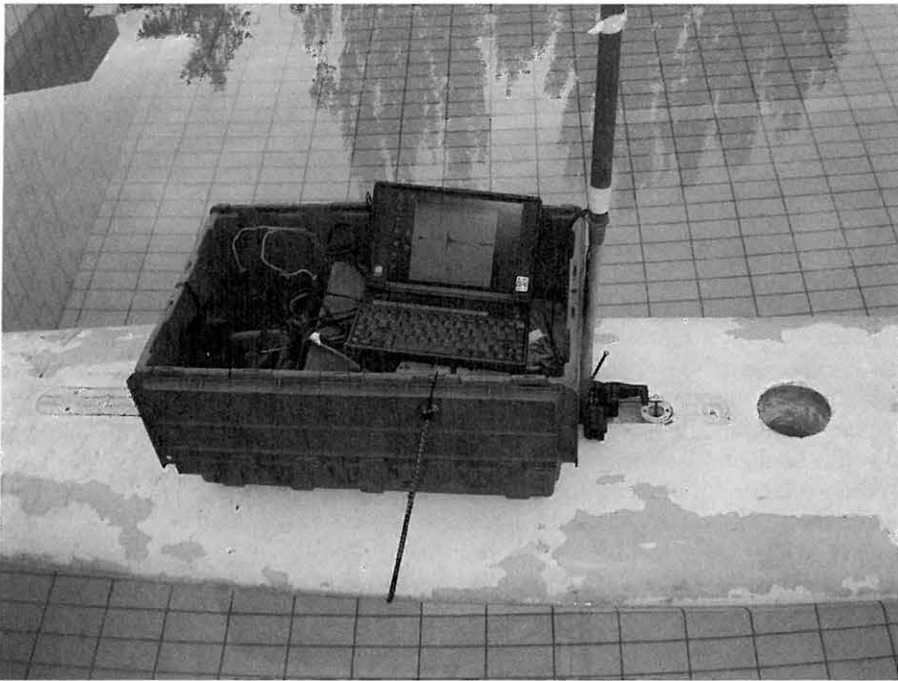
A szökevényforrások kimutathatóságának igazolására végzett fizikai modellezés során ugyanazokat az eszközöket használtuk, mint a terepi mérésnél, így egyértelműen bizonyíthatjuk, hogy az adott felszereléssel a vízbéli hőmérséklet-különbségekről származó reflexiók kimutathatók.

A méréseket a VITUKI Szabadidősport Park medencéjében, az üzemeltető Zubor Bt. segítségével végeztük el. A medencében lévő víz mélysége 1,5–1,6 m, hőmérséklete 27 °C volt. Ennél lényegesen melegebb vizet a helyszínen nem tudunk előállítani, ezért a vízbeáramlást hideg, 22 °C-os csapvízzel szimuláltuk. A mérőrendszert egy szűrődeszkán helyeztük el, erre szereltük az adó-vevő párt is (3. ábra).



2. ábra. A víz sűrűsége a hőmérséklet függvényében különböző szerzők szerint

Fig. 2. The density of water vs. temperature according to different authors



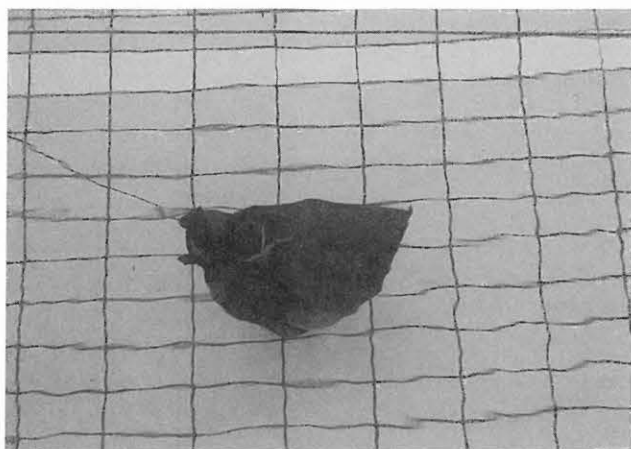
3. ábra. A mérőrendszer

Fig. 3. The measuring system

Először a műszer és a mérési elrendezés ellenőrzésére mindenféle beavatkozás nélkül hossz-szelvényeket mértünk a medencében. Mivel a hideg vizet a mérés ideje alatt csak nylonzacskóban tudtuk a megfelelő helyen tartani (4. ábra), a második szelvény mérésénél a zacskót uszodavízzel

töltöttük fel, annak vizsgálatára, hogy maga a zacskó befolyásolja-e az eredményeket. Egyesek szerint a Fresnel-zóna [BERKHOUT 1984, LINDSEY 1989] mérete alapján a vékony fólia nem jelenhet meg a felvételen, mások ellenben [MUSKAT 1938, WIDESS 1973] kimutathatónak tartják,

ezért szükségesnek véltük ennek a mérésnek a végrehajtását is. A zacskó 5,5 m körül 90 cm mélységben jól látható jelet produkált (5. ábra).

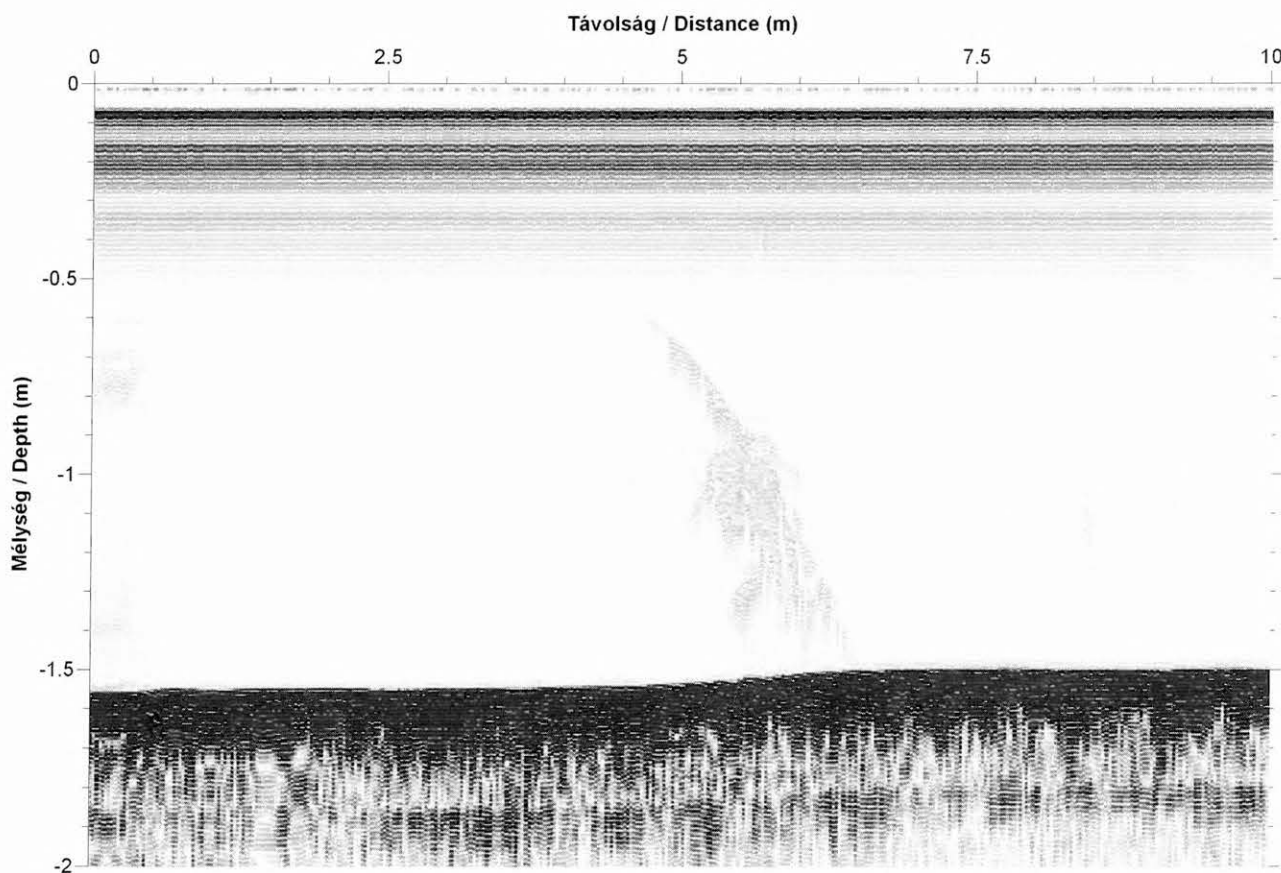


4. ábra. A hőmérséklet-anomália műanyag zacskóban

Fig. 4. The temperature anomaly in a plastic bag

Ezek után számításokat végeztünk a „vékony réteg”-nek tekintett zacskóról származó jel vizsgálatára. A PVC fólia vastagságát 0,01 mm-nek, sebességét 2000 m/s-nak véve összegeztük a zacskó két oldaláról származó reflexiókat. A vizsgálatoknál a fólia hullámforráshoz közelebbi oldaláról származó reflexió erősségét egységnyiinek, a beérkezést merőlegesnek vettük. A zacskó másik oldaláról származó visszaverődés ellentétes polaritású, és a réteghatáron elszenvedett visszaverődés miatt kisebb, közöttük az időtolás kisebb egy mintánál. A két jel összegének amplitúdója 0,16, így a vizsgált rétegekről az eredő reflexiók együttható  $>2\%$ , tehát elég nagy ahhoz, hogy kimutatható legyen. Értéke 0,1 mm falvastagságot feltételezve is alig változik, tehát a zacskónak valóban látszania kell. A tényleges műanyag fólia sebességét és sűrűségét nem ismerjük, ezért a számítások eredménye csak nagyságrendi becslésre alkalmas, de egyértelműen mutatja, hogy a vékony rétegről kaphatunk reflexiót.

A harmadik szelvényt a hideg vízzel feltöltött zacskó fölött mértük (6. ábra). A kimutathatóság szempontjából nem volt jelentősége annak, hogy hideg vízben meleget, vagy melegben hideget keresünk, a kontraszt ugyanakkora, csak a jel polaritása ellentétes.



5. ábra. Szonár szelvény uszodavízzel töltött zacskó fölött

Fig. 5. Sonar section above a bag filled with water from the pool

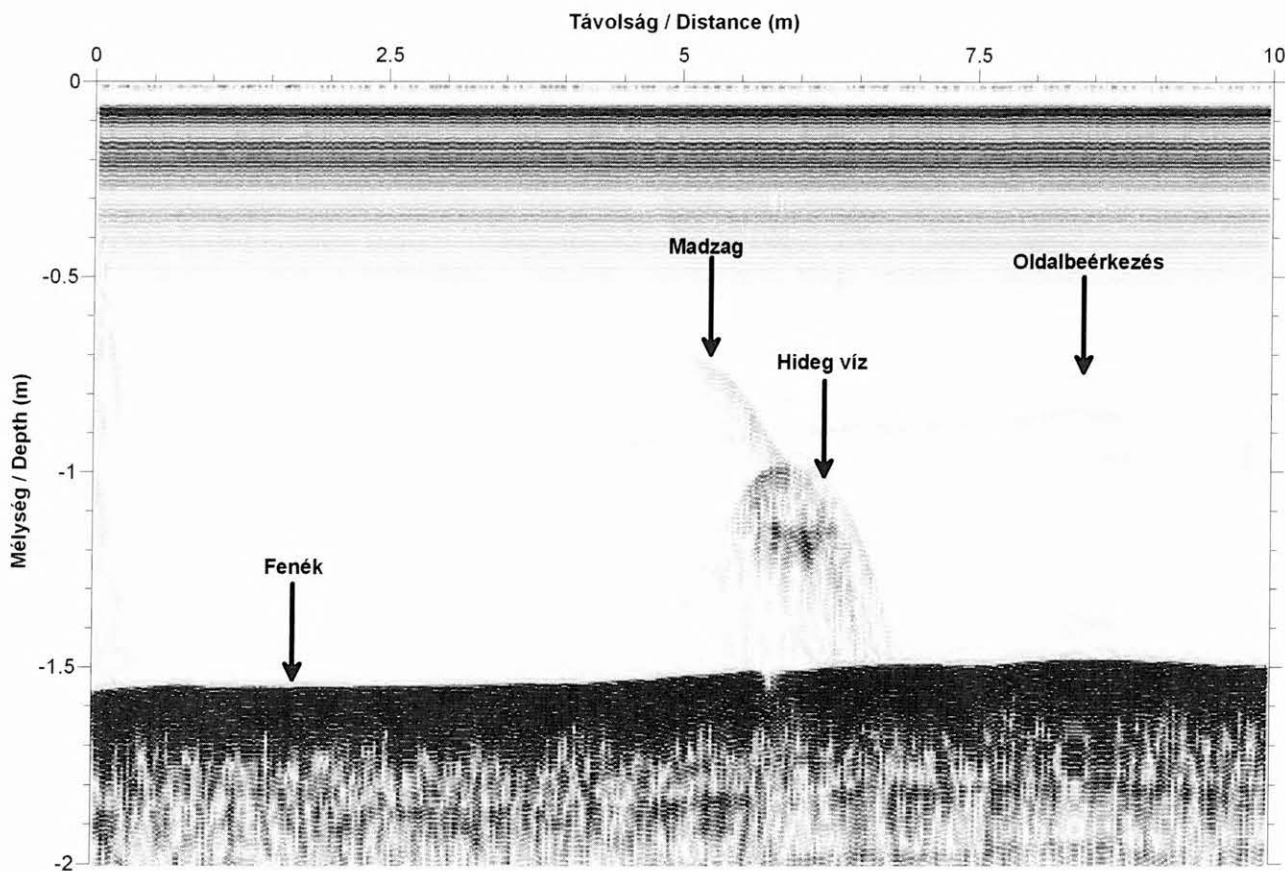
Az 5. és a 6. ábrát összehasonlítva láthatjuk, hogy a műanyag zacskóba zárt uszodavíz esetén a jelek amplitúdója kisebb, mint a hideg víz esetében, a reflexiók a szürke tartományba esnek, míg a 6. ábrán erősebb jelek is megjelennek. Mindkét esetben meghatároztuk a mesterséges anomáliáról származó jel maximális amplitúdóját és össze-

hasonlítottuk őket. A hideg vízzel töltött zacskóról közel ötször akkora amplitúdójú reflexiót kaptunk, mint az uszodavízzel, tehát az eltérő hőmérsékletű vízről jövő reflexió szignifikánsan nagyobb.

Itt kell még megjegyezni, hogy az uszodavízzel végrehajtott kísérlet esetén lehetséges, hogy a hosszú éjszakai

szünet alatt a medence vize sűrűsége szerint rétegződött, a hidegebb víz a medence aljára süllyedt, így ez, és a felszín közeléből megtöltött zacskó tartalma között is volt hőmérséklet-különbség.

A bemutatott szonár szelvényeken semmilyen, az amplitúdót megváltoztató beavatkozás nem történt, csak az A/D konverter minimális DC szintjét távolítottuk el frekvencia szerinti szűréssel. A 6. ábrán bejelöltük a lényeges hullám-beérkezéseket is.



6. ábra. Szonár szelvény hideg vízzel töltött zacskó fölött

Fig. 6. Sonar section above a bag filled with cold water

A fizikai modellezés során készült felvételeket az oldalbeérkezések szempontjából is megvizsgáltuk. Ilyen módon az egyes beérkezések arányait egyértelműen meghatározhattuk. A kevesebb, mint fél méter távolságban levő falról regisztrált oldalbeérkezés amplitúdója az 5°C hőmérséklet-különbségű vízhez képest 5,7% volt, tehát a szelvény ebből a szempontból zavartalannak tekinthető.

A medencében végzett kísérletek során a hőmérséklet-különbség kb. egyhetede volt a dunai méréseknél tapasztaltnak, ezért a sebesség- és sűrűségkülönbség is sokkal kisebb mértékű volt. A fizikai modellezés tanulsága szerint a dunai mérésnél használt frekvenciával és mérőrendszerrel ezt a kis kontrasztot is határozottan, jó jel/zaj viszonytal tudtuk mutatni, ezért joggal állíthatjuk, hogy a szökevényforrások kimutatása is lehetséges.

## Összefoglalás

A terepi mérésnél használt mérőeszközök felhasználásával végzett fizikai modellezés segítségével sikerült egyértelműen kimutatni, hogy a vízben már 5 °C hőmérséklet-különbség is mérhető reflexiót eredményez. A dunai mérésnél a várható hőmérséklet-különbség ennél lényegesen

nagyobb, 35 °C volt, ezért megállapíthatjuk, hogy a szökevényforrások megbízható kimutatásának nincs fizikai vagy mérés technikai akadálya. Megállapítottuk, hogy bár az eltérő hőmérsékletű víz egy helyben tartásához használt műanyag zacskó is jól látható a szelvényen, a kisebb hőmérsékletű vízről kapott reflexió amplitúdója szignifikánsan nagyobb, mintegy ötször akkora. Ezzel bizonyítottuk, hogy vékony műanyag fólia lényegében nem befolyásolja az eredményeket.

Mindezek ellenére a szökevényforrások kimutatása nem egyszerű feladat, csak bizonyos hidrológiai és mérés technikai feltételek együttes teljesülése esetén lehetséges. Mivel az állandóan változó vízben keressük a szintén változó szökevényforrásokat, a mérés nem feltétlenül reprodukálható, HÉRAKLEITOSZ szavaival élve: nem léphetünk kétszer ugyanabba a folyóba.

## HIVATKOZÁSOK

ALL MEASURES 2004: Materials and Formulae.  
www.allmeasures.com

BELOGOL'SKII V. A., SEKOYAN L. M., SAMORUKOVA S. R., STEFANOV V. I., LEVTSOV V. I. 1999: Pressure dependence of

- the sound velocity in distilled water. *Measurement Techniques* **42**, 4, p. 406–413
- BERKHOUT A. J. 1984: Seismic resolution. Geophysical Press **12**, London–Amsterdam
- CHEN L. O. 1986: Water of lake Constance. CRC-Handbook, Boca Raton, FL, USA
- COPPENS A. B. 1981: Simple equations for the speed of sound in Neptunian waters. *J. Acoust. Soc. Am.* **69**, p. 862–863
- DEL GROSSO V. A., MADER C. W. 1974: New equation for the speed of sound in natural waters. *J. Acoust. Soc. Am.* **56**, p. 1084–1091
- HORNE A. J., GOLDMAN C. R. 1994: Lake Ecology Overview. *In*: WETZEL R. G.: *Limnology*. 2nd edition. McGraw-Hill Co., New York, USA
- LIDE D. R. 2004: *Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press, 84th Edition, Boca Raton, FL, USA
- LINDSEY J. P. 1989: The Fresnel zone and its interpretative significance. *The Leading Edge* **8**, 10, p. 33–39
- LUBBERS J., GRAAFF R. 1998: A simple and accurate formula for the sound velocity in water. *Ultrasound Med. Biol.* **24**, 7, p. 1065–1068
- MACKENZIE K. V. 1981: Nine-term equation for the sound speed in the oceans. *J. Acoust. Soc. Am.* **70**, p. 807–812
- MARZAK W. 1997: Water as a standard in the measurements of speed of sound in liquids. *J. Acoust. Soc. Am.* **102**, p. 2776–2779
- MUSKAT M. 1938: The reflection of longitudinal wave pulses from plane parallel plates. *Geophysics* **3**, p. 198–218
- PHYWE 2003: Phywe Physics Experiments. <http://www.phywe.com>
- PRÓNAY Zs., TÖRÖS E. 2001: Szakvélemény a budapesti 4. sz. metróvonal I. szakasz Szent Gellért tér–Duna alatti átvezetés kiegészítő mérnökgeofizikai vizsgálatáról. ELGI jelentés (kézirat)
- PRÓNAY Zs. 2005: Szökevényforrások kimutatásának lehetősége szonár mérésekkel. PhD dolgozat, Kézirat
- SENESE F. 2005: General Chemistry Online. [antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/index.shtml](http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/index.shtml)
- UNSW 2005: Density calculation. [web.maths.unsw.edu.au/~bxs/DieCAST/MANUAL/density.html](http://web.maths.unsw.edu.au/~bxs/DieCAST/MANUAL/density.html)
- WIDESS M. B. 1973: How thin is a thin bed? *Geophysics* **38**, p. 1176–1180
- WONG G. S. K., ZHU S. 1995: Speed of sound in seawater as a function of salinity, temperature and pressure. *J. Acoust. Soc. Am.* **97**, p. 1732–1736

# Egy figyelemre méltó refrakciós módszer: F. W. Hales kiértékelési eljárása<sup>1</sup>

POLCZ IVÁN<sup>2</sup>

1993-ban a Magyar Geofizikában (34. évf. 3. sz.) „Az értelmezési eljárások fejlődése a sekélyrefrakciós kutatásban: a felbontóképesség javítása I. rész” – címmel összefoglaló ismertetés jelent meg a refrakciós értelmezési eljárásokról [Polcz 1993], kiemelve közülük a szélesebb körben ismeretessé váló, ígéretesnek mutató GRM módszert. Bengt Sjögren 2000-ben megjelent dolgozatában konkrét modellt és terepi példák bemutatásával tette közzé kritikai vizsgálatának eredményeit [Sjögren 2000], amelyek alapján Derecke Palmer refrakciós kiértékelő módszerét korlátozott értékűnek ítélte. Vizsgálatai során és kézikönyvében [Sjögren 1984] is jelentős teret szentelt a Hales-módszernek, mely nálunk nem vált szélesebb körben ismertté, gyakorlati alkalmazása elmaradt. Jelen dolgozat ezt a mulasztást szeretné jóvátenni a szellemes módszer példákkal kiegészített ismertetésével.

## I. POLCZ: Application and advantages of a remarkable seismic refraction interpretation method by F. W. Hales

*A sound graphical refraction interpretation method was proposed by F. W. Hales in 1958. In Hungary practical application of the method has not been introduced. Examples in the present paper are given to demonstrate its excellent capability to cope with shallow refraction interpretation problems and reliable refractor velocity determination.*

1958-ban az EAEG hágai kongresszusán F. W. HALES angol geofizikus (Seismograph Service Limited, Holwood, Keston, Kent, England) ötletes refrakciós kiértékelési eljárást mutatott be *An accurate graphical method for interpreting seismic refraction lines* címmel [HALES 1958]. Itthoni alkalmazásáról nincs adat, valószínűleg irodalmi érdekességként értékelték. Az ötvenes évektől KILCZER Gy. [KILCZER 1952] és MITUCH E. [MITUCH 1957] munkássága folytán a Slotnik-módszer [SLOTNIK 1959] általuk továbbfejlesztett változatát alkalmazták. Ez volt az időellenőrzéses eljárás. A 60-as években a Gamburcev–Riznyicsenko szovjet iskola [GAMBURCEV, RIZNYICSENKO, BERZON 1952] követői nyomán a  $t_0$ - és a hullámfront-módszer széleskörben elterjedt.

Nem kevés számú publikáció, szakkönyv és monográfia [PALMER 1986, 1991; SHERIFF, GELDART 1982; SJÖGREN 1979, 1980; WOLLEY, MUSGRAVE, GRAY 1967] tanúsága szerint HALES módszerét külföldön széles körben megismerték és alkalmazzák. A már idézett hivatkozások között WOLLEY, MUSGRAVE és GRAY 22 oldal terjedelemben ismertette a módszert és továbbfejlesztésének lehetőségére is rámutatott. SHERIFF és GELDART már idézett szakkönyvében HALES módszerét a jól ismertek között mutatják be. SJÖGREN kiváló kézikönyvében [SJÖGREN 1984] HALES módszerével részletesen foglalkozott és esettanulmányai-ban nagyon gyakran alkalmazta, bizonyára nem minden ok nélkül. A dolgozatok mindegyike sajátos, néha egymástól némileg különböző megvilágításban mutatja be HALES eredeti levezetését, természetesen azonos végeredménnyel. Mindebből arra következtethetünk, hogy ezt a gyorsan célravezető eljárást napjainkban sem érdektelen tanulmányozni, esetleg interaktív számítógépes háttér mellett —

amivel gyorsasága jelentős mértékben tovább fokozható — a hazai földtani viszonyok mellett kipróbálni.

A korai szeizmikus refrakciós kiértékelési eljárásokat korlátozottan, egyszerű földtani körülmények mellett lehetett alkalmazni. Általános feltétel volt a robbantási pontok közötti dőlésváltozás nélküli sík, vagy kisdőlésű réteghatár maximum 20°-os szögű dőlés mellett. HALES módszere nem támaszt ilyen feltételt. Lényege a nagysebességű határfelület mélységének és dőlésének előzetes ismerete nélkül azon felszíni  $X, Y$  pontpárok meghatározása, amelyekhez a refraktáló határfelület egy kitüntetett  $R$  emergencia pontja tartozik.

Az 1. ábra ismert vonal menti kétréteges refrakciós észlelési vázlatot mutat be. A vázlat szerint az ún. kölcsönös ponti idő —  $t_{REC} = AM/V_1 + MN/V_2 + NB/V_1$  — mindkét irányban azonos nagyságú és felcserélhető (itt  $V_1$  a felszín és a refraktáló felület közötti összlet sebessége, vagy a közöttük elhelyezkedő rétegek egyetlen összletbe foglalt átlagsebessége,  $V_2$  pedig a refrakciós határfelület sebessége). Az ábrán látható  $XY$  távolság a refrakciós kutatás fontos jellemzője. Abban az esetben, ha  $XY = 0$ , akkor az emergencia sugarak egy közös felszíni pontjához a refrakciós határfelület két pontja rendelhető hozzá (közös felszíni pontos módszerek). Ha  $XY > 0$ , akkor a refrakciós határfelület egy pontjához az emergencia sugarak két felszíni pontja rendelhető (közös mélységpontos módszerek). HALES módszere az utóbbi csoportba tartozik. A következőkben elég az  $RY$  és  $RX$  kritikusan reflektált sugarak vizsgálatára szorítkozni. A felszíni  $X$  ponttól a nagysebességű határfelület  $R$  pontjáig és onnan a felszíni  $Y$  pontig a kritikus reflexiós/refrakciós emergencia sugár  $t_R$  nagyságú útideje az alábbi:

$$t_R = t_{AY} + t_{BX} - t_{AB}, \quad (1)$$

ahol  $t_{AY}$  és  $t_{BX}$  a lövés/ellenlövés irányát követő sugarak  $R$  ponttól számított felszínre lépési ideje.

<sup>1</sup> Beérkezett: 2005. augusztus 23-án

<sup>2</sup> ipolcz@freestart.hu



$$h = 2r \cos \theta = XY \cos \theta / \sin(2i),$$

melyben  $r$  a három pontot  $(X, R, Y)$  érintő kör sugara. Ez a sugár kifejezhető az

$$r = \frac{XY}{2 \sin 2i}$$

képlettel is és segítségével láthatóvá tehető a három pontot érintő kör. A kör megjelenítése egyébként a refrakciós határfelület megszerkesztéséhez nem szükséges (a köröket a 7. ábrán láthatóvá tettük).

A szerkesztéshez szükséges  $V_1$  sebességet az útidő-görbéből lehet meghatározni,  $V_2$  ugyancsak az útidőgörbe alapján számítható. Célszerű az egymást metsző ágak alkalmas szakaszait figyelembe venni. Számítógépes programmal interaktív módon a sebességadatok bevitele, javítása könnyen elvégezhető. Említettük már, hogy ezzel az eljárással görbült határfelületek szerkesztése is megoldható a  $\rho > h$  feltétel mellett ( $\rho$  a görbületi sugár,  $h$  a szerkesztő körív sugara).

A szerkesztés menete a következő: a mérési pontokhoz tartozó  $XY$  távolságok középpontjában meg kell határozni az onnan kiinduló  $CE = \frac{1}{2}(XY) \operatorname{tg} i$  nagyságú felszín feletti merőleges szakaszt. A  $C$  pontból megrajzolt  $h = r_R V_1 / 2 \cos i$  sugarú körívek a nagysebességű határfelületet érintve annak burkoló görbét rajzolják ki. Természetesen a  $C$  pont helyzetét az  $XC$  húr és  $i$  hajlásszöge szerint is meg lehet határozni.

HALES szellemes útidőgörbe-átalakításának rendkívül hasznos más következménye is van. A  $QP$  húrok középpontjait összekötő egyenes meredeksége folyamatosan jelzi a refraktáló határfelület hely és nagyság szerinti sebességváltozásait és ez a tulajdonság rendkívüli módon alkalmassá teszi a refraktáló határfelület sebességének és sebességváltozásainak meghatározására. (A refraktáló határfelület sebességvizsgálatával, a matematikai alapokkal mint a létesítmény-elő kutatás egyik fontos feladatával [SJÖGREN 1984, p. 149–154] nagyon részletesen foglalkozott.) A változások a megfelelő lépték választásával jobban kiemelhetők.

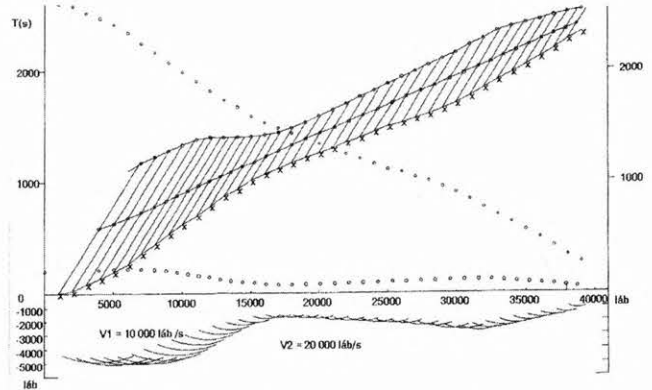
SJÖGREN refrakciós kézikönyvében a módszer határfelület-szerkesztő és sebességmeghatározó képességét nagydőlésű felszíni topográfia és dőlt határfelület együttesen előfordulásának esetére is kiterjesztette [SJÖGREN 1984, p. 117–119].

A következő példák az alkalmazást mutatják be. Az ábrák és a modellpéldák algoritmusai a kiváló grafikai tulajdonságokkal rendelkező Microsoft® Visual Basic 6.0 Professional Edition programnyelv segítségével készültek [AITKEN 1998].

Első példaként (3. ábra) a HALES eredeti dolgozatához mellékelte földtani modellt sikerült pontosan reprodukálni az útidőgörbéről leolvasott  $t(x)$  adatok alapján. Kis nullkörök jelzik a szerkesztő sugarak  $C$  középpontjait. A ferdén sorakozó húrok középpontjait összekötő egyenes változatlan meredeksége jelzi, hogy a refraktáló felület mentén nincs sebességváltozás. A geofonköz 100 láb.

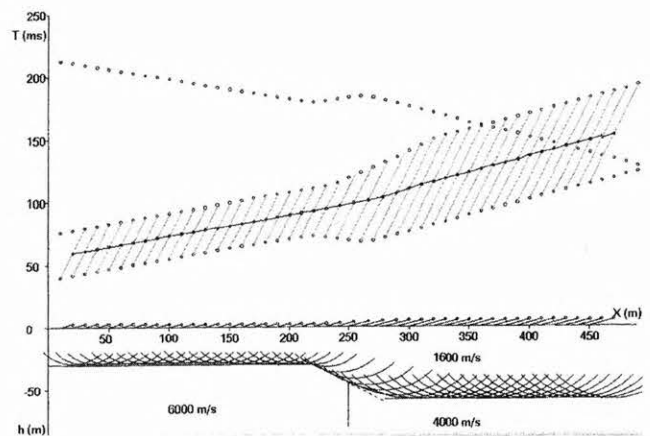
A 4. ábra kétréteges, vetőszerkezettel és aljzaton belüli sebességváltozással bonyolított földtani modellt ábrázol. A sugarak burkolója kirajzolja az aljzatot és a metsző húrok középvonalának dőlésváltozása jelzi az aljzat sebességváltozását és annak helyét. A geofonköz 10 m.

Az 5. ábrán bemutatott modellpéldában 6000 m/s és 4000 m/s köztessebességű aljzatablokba 2000 m/s sebességű lazább állományú közetsáv ékelődik. A sebességváltozás helyét HALES módszere pontosan jelzi, a hagyományos  $ABC$  sebességvizsgálat [pl. HEILAND 1940] szélesebb sávban jelöli ki a kissebességű zónát. A jelenség mérnökgeofizikai és más földtani feladatban (alagút vágathajtás, vízáadó kőzettréteg feltárása, alapozásra érzékeny létesítménytelepítés, stb.) fontos szerepet kaphat. A geofonköz 10 m.



3. ábra. HALES [1958] eredeti — változó mélységű, nagysebességű refrakciós határfelületet bemutató — példájának újra feldolgozott változata. Seizmométerköz 100 láb

Fig. 3. Recomputed version of Hales' original example [HALES 1958] exhibiting considerable high-velocity relief. Seismometer spacing 100 feet

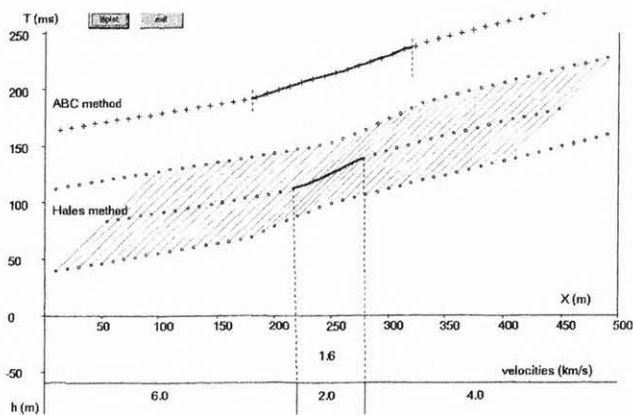


4. ábra. Kétréteges vetőszerkezet aljzaton belüli sebességváltozással. Seizmométerköz 10 m

Fig. 4. Two layer fault model with velocity change in the refractor. Seismometer spacing 10 m

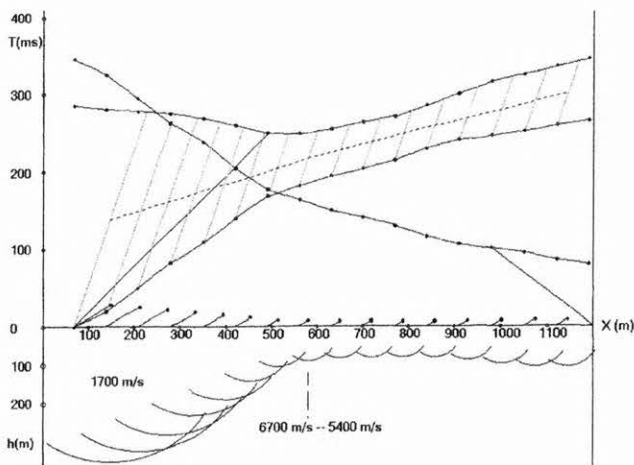
A 6. ábra meredek dőlésű, nagysebességű kőzetblokk-felszín szerkesztésére példa (egyesített útidőgörbékől szerkesztve). Az aljzat sebességváltozását a szaggatott vonalú egyenes dőlésváltozása jelzi. A geofonköz 70 m.

A 4. és 5. példák programozásához szükséges  $t(x)$  adatok a [PALMER 1991] munkához mellékelte táblázatokból származnak. SJÖGREN többek között ezeket is felhasználta a GRM módszer kritikai vizsgálatához [SJÖGREN 2000].



5. ábra. 6000 m/s és 4000 m/s sebességű aljzatlókk közé 2000 m/s sebességű közetsáv ékelődik. A sebességváltozás helyét HALES módszere pontosan követi, a hagyományos módszerek sokkal szélesebb sávot jelölnek

Fig. 5. Horizontal basement model displaying high velocity (6000 m/s, 4000 m/s) rock structure with low velocity (2000 m/s) wedging. Velocity change is well indicated by HALES method while conventional methods indicate a more wider zone



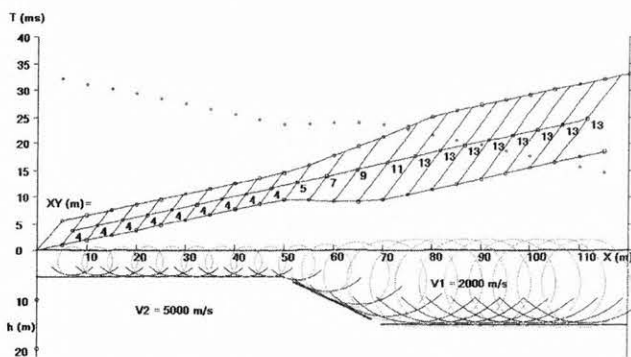
6. ábra. Nagydőlésű, nagysebességű aljzatszekezet leképezése HALES módszerével. Geofonköz 70 m

Fig. 6. Depth reconstruction of steeply dipping high velocity basement. Seismometer spacing 70 m

#### Néhány megjegyzés:

Szakirodalmi ajánlások szerint tagolt felszín és vastag lazaréteg, kis rétegdőlés esetén a  $t_0$  módszerek [POLCZ 1993] kevésbé érzékenyek a felszín változásaira. A közös mélységpontú módszerek felbontóképessége jobb, nagyobb mélységű kutatás esetén dőlt határfelületek, szeszélyesen váltakozó mélységű és törésszerű szerkezetek leképezésére alkalmasabbak. A Palmer-féle GRM és HALES módszere is az utóbbi kategóriába tartozik, jóllehet egymástól alapvetően különböző módon határozzák meg. PALMER útidőgörbékből előállítható függvényekkel vizsgálja a különböző nagyságú XY sorozatok jellegét. Az optimális XY érték a függvények alakjára gyakorolt „fókuszáló” hatás alapján dönthető el. Körülményes és szubjektív eljárás. Elismeri, hogy a módszerével számított optimális XY csak változatos jellegű refraktáló felület és kis geofonköz esetén határozható meg

kellő pontossággal, sík, vagy jellegtelen mélységbeli változásokat mutató határfelület erre a vizsgálatra kevésbé alkalmas. Ezzel ellentétben HALES módszere független a felszín alatti földtani szerkezet jellegétől. Sík réteghatár vagy változatos mélybeli szerkezet esetén is alkalmazható, helyesen választott sebességadatok felhasználásával helyről helyre a pontos XY értéket határozza meg. Példa lehet erre a [PALMER 1986]-ban bemutatott kétréteges modell (a monográfia 6-6., 6-7. ábrái), a rá vonatkozó útidőgörbék adatait táblázatban mellékelte. A könyv 8-5. ábrája mutatja be a modellre vonatkozó optimális XY számítás menetét (alkalmazott adatsorozat: 0-30 m). A táblázatban közölt  $t(x)$  adatrendszerből elkészítettük a modell HALES szerinti megoldását. Az eredmény a 7. ábrán látható. A számított XY számértékek az átlós hűrok mellett feltüntetve láthatók, az is jól érzékelhető, hogy a mélység függvényében változnak. Ugyanerre az esetre PALMER szubjektív választással az XY = 10 és 15 m-t tartja optimálisnak. Ezzel ellentétben HALES módszere minden egyes szerkesztéshez a pontosan oda illő XY-t veszi figyelembe.

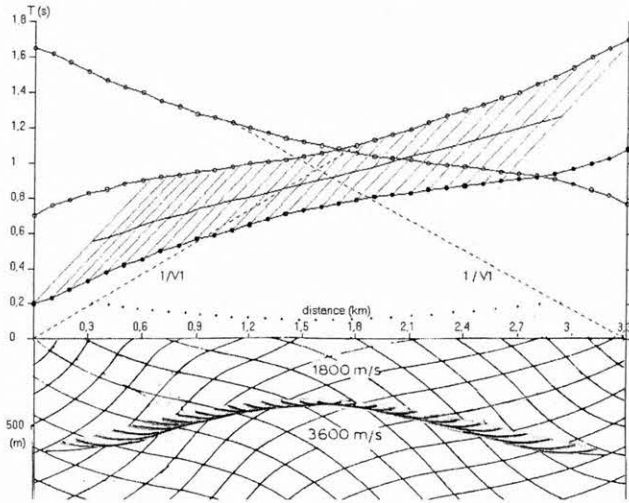


7. ábra. Kétréteges földtani modell [PALMER 1991, 6-6, 6-7, 8-5 ábrák]. XY optimális értéke PALMER eljárása szerint 15 m. Az ábra a Hales-féle megoldást szemlélteti a határfelület mélységének függvényében változó XY értékek feltüntetésével. Itt az 1. ábrán bemutatott XRY háromszöget körülíró köröket is feltüntettük

Fig. 7. Two layer model after [PALMER 1991, Figs 6-6, 6-7, 8-5] with XY = 15 m as optimum. Hales-type solution represents changing values of XY as a function of refractor depth. Circumscribing circles of the XRY triangle (Fig. 1) are also drawn

PALMER véleménye szerint [PALMER 1986] Hales módszerének több közös vonása van a GRM-el. Ez érdekesen sajátos vélemény, ugyanis a helyzet éppen fordított, mert módszerét 1980-ban publikálta először, HALES után 31 évvel. Az XY alapvető szerepére pedig HALES hívta fel elsőként a figyelmet és mint fentebb láttuk, módszert is adott kellő pontosságú kiszámítására szubjektív megítélések mellőzésével. Az említett problémák mellett a GRM divatos népszerűségnek örvend, a világhálón is jól reklámozott. Ezzel ellentétben SJÖGREN modellpéldákkal és terepi mérésekkel végzett alapos és körültekintő vizsgálata alapján azt a véleményt fogalmazta meg, hogy „a GRM lefolyamatot és mérnökgeofizikai feladatok részletes és pontos kiértékelésére csak korlátozottan alkalmas” [SJÖGREN 2000]. Hasonló véleményt nyilvánított WHITELEY is [WHITELEY 1990, 1992], és felhívta PALMER figyelmét, hogy módszerével végzett kiértékelési eredmények esetleges hiányosságai miatt kellemetlenül ellentmondásos geotechnikai eredmények szülehetnek.

A 8. ábra antiklinális szerkezet hullámfrontos és Hales-módszer szerinti kiértékelését mutatja be azonos végeredménnyel. Nem kétséges, hogy a látványos, de hosszadalmas hullámfront szerkesztéssel szemben gyors és pontos eredményre vezet az ismertetett eljárás.



8. ábra. Antiklinális szerkezet megoldása hullámfrontos és HALES módszere szerint

Fig. 8. Wave front and HALES type solution of an anticlinal structure

Végül, de nem utolsó sorban a szerző ezúton is köszönetét fejezi ki PRÓNAY Zsolt és HERMANN László tudományos munkatársaknak (ELGI) a Visual Basic 6.0 nyelven készült program létrehozása közben nyújtott baráti segítségükért.

## HIVATKOZÁSOK

- AITKEN P. G. 1998: Programozás Visual Basic 6 nyelven. Blue Book, magyar változat: Kiskapu Kft. 1999
- GAMBURCEV G. A., RIZNYICSENKO Ju. V., BERZON I. Sz. 1952: Korrelacionnűj metod prelomlennih voln. Izd. Akad. Nauk SzSzsZr, 238 p.
- HALES F. W. 1958: An accurate graphical method for interpreting seismic refraction lines. *Geophysical Prospecting* **VI**, 3, p. 285–294
- HEILAND C. A. 1940: *Geophysical exploration*. New York, Prentice Hall
- KILCZER Gy. 1952: Antiklinális adatainak kiszámítása refrakciós időgörbéből. *Geofizikai Közlemények* **2**, 3, 1–6
- MITUCH E. 1957: Szeizmikus refrakciós mérések kiértékelése időellenőrzéssel. *Geofizikai Közlemények* **6**, 3–4, p. 25–43
- PALMER D. 1980: The generalized reciprocal method of seismic interpretation. Society of Exploration Geophysicists, Tulsa
- PALMER D. 1986: Refraction Seismics; the lateral resolution of structure and seismic velocity. In: *Handbook of Geophysical Exploration, Section 1. Seismic Exploration* (Eds: K. HELBIG and S. TREITEL) 13, Geophysical Press
- PALMER D. 1991. The resolution of narrow low-velocity zones with the generalized reciprocal method. *Geophysical Prospecting* **39**, p. 1030–1060
- POLCZ I. 1993: Az értelmezési eljárások fejlődése a sekély-refrakciós kutatásban, a felbontóképesség növelése I. *Magyar Geofizika* **34**, 3, p. 115–125
- POLCZ I. 2001: Újra a GRM-ről — nyolc év után. *Magyar Geofizika* **42**, 3
- SHERIFF R. E., GELDART L. P. 1982: *Exploration Seismology* 1. Cambridge University Press
- SJÖGREN B. 1979: Refractor velocity determination — cause and nature of some errors. *Geophysical Prospecting* **27**, 507–538
- SJÖGREN B. 1984: *Shallow refraction seismics*. London–New York, Chapman and Hall
- SJÖGREN B. 2000: A brief study of applications of the generalized reciprocal method and of some limitations of the method. *Geophysical Prospecting* **48**, 815–834
- SLOTNIC M. M. 1959: *Lessons in seismic computing*. SEG, Tulsa, 268 p.
- WOOLLEY W. C., MUSGRAVE, A. W., GRAY H. 1967: A method of in-line refraction profiling. In: *Seismic Refraction Prospecting* (Ed.: A W. MUSGRAVE), SEG, Tulsa, p. 267–289
- WHITELEY R. J. 1990: Engineering geophysics—A Geophysicist's view. *Exploration Geophysics* **21**, p. 7–16
- WHITELEY R. J. 1992. Comment on “The Resolution of narrow low-velocity zones with the generalized reciprocal method” by Derecke PALMER. *Geophysical Prospecting* **40**, p. 925–931.

# A geotermikus hő kitermelésének lehetőségei az elárasztott recski mélyszinti bánya tárnáiból

(Esettanulmány)

The possibilities of receiving geothermic energy from the tunnels of the deep mine of Reck (A case study)

*A modern ore mine, originally planned to excavate considerable quantities of minerals, closed down in the phase of preparations, for economic and other reasons. The two vertical shafts run down to a depth of 1200 m. They are located 1200 m away from each other, and each is 8 m in diameter. Two horizontal tunnels connect the two shafts, at 700 and 900 m depths. The warm water (52 °C), pouring into the mine had to be continually drained out. When it was finally decided to close down the mine, the pumps stopped and the warm water fully filled up the mine. The quantity of water is estimated at 300 000 m<sup>3</sup>. A major development project is going to take place at the Parádfürdő spa, only a few hundred meters from the mine. How would it be possible to make use of the heat of the water in the mine?*

1767-ben indították el az újabb kori mátrai ércbányászatot, de már ezt megelőzően Vörösvárhegyen és Gyöngyös-oroszi környékén is régen beomlott aknákat, beszakadt tárókat fedeztek fel. A Parádfürdő környéki bányák újbóli feltárása az 1767 utáni évtizedben indult meg.

Az 1700-as évek végén már ezüst és réz reményében végeztek fejteket, és az volt az elképzelés, hogy érczútot is építenek, hogy olvasztásra alkalmas színport nyerjenek.

A II. világháború után indult meg erőteljesebben az ércbányák fejlesztése. Az érckutató fúrások a mezozoós kőzetoszletet átlagosan 900 méter tengerszint alatti mélységig tárták fel.

Két 1200 méter mély aknát mélyítettek le, ezek 8 méter átmérőjűek. Ezeket 700 méterben és 900 méter mélységben felszállító vágatok kötik össze, amelyeket már 1980-ban elkészítettek. Azóta gazdasági nehézségekre való hivatkozással további munka nem folyt, évente 150–400 millió Ft-ot fordítottak a fenntartásra. A további fúrási kutatás, a vágathajtások szünetelnek, ill. megszüntek.

A bánya kialakítása során a mélyben magas közethőmérsékleteket mértek. Az aknában a talpon a hőmérséklet meghaladta az 52 °C-ot. Igen erőteljes vízbeáramlás jellemezte, a víz magas kalciumkarbonát-tartalma, ill. az aragonit-kiválás rendkívül erőteljes. A számítások szerint az itt meglévő vízkészlet már meghaladja a 300 000 m<sup>3</sup>-t.

Ez a helyzet készítette a szerzőt, hogy valamilyen megoldási formát javasoljon a hőhasznosításra.

A vágatokban, mivel nagy mélységről és jelentős víztömegről van szó, ez az elárasztás azt jelenti, hogy nagy mennyiségű hővel lehet számolnunk. Mivel a területen a földi hőáramok sűrűsége és értéke nagyon kedvező (és ez feltételezhetően a vulkáni kőzetek hővezető képességével függ össze), ez a hatalmas víztömeg rendkívül nagy hőértéket képvisel. A hőutánpótlás szempontjából potenciálisan jól felhasználható lenne, ugyanakkor a környezeti károsodást és a környezetbe semmiféle beavatkozást nem jelentő, hasznosítható hőkészletet jelent. A legcélszerűbb a hőszivattyús megoldás lenne.

A hasznosításhoz számos dolgot kell tisztázni: meg kell vizsgálni, hogy a különböző vágatokban milyen értékűek a hőmérsékletek. Az utánpótlódás mértéke milyen formában lenne biztosítható? Mikor állna be a földi hőáramok által biztosított víz felmelegedési ideje a folyamatos felhasználás

során olyan hőegyensúlyi állapotba, amely a gazdaságos hőbányászatot megalapozná?

E kérdések megválaszolásához számításokat kell végezni, elsősorban a különböző mélységben elhelyezkedő víztömeg hőmérsékleti adataira vonatkozóan, a hőutánpótlódásra, a készletekre, a beáramló víztömegre vonatkozó kémiai, víz-kémiai elemzésekkel és egyéb vizsgálatokkal együtt.

Míndezek alapján kell kialakítani egy olyan koncepciót, amely esetleg ennek a hőnek egy ilyen sajátos formában történő hasznosítását a lehető leggazdaságosabban tudná biztosítani. Mivel a jövőben várhatóan növekvő idegenforgalom alakul ki a mátrai területeken és a Parádi-völgyben, mezőgazdasági kertészetet lehetne létesíteni a terület közelében, hiszen megfelelő mezőgazdasági művelésre alkalmas, szabad területek is vannak. Esetleg más hasznosítási formát (pl. villamosáram-termelés stb.) kellene keresni és ennek alapján minderre tervet készíteni. A meglévő, jó állapotban lévő épületeket is lehetne hasznosítani (pl. gombatermelés stb.).

Magyarországon egyelőre az elfolyó termálvizet energetikai célra — hőenergetikai szempontból — egyedül a harkányi távhő hasznosítja. A különben szennyvízcsatornába elvezetésre kerülő 30° vagy afölötti hőmérsékletű termálvizet, a fürdő napi 6000 m<sup>3</sup> mennyiségű elhasznált vizét hasznosítják. Ez azt jelenti, hogy 6 MW hőteljesítményt tudnak levenni ezúton, hőszivattyú felhasználásával, amit különböző közintézmények, kórház, szálloda, étterem, vendéglő hasznosíthat fűtési hőként és melegvíz-ellátásként.

Sajnos Magyarországon 3000 olyan kút van lezárva, amelynek a hőhasznosítási lehetősége adott lenne, de egyáltalán nem élnek vele. (Ha Magyarországon az elfolyó termálvizet hőhasznosítási lehetőségét értékeljük, akkor 200 000 MW/h energiát lehetne felhasználni. Ha csak 100 MW/h teljesítményt számolunk 30°-os elfolyó víz hőmérséklettel, ez már olyan teljesítmény, amely országos viszonylatban is feleslegessé tenne egy közepes erőművet.

A hőszivattyúk ismert szakemberének véleménye szerint –300 és –700 m között a vízpótlódás 1,5 m<sup>3</sup>/perc, vagyis 90 m<sup>3</sup>/óra körül van. Hőfokban min. 40 °C-kal lehet számolni. Az 5 °C-ig történő hűtéssel kivehető 3600 kW hőteljesítmény, növelve a kb. 700 kW meghajtó villamos teljesítménnyel, összesen kb. 4300 kW. Ez elegendő 1000 szállodai szoba fűtésére.

Ennek az egyszerű megoldásnak a feltétele, hogy megengednek-e 25 l/s mennyiséget ebből a vízminőségből a befogadóba üríteni.

Sajnos ez utóbbi megoldást környezetvédelmi okokból nehéz elképzelni. HAJDÚ igazgató úr szerint vízkiemelés nélkül is jelentős hőteljesítményt lehet a bányából kinyerni, „ha csak a bányafalon keresztüli hőátbocsátást vesszük tekintetbe, adott felületen”. Dr. LENKEY László tud. munkatárs (ELTE Geofizikai Tanszék) véleményét is kikérve a földi hőáramsűrűségből kitermelhető hőről, ő a következőket írta: „Pótlódik-e a kitermelt hő? A kitermelt hő a földi hőáramsűrűsége 0,11 Wm<sup>-2</sup>-t feltételezve, a hőáramsűrűség definíciójából adódóan 1 óra alatt 1 m<sup>2</sup>-en megközelítőleg 0,4 kJ energia áramlik át. Vagyis a kitermelt hőenergia 9 x 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>-en (3 km x 3 km = 9 km<sup>2</sup>-en) pótlódhat. Mivel a kitermelés kis területen, a két aknát összekötő 2 km-es szakaszon történik, világos, hogy a földi 2 szinten hőáram a kitermelt energiának csak egy részét képes pótolni. (A fenti számításnál feltételeztük azt is, hogy a teljes földi hőáramsűrűség a melegítésre fordítódik, ami nyilván nem igaz.) Mivel a hő kívülről (földi hőáramból) nem tud pótlódni, a rendszer a környezet hőjét fogja kitermelni, vagyis a környezet le fog hűlni.

Mivel a hővezetés lassú folyamat, ezért a hő a környezet távolabbi részeiből lassan tud pótlódni, ami ahhoz vezet, hogy a környezet nagyon rövid idő alatt a visszavezetett víz hőmérsékletére fog lehűlni.”

Dr. LENKEY — meggyőzően — állítását még egy, a lap síkjára merőleges „hőnyelő” által létrehozott hőmérséklet-terben is ábrázolva arra a következtetésre jut, hogy ha csak konduktív hővezetés van, a vonalforrás környezetében gyorsan csökken a hőmérséklet.

Némi megfontolásra késztet a mátradercskei 11/a mélyfúrás, amely 900 m-ből 38 °C-os vizet termel. A víz utánpótlódása során jelentéktelen a depresszió. A közethőmérséklet a 900 m-es szinten +52 °C, a 700 m-es szinten pedig +46 °C.

LENKEY L. sem zárja ki, hogy a rendszerből 1 évig annyi hőt tudunk kivonni, ami 1000 kW/h hőteljesítményt biztosítana, mivel csak ezt követően csökkenne a „hőnyelő” hőmérséklete 10 °C alá. Amennyiben ezt nem 1 év alatt termeljük ki, akkor — a szerző véleménye szerint — kisebb hőteljesítménnyel számolva ezt az időt nagyságrendekkel növelhetjük. Ez különösen akkor lenne sikeres, ha meg tudjuk oldani a víz cirkulációját a bányavágatok és a környezet között. (Egyes szakemberek szerint — a szerző által nem teljesen osztott vélemény — minél jobban lehül a kőzet, annál erősebb lesz a hő hozzááramlás. Ez az adott terület

geológiai viszonyaival, endoterm stb. folyamatokkal függ össze.)

Svájcban, Németországban, az USA-ban hőszivattyús fűtéshez évtizedek óta alkalmazzák talajvíz hűján a mélyszondás hőnyerést. Ennél 50–100 m mély, 110–133 mm átmérőjű furaton keresztül termelik ki a hőt. A munkaközeg, mely a furatba helyezett csöveken áramlik, 0 – -3°C hőmérsékletű fagyállóval kevert víz. A kivethető hő a kőzet nedvességétől és hővezető képességétől függően a DIN szabvány szerint a következő:

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Porózus talaj jelentős víz áramlásnál      | 100 W/m |
| 2. Szilárd kőzet jó hővezető képességgel      | 80 W/m  |
| 3. Szilárd kőzet közepes hővezető képességgel | 55 W/m  |
| 4. Száraz altalaj, rossz hővezetéssel         | 30 W/m  |

Ha több furatból lehet kivenni a szükséges hőmennyiséget, akkor a furatok távolsága 5 m lehet. A recski kőzet porózus, jelentős vízáramlással. Tehát azon a területen egy 25 kW hőigényű lakóházhoz közepes hővezető képességű talajnál 2 db 100 m mély szondából ki lehet venni tartósan a szükséges 19 kW talajhőt, mindössze 10 m x 100 m kőzet-tömegeből, csupán a konduktív hő felhasználásával. Minél jobban lehül a kőzet, annál erősebb lesz a hő hozzááramlás.

Összegezve tehát megállapíthatjuk, hogy egy megvalósíthatósági tanulmány elkészítésével van reális lehetőség (még számos elméleti, gyakorlati, mérés-technikai, valamint gazdasági kérdés tisztázását követően) a vizsgált területen tárolódott hőmennyiség gazdaságos hasznosítására.

## IRODALOM

- DÖVÉNYI et. al. 1983: Magyarország geotermikus viszonyai. Geofizikai Közlemények
- WALTER J., RYBACH L. 1999: Heatexchanger Borhalle System. Bulletin d'Hydrologia 17
- MANDS E., SANNER B. 2002: Shallow Geothermal Energy. UBeG GBR, Wetzlar
- GÖÖZ L. 2002: Development Possibilities of the Renewable Energy Resources in Hungary Considering the Country's Physical Characteristics and Its Coming EU Accession (Ed. A. A. SAYIGH). Word Renewable Energy Congress VII, Cologne
- GÖÖZ L. et al. 2001: Hőbányászati lehetőségek Északkelet-Magyarországon. Természettudományi Közlemények (Szerk. KÓKAI S.), Nyíregyháza
- LENKEY L. 2003: Az elárasztott recski mélyszinti bányából kitermelhető hő becslése (kézirat)

Gööz Lajos

# A magyar geofizikai kutatás története tárgyú cikksorozathoz

1993-ban Magyarországon, Budapesten rendezték meg az Európai Földtani Társaságok Szövetségének (Association of European Geological Societies) VIII. találkozóját a Magyar Állami Földtani Intézetben. Erre az alkalomra a Magyarhoni Földtani Társulat megjelentette *A hazai geológiai kutatás története és A Magyarhoni Földtani Társulat története* című munkákat magyar és angol nyelven. E munkák szerzői sorrendben BALOGH Kálmán és CSÍKY Gábor voltak.

VERŐ László, a Magyar Geofizikusok Egyesületének akkori elnöke felvetette azt a gondolatot, hogy e rendezvényhez kapcsolódva a Magyar Geofizikusok Egyesülete is jelentessen meg egy monográfiát a hazai geofizikai kutatás történetéről. A javaslat nagyon is időszerű volt, tekintettel arra, hogy a kéziratban maradó kutatási anyagok általában veszendőbe mennek. A geofizikai monográfia szerkesztésére ACZÉL Etelka kapott megbízást a Magyar Geofizikusok Egyesületétől, a szerkesztőtárs feladatát PINTÉR Anna, a lektorálást ÁDÁM Oszkár vállalta. Ezek után a szerkesztők felkérték az egyes geofizikai módszerek legjobb ismerőit a szakterületük kutatástörténetének megírására.

A nyomdai határidők és költségek, valamint a kéziratok terjedelmének korlátai miatt azonban a szerzők — akik azt előre jelezték is — nem nagyon tudtak szándékaik szerint jól átgondolt, színvonalas szövegeket készíteni. A tanulmányok elkészülte és gyors lektorálása után a munka angol fordítása is elkészült ugyan, de nyelvi és szakmai lektorálás nélkül, végül azonban idő és pénz hiánya miatt a monográfia megjelentetésére nem került sor. A kéziratban maradt munka egy összefűzött példánya a Magyar Geofizikusok Egyesületében megtalálható.

A szerkesztők, ACZÉL Etelka és PINTÉR Anna, akkor úgy vélték, hogy kár lenne ezt a „félkész”, nem túlzottan sikerült tanulmányorozatot egyetlen példányban porosodni hagyni, hiszen azért ebben a kissé sietve végzett munkában is igen sok, publikálásra érdemes érték van. A szerkesztők ezért arra a meggyőződésre jutottak, hogy újra föl kellene kérni az egyes szerzőket ezeknek a tanulmányoknak kiegészítésére, átdolgozására, most már lényeges idő- és terjedelmi korlátozás nélkül. A átdolgozott tanulmányokat ezután cikkenként a Magyar Geofizikában kellene megjeleníteni. Az egyes geofizikai módszerek magyarországi kutatásának történetét így a szakterületek legjobb ismerőinek írásából ismerhetnék meg az érdeklődők.

Ezt az elgondolást ACZÉL Etelka ismertette a Magyar Geofizikusok Egyesületének egyik elnökségi ülésén. A jelenlévők nem fogadták túlzott lelkesedéssel ezt az elképzelést, bizonyára fölrémlett előttük egy unalmas végeláthatatlan cikksorozat rémképe. Szerencsére BODOKY Tamás, a Magyar Geofizika főszerkesztője fölkarolta az elgondolást, és támogatásáról biztosította a szerkesztőket, sőt tréfásan megjegyezte, hogy legfeljebb mind a hárman kiérdemeljük a Mária Terézia-rendet. (Erre a kitüntetésre tudvaleg azokat érdemesítették, akik a háborúban vezéreik utasítását nem teljesítik, a csatát viszont megnyerik.)

E bátorítás után a szerkesztők ismét fölvtették a kapcsolatot a szerzőkkel, akik örömmel fogadták ezt az újabb, szakmailag lényegesen jobb feltételeket kínáló lehetőséget. Elkezdődhetett tehát az átdolgozott, kiegészített geofizikai tanulmányok közlése.

Ezt követően lapunkban az alábbi tanulmányok jelentek meg a magyar geofizikai kutatás történetéről:

1992 — ÁDÁM O.: Szeizmikus történelem (XXXIII, 4)

1993 — BARTA Gy.: Földmágneses kutatások Magyarországon (34, 1)

1993 — PINTÉR A., SZABÓ Z.: Gravitáció a földtani kutatásban (34, 2)

1993 — CSAPÓ G., GAZSÓ M.: A geodéziai gravimetria magyarországi fejlődésének fontosabb állomásai (34, 3)

1994 — VARGA P.: Az árapálykutatás fejlődésének története (34, 3)

1994 — SZEMERÉDY P.: Az ionoszféra és a magnetoszféra kutatásának története (34, 3)

1994 — BARANYI I., BERTA Zs., VÁRHEGYI A.: Geofizika a hazai uránkutatásban (35, 1)

1994 — BARÁTH I., JESCH A., KISS B., LAKATOS S.: A mélyfúrás geofizikai kutatás története Magyarországon (35, 2)

1994 — NEMESI L., TAKÁCS E., VERŐ J.: A magyarországi geoelektromos kutatás rövid története (35, 3)

1994 — SZEIDOVITZ Gy.: A hazai földrengéskutatás rövid története (35, 4)

1994 — DANKHÁZI Gy.: Néhány megjegyzés „A mélyfúrás geofizikai kutatás története Magyarországon” című munkához (35, 4)

1995 — MOLNÁR K., KLOSKA K., NAGY Z., RUMPLER J., TÓTH J.: A szénhidrogén-kutatásban alkalmazott geofizikai módszerek fejlődésének főbb állomásai a kezdetektől napjainkig (36, 1)

1995 — NEMESI L.: Kiegészítések, helyreigazítások a magyarországi geoelektromos kutatások rövid történetéhez (36, 1)

1995 — BARÁTH I., GYULAI Á., HERMANN L., REZESSY G.: Adalékok a szénbányászatban alkalmazott geofizikai kutatás történetéhez (36, 2)

1995 — SZABADVÁRY L., NYERGES L.: A magyar bauxit-geofizika története (36, 3)

1995 — DRASKOVITS P.: A geofizika alkalmazásának története a magyar vízkutatásban (36, 4)

1996 — SZALAY I.: A magyar ércgeofizika története. Felszíni vasérc- és szulfidosérc-kutatás (37, 1)

1996 — ACZÉL E., PINTÉR A.: Utószó és előhang a magyar geofizikai kutatás történetét bemutató cikksorozathoz (37, 2)

1996 — ÁDÁM A., VERŐ J.: A soproni GGKI-ben végzett elektromágneses indukciós kutatások története (37, 3)

1997 — GERZSON I.: A magyarországi uránipar égisze alatt végzett földtani kutatási munkák 1953–1989 között (38, 2)

A felsorolt számos színvonalas szakmai tanulmány megjelenése ellenére tisztában kell lennünk azzal, hogy ez a sorozat sem lehet teljes és tökéletes. A sok-sok kiváló kutató-szerző geofizikai kutatásokról minden részletre kiterjedő anyagot összeállítani. Mindannyiunk emlékezete véges, sok részlet nemcsak elfelejtődött, hanem elkallódott vagy megsemmisült. Sajnos az ELGI-nek sokáig nem volt egységes, megbízható adattára. Néha részleges megoldást jelentett a TÜK (titkos ügykezelés) adattárának használata, viszont az általános titkolózás kötelezettsége bénítólag hatott a hazai publikálásra. A hazai geofizikai kutatás történetének bemutatását 1996-ra befejeztük.

Ekkor a Magyar Geofizika 37. évf. 2. számában „Utószó és előhang...” című írásunkban jeleztük, hogy a munkát folytatni kívánjuk az ELGI expedíciós tevékenységének ismertetésével. Ez a munka a szerzők számára további nehézséggel járt. Fokozottabban kellett az emlékezetükre hagyatkozni, mivel a külföldön végzett munkák dokumentációját, kutatási eredményeit tilos volt hazahozni.

E kiegészítő munka keretében a következő tanulmányok készültek el, és jelentek meg a Magyar Geofizikában:

1998 — HOBOT J., ZSILLE A.: Geofizikai kutatások Mongóliában I–II. (39, 4)

1998 — SZABÓ Z.: Az Eötvös-inga históriája (40, 1)

1999 — KARAS Gy., ZSILLE A.: Geofizikai kutatások Mongóliában III. (40, 1)

1999 — LAKATOS S.: A mongóliai geofizikai kutatások kezdeteiről (40, 4)

2000 — DRASKOVITS P., ZSILLE A.: Geofizikai kutatások Mongóliában IV. (41, 1)

2000 — VIOLA B., SZUNYOGH F.: Vízkutatás Irakban (41, 3)

2002 — HOBOT J., MADARASI A., SIMON A., TABA S., ZSILLE A.: Geofizikai kutatások Mongóliában V/A (43, 1)

2002 — FEJES I.: Geofizikai kutatások Mongóliában V/B (43, 3)

2002 — KOVÁCSVÖLGYI S., ZSILLE A.: Geofizikai kutatások Mongóliában V/C (43, 4)

2004 — POLCZ I., SZALAY I., NYITRAI T.: Magyar geofizikusok Kubában (45, 2)

A kubai expedíciót ismertető tanulmányok közreadásával e cikksorozat szerkesztését befejeztük; annak tudatában, hogy sok kutató van még, aki ismereteivel teljesebbé, részletesebbé tehetné ezt a munkát is. Így például 1956-tól

1961-ig a Geofizikai Intézet Kínában is végzett gravitációs, szeizmikus és geoelektromos kutatást. Ez utóbbiról TAKÁCS Ernő professzor közzétette az eredményeit „A kínai-magyar geofizikai expedíció tellurikus csoportjának munkája 1956-tól 1959-ig” című tanulmányában, amely a Miskolci Egyetem 50 éves évfordulójára kiadott kötetben jelent meg (A Miskolci Egyetem Közleménye 2001. Geotudományok, „A” sorozat, Bányászat 52, p. 49–85).

POSGAY Károly összefoglaló írása az ELGI történetének I. részében „A kínai expedíció (1956–1961)” címen jelent meg. (POLCZ Iván szerk.: Az ELGI története I. rész 1907–1964. Budapest 2003).

A fentiekben vázolt munkához nagyon jól illeszkedett a Magyar Geofizika jubileumi különszáma, amelyben a geofizika egyes területeinek kutatástörténetét ismertették a szerzők. (Magyar Geofizika, 50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete, 45. évf. különszám.). Ebben a különszámban a következő ide tartozó témájú tanulmányok jelentek meg:

SZABÓ Z.: A gravitációs és földmágneses kutatások története Magyarországon

ÁDÁM A., NAGY Z., NEMESI L., TAKÁCS E.: A geoelektromos műszer- és módszerfejlesztés eredményei  
BODOKY T., KÉSMÁRKY I., MOLNÁR K.: A szeizmikus kutatás története

BARÁTH I., KISS B.: A mélyfúrás geofizika története Magyarországon

Összefoglalva megjegyezhetjük, hogy *A magyar geofizikai kutatás története* című cikksorozatban 1992 és 2005 között 60 szerző 30 tanulmánya jelent meg a Magyar Geofizikában.

Köszönettel tartozunk STOMFAI Róbert kollégánknak, akitől nagyon sok segítséget kaptunk az egyes tanulmányok sajtó alá rendezésében.

A több mint tíz éves munka befejezése alkalmával e helyen is köszönet illeti valamennyi szerzőt, akik a nagy mennyiségű pusztuló anyagot — talán az utolsó pillanatokban — segítették közkinccsé tenni. VERŐ László érdeme, hogy felvetette a monográfia ötletét, BODOKY Tamásé az érdem, hogy a tanulmányok megjelentetését támogatta. Külön köszönettel tartozunk TÓTH Lajosnak, a Magyar Geofizika szerkesztőjének, akinek szakszerű, gyors és gondos munkája lényegesen hozzájárult munkánk sikeréhez.

*Aczél Etelka, Pintér Anna*

# Hozzászólások a „Geofizika az Akadémián 1949–2005” című cikkhez

## SZONGOTH Gábor hozzászólása

Örömmel olvastam a cikket a Magyar Geofizika 46. évf. 3. számában a geofizika helyzetéről az Akadémián, mert mindig örülök, ha újat tudok meg a szűkebb és a tágabb szakmáról. Kétségtelen, sok érdekességet tartalmaz a cikk és a függelék, de van néhány észrevételem, illetve kiegészítésem.

Az intézményhálózat átszervezésénél — szerintem — az ELGI kutatói létszáma mára nem az 1975-ös létszám felére, de inkább negyedére vagy nyolcadára esett vissza. (Biztosabb adatokat az ELGI jelenlegi vezetése adhat.)<sup>1</sup>

Az átalakuláskor keletkezett új cégek felsorolásánál kimaradt, hogy az ELGI-ből a 90-es években kivált a környezet/mérnök-geofizikával foglalkozó részleg ELGOSCAR Kft. néven, és a mélyfúrás-geofizikai részleg Geo-Log Környezetvédelmi és Geofizikai Kft. néven.

A 4. függelékben a nagyobb vállalkozások felsorolásánál a mi cégünk neve helyesen: Geo-Log Környezetvédelmi és Geofizikai Kft. (és hát a felsorolt cégek nem mindegyike nagyobb...)

Megjegyzés az 5. függelékhez (A magyar geofizika kezdetei): Nem tudom, geofizikai mérés-e, ha valaki egy fúrásban (kb. 700 m mélységben) megméri a talphőmérsékletet? Ha igen, át kell írni a tankönyveket, mert Magyarországon az első mélyfúrás-geofizikai mérést 1875-ben, ZSIGMONDY Vilmos végezte a Városliget-I. hévízkútban a fúrás mélyítése közben. Még arra is rájött, hogy a higanyos hőmérő többet mutat a hidrosztatikai nyomás miatt, ezért átalakította a hőmérőt úgy, hogy kiegyenlítse a nyomás hatását. (Forrás: ZSIGMONDY Vilmos: A városligeti artézi kút Budapesten, 1878).

Mélyfúrás-geofizikával még az alábbi cégek foglalkoznak:

- Geo-Genesis Bt. (Várpalota),
- Karotázs Kft. (Pécs),
- Vikuv Rt. (Cegléd),
- geofizikával pedig pl.: a HÁROMKŐ Föltani és Geofizikai Kutató Bt.

A legnagyobb gond a 2. függelékkel van. A tudományos témacsoportok összeállítása rendkívül korszerűtlen és rengeteg hibát tartalmaz, nem szerencsés, ha ez van érvényben az Akadémián.

Csak példákat említek, messze a teljesség igénye nélkül:

- Felszín alatti geofizika:
  - Mélyfúrás-geofizika (ennek kb. 20 módszere van, mindegyiket külön is fel lehetne sorolni, mint ahogy más helyeken igen részletes a felsorolás).
  - Indukciós karotázs (miért pont ez a módszer van kitüntetve?)
  - Elektromos mérések fúrólukban (miért pont ez a módszer van kitüntetve?)

<sup>1</sup> Az 1993-as leépítést közvetlenül megelőzően az Intézet létszáma 420 fő volt. Ez 133-ra csökkent, de ebben benne voltak azok is, akiket valamilyen okból abban a pillanatban nem lehetett elbocsátani (kismamák, tartósan betegek, katonák stb.). A valódi maradék létszám, értve ez alatt a ténylegesen munkát végzők számát, 100 fő alá süllyedt. Ma a létszám 80 fő körül mozog. (B. T.)

- Karotázs (mélyfúrás-geofizika) értelmezés, karotázs kútdiagnosztika. (Ez legalább két külön sort érdemelne, mert semmi közük egymáshoz (miért használjuk a karotázs szót, ha ez magyarul mélyfúrás-geofizika?)
- A karotázs kútdiagnosztika magyarul  $\equiv$  kútvizsgálat, de van még termelés-geofizika is!)
- Szeizmikus és mélyfúrás geofizikai adatok integrált értelmezése (helyesen mélyfúrás-geofizikai).
- Klasszikus felszíni geofizika 3:
  - Szeizmika címszó alatt miért szerepel az akusztikus hullámkép-analízis, amikor az mélyfúrás-geofizikai módszer?
  - Szénhidrogén-kutatás (két helyen szerepel: a Szeizmika alatt és az Egyebek alatt.) A mélyfúrás-geofizika kimaradt, pedig pl. a Geoinform kizárólag ezzel foglalkozik.
- A nyersanyagkutatás, vízkutatás, hévízkutatás, a geotermális energia kutatása stb. mind kimaradtak a geofizikusok köztestületi tagjai által (2005 júniusában) művelt témacsoportokból. Kár, hogy ezekkel nem foglalkoznak.

Szerintem nem ártana aktualizálni ezt a listát a geofizika jó hírének megőrzése érdekében.

Szongoth Gábor

## A szerző, SZARKA László válasza

Megköszönöm SZONGOTH Gábor észrevételeit, aki a megnevezett függelékben a magyar geofizika szakmai és a tudományos körképére vonatkozó tényleges hiányosságokat tett szóvá.

### 1. Szakmai körkép

A céglista feltétlenül kiegészítendő. A 4. függelék 2. pontjában a közismert cégneveken kívül azokat a cégeket szerepeltettem, amelyeket 2005 elején web-es keresővel (Google-lal) megtaláltam. A 3. pontban pedig a magyarországi környezetvédelmi nyilvántartásban szereplő, geofizikai tevékenységeket (is) feltüntető hazai vállalkozásokat vettem figyelembe.

Megszívlelendő tanulság, hogy — akár egyesületi, akár akadémiai bizottsági keretben — meg kell szerveznünk ennek a folyton változó képnek a rendszeres aktualizálását.

### 2. Tudományos körkép

A függelék 2. pontjának félreérthető címet adtam. A lista valójában nem a 2005 júniusában művelt témacsoportokat tartalmazza, hanem azt, hogy 2005-ben az MTA köztestületi adatbázisában milyen témacsoportok szerepeltek a köztestületi tagok neve mellett. (A legutolsó letöltést 2005 júniusában végeztem.) Tudni kell, hogy ezt a rovatot minden új jelentkező a kérelem beadásakor tölti ki. A 2. függelékben szereplő lista tehát nem más, mint a 0–1–2–5–10–15 évvel ezelőtt beadott témacsoportok összesítése: ami a nem szakmabéliek számára impozánsnak tűnhet (annak is bizonyult az akadémiai beszámoló hallgatósága körében), az igazán hozzáértők

körében lehet korszerűtlen. Igazat kell adnom SZONGOTH Gábornak: a megjelent lista szakszerűtlen is. Egyéb okokat nem említve, eredendően a kiinduló adatbázis inhomogenitása miatt.

Kétségtelen tanulság, hogy időnként (3–6 évenként) minden köztisztületi tagnak érdemes volna felfrissíteni a reá vonatkozó adatokat az MTA adatbázisában (a legtöbb nemzetközi szakmai szervezet erre időnként fel is kéri tagjait).

Szarka László

### ZILAHY-SEBESS László hozzászólása

*(SZARKA László cikke említi, hogy albizottságokban is folyt munka, de nem részletezi — nyilván területi okok miatt — ezt a tevékenységet. A hozzászóló azonban fontosnak tartja az egykori mélyfúrás-geofizikai albizottság tevékenységének hangsúlyosabb említését. — B. T.)*

Az MTA mélyfúrás-geofizikai albizottsága 1991 végéig létezett, majd 1992 elejétől beolvadt a bányászati albizottságba. Elnöke MORVAI László 1986-ig, majd BARLAI Zoltán 1986–1991 között.

Ez a munkabizottság általában kéthavonként ülésezett, és a szakma általános helyzetén kívül az egyes részterületek (pl. mélyfúrás-geofizikai módszerek alkalmazásának helyzete a vízkutatásban, szénhidrogén-kutatásban stb.) is napirendre kerültek.

A munkabizottság az MGE-vel együtt több tudományos szemináriumot szervezett a 80-as évek során és a részt-

vevők nagy száma miatt elmondható, hogy a szakterület szakmai életében szinte a legnagyobb szervező erő volt abban az időben. Természetesen ez nem valósulhatott volna meg az MGE Mélyfúrás-geofizikai Szakosztályának kiemelkedő aktivitása nélkül.

Szemináriumok az MTA szervezésében:

1984 Csepak: Elektronhéj és magfizika a mélyfúrás-geofizikai fluidum- és szilárdásvány-kutatásban. A kiadvány szerkesztője FERENCZY László;

1987 Siófok: Elektrokarotázs módszerek. A kiadvány szerkesztője ifj. ZILAHY-SEBESS László és DRAHOS Dezső;

1988 Siófok: Tároló és termelőkutak komplex vizsgálata (Rezervoár szeminárium). A kiadvány szerkesztője ifj. ZILAHY-SEBESS László és JESCH Aladár.

Ezek a tudományos konferenciák négynaposak voltak, 100 körüli résztvevővel. A róluk készült kiadványok 100–220, illetve 500 példányban készültek el.

Szeminárium az MGE szervezésében:

1987: A mélyfúrás geofizika alapjai, lehetőségei és korlátai. A kiadvány szerkesztője KOMLÓSSY Zsolt.

1990-ben alakult meg az SPWLA Budapest Chapter, amely az év októberében az MGE-vel közösen szervezte nemzetközi szimpóziumot rendezett Budapesten, melynek kiadott anyaga a Transactions of the Thirteenth European Formation Evaluation Symposium 1990 címen található meg. A nemzetközi szerkesztőbizottság vezetője BARLAI Zoltán és PAULIK Dezső volt.

*Ifj. Zilahi-Sebess László,  
a mélyfúrás-geofizikai albizottság  
volt titkára 1986-1991 között*

# *Hozzászólás Bodoky Tamás Becsapódási kráterek a Földön c. cikkéhez*

Tisztelt Szerkesztők!

A lap 45. évfolyamának 1. számában igen érdekes áttekintést kapunk a meteor-becsapódások kutatásáról. A cikk érintőlegesen foglalkozik a Holdon látható becsapódási nyomokkal is. Ezek az óriási kráterek 3–4 milliárd évvel ezelőtt keletkeztek, és napjainkig jól megfigyelhetők. Az űreszközökkel történő fényképezés állítólag azt mutatja, hogy a Holdnak a „másik” oldalán a kráterek határozottan nagyobbak, mint ezen az oldalon, amelyet mi is láthatunk. A cikk ezt az eltérést avval magyarázza, hogy a Föld mintegy megvédte a Holdnak a felénk fordított féltekéjét a meteorok nagy részétől.

Érzésem szerint ez nem magyarázhatja meg az eltérést (még akkor sem, ha ez az eltérés valóban létezik). A Földgolyó a Holdról nézve a teljes éggömbnek egy tizedred részét sem takarja el, tehát legfeljebb minden tízezredik meteorok tudta volna útját állni. Így azután még akkor sem tudná a felénk forduló féltekét megvédeni a nagyméretű meteoroktól, ha a nagy kráterképződési korszak mosta-

nában lenne. De a nagy meteorhullási időszak 3–4 milliárd évvel ezelőtt volt, és akkor a Hold még gyorsabban forgott a tengelye körül, tehát a Föld egyformán védte vagy nem védte minden oldalát.

A földi gravitáció árapályt keltő hatása okozta a Hold tengelyforgásának a lassulását. Talán szokatlanul hangzik, de nemcsak a Hold okoz árapályt a Föld anyagában, hanem ez fordítva is igaz. A Hold anyagában folyamatosan működő, dagályszűrlődésnek nevezett jelenség évmilliárdokig fogyasztotta a Hold forgási energiáját, és napjainkra bekövetkezett a kötött keringés állapota, tehát az a helyzet, hogy a Hold keringésének és tengelyforgásának a periódus-ideje összehangolódt.

Elvileg nem lehetetlen, hogy a Hold egyik féltekéje kevesebb nagy kráteret mutat, mint a másik, de ha ez így igaz, akkor ennek az okát még föl kell majd fedezni.

Tisztelettel

*Stomfai Róbert*

# HÍREK, BESZÁMOLÓK

## BESZÁMOLÓ A WSF 2005-RŐL

Az MTA Földtudományok Osztályának megbízásából a soproni MTA GGKI-ből mindketten résztvevői voltunk a Budapesten 2005. november 10–12. között immár másodízben megrendezett Tudományos Világfórumnak (a *World Science Forum – Budapest* nevű rendezvénynek). A rendkívül gazdag eseménysorozatról egy olyan áttekintést adunk, amelynek első részében az általános konklúziókat foglaljuk össze, a második részben pedig személyes benyomásainkról számolunk be.

### I. Általános rész

A WSF 2005 célkitűzéseit a szervezők — az MTA, az UNESCO és az ICSU — a „Tudás, etika és felelősség” hármas jelszóval fejezték ki. A rendezvényről átfogó értékelést a [www.mta.hu](http://www.mta.hu)-n a World Science Forum-ra kattintva lehet olvasni magyarul és angolul. A következtetéseket szekciónként vonták meg:

A *Tudomány és politika* szekció rámutatott a tudósok, politikusok, véleményformálók és a nagyközönség eltérő érdekeire, a tudomány népszerűtlenségére, és arra, hogy az internet a világ megismerését egyre részletesebbé, de összességében töredeztette teszi. A tudósoknak az átlagpolgároknál többet kell tenniük a politika befolyásolásáért.

Az összefoglaló szerint a tudomány a „*Capacity Building*” (a magyarul „képeségfejlesztés”-ként ismert divatszóval fedett fogalom) szerves része. Az egyetemek és a kutatóintézetek kulcsfontosságú szerepet játszanak a tudomány fejlesztésének biztosításában. A kutatás feladatainak fontos eleme a problémamegoldó tudósok új generációjának képzése, és a tudomány olyan, „igények által vezérelt feladattá” alakítása, ahol a kutatási kérdéseket gyakran a kritikus társadalmi és gazdasági szükségletek határozzák meg.

Az *üzleti világ és a tudomány* kapcsolatából az egymás megértésére való törekvés emelendő ki, és külön fejezetet kaptak a *fejlődő országok perspektívái*.

A *Környezetünk jövője* szekció írásos összefoglalóját teljes egészében idézzük:

1. Az ember egyre nagyobb mértékben avatkozik bele a Föld környezetébe. Az emberi tevékenységek már a környezet minden összetevőjét befolyásolták. Egyre több tudományos bizonyíték van arra, hogy az emberi tevékenységek globális változásokat idézhetnek elő, sőt már előidézték ilyen változásokat a környezeti feltételek állapotában.
2. Félrevezető lenne külön kezelni a természeti környezetet (a saját és a jövő generációk környezetét) saját életünk-től és egészségünk-től. Az élethez való jog és ennek kiterjesztéseképp a biológiai és fizikai integritáshoz való jog teljes egészében a környezet függvénye.

3. A környezeti szabályozás megsértése így az emberi jogok megsértését jelenti, tehát bűncselekménynek kell tekinteni, és ekként kell kezelni társadalmi és jogi értelemben is.
4. Földünk környezete hatalmas, összetett rendszer, és mindent meg kell tennünk ennek a globális rendszernek az alaposabb megértéséért — beleértve a folyamatokat, visszacsatolási mechanizmusait és belső viszonyait.
5. Ahhoz, hogy az emberi társadalmak fenntarthatók legyenek, reagálniuk kell a környezeti változásra és változékonyságra, legyen az természetes vagy az ember által indukált, gyors vagy lassú. Ennek érdekében rugalmas emberi települések és mezőgazdasági rendszerek kialakítására van szükség.
6. A tudomány számára kulcsfontosságú kérdés, hogy megállapítható-e az ökológiai alsó határ globális, illetve regionális léptékben — például a levegő CO<sub>2</sub> tartalmának biztonságos szintje, vagy hogy mennyi növényzet kell a szükséges ökoszisztéma fenntartásához.
7. A globális környezeti problémák többoldalú megközelítést igényelnek.
8. Fontos fejlemények utalnak már most arra, hogy a politikai vezetők és a civil társadalom képviselői felismerik a fenyegető nagyléptékű környezeti kockázatokat, valamint az aktív beavatkozás és erősebb nemzetközi együttműködés, illetve a problémák megközelítése során használható alapelvek szükségességét.
9. A tudósoknak kötelességük határozottan felszólalni a kutatási és szakterületüket érintő közérdekű politikai kérdésekben. A semlegesség is állásfoglalás, mely azonban gyakran sérti az emberi jogokat.
10. Erősíteni kell a holisztikus szabályozási mechanizmusokat, köztük a széles nyilvánosság részvételét a döntéshozatalban, az állampolgárokat a demokráciában való részvételben segítő oktatási terveket; és a politika és a tudományos közösségek közötti körültekintő párbeszédet. A környezeti problémák összetettsége okán szükséges a környezeti adatokhoz való hozzáférés forrásainak és eszközeinek terjesztése és biztosítása, és a tudományos információ és eredmények szabad cseréje.

Végül a *jövő generációk oktatásáról*, valamint a *demokratikus parlament szerepéről* is lehet olvasni a konklúziók között.

### II. Néhány személyes benyomás

A sokféle véleményt kifejező, színes előadásokból meglehetősen nehezen összefoglalható kavalkád alakulhatott ki a WSF 2005 hallgatóságában. A mi számunkra egyik legemlékezetesebb előadásban a szerző a tudományos ismeret-

tek jobb hasznosítását ún. információs ciklussal szemléltette, amelyben a társadalom és környezete problémáit az ún. megfigyelő tudósok (observing scientists) és a közszereplők (actors) jelzésére az ún. tervező (programmegoldó) tudósok (designing scientists) kezelik, oldják meg. Ez a ciklus az alap- és az alkalmazott kutatások egyfajta megfogalmazásának is tekinthető.

Igen tartalmas előadást tartott Peter NIJKAMP, a holland tudományos kutatási szervezet elnöke „A tudomány vég nélküli versenyfutás” címen az európai kutatás helyzetéről, amelyet SZENTGYÖRGYI Albertnek a kreativitásról szóló idézetével vezetett be. Érdemes nekünk is idézni: „A kreativitás nem más, mint nézni a dolgokat úgy, mint mindenki, de másként gondolkodni róluk”. Tanulságul szolgálhat az is, amit az előadó az európai kutatás gyengeségeiről mondott. Néhány ezek közül:

- Kevés a beruházás a K+F területén,
- Hiányzik a kritikus tömeg és fókuszálás,
- Különböző támogatási rendszerek léteznek,
- Hiányzik az új kutatás víziója stb. stb.

Elhangzott az is, hogy néha jó lenne kiiktatni az újságírókat a tudósok és a politikusok közül. Más ugyanis a tudósok, az újságírók és a politikusok időléptéke (time-scale-je).

A rendezvény jó néhány, kisebb-nagyobb mértékben meglepő megállapítással is szolgált minden egyes résztvevő számára. (Egészen biztos, hogy ezek közül is mindenki mást-mást emelne ki.) Peter LAX például határozottan kiállt a maghasadásos reaktorok mellett, vagy ide sorolható az a nézet, miszerint a tudományból 10–20 éven belül eltűnnek a diszciplínák. Az USA egyik legnagyobb társadalmi problémájának többen a vallásos fundamentalisták fellépését tartják, de igen különös, hogy a posztmodern károkozásról ugyanakkor nem esett szó: sem az előadásokban, sem a konklúziók között.

A környezeti szekció vezetői az esetleg hirtelen bekövetkező lehűlés (egy új jégkorszak) közeli lehetőségét határozottan elvetették. Ebben a szekcióban rendkívül érdekes volt SZÖLLÖSI-NAGY András előadása a vízhasználat jelenlegi módjának fenntarthatatlanságáról. Néhány fontos megállapításán érdemes elgondolkodni: mivel a klímaváltozásokra a vízkörforgás reagál a legérzékenyebben, az emberiség legnagyobb kihívása az ún. vízkockázat. (Már felsejlik a víz krízise: az emberiség 60%-a Ázsiában él, de a Föld vízkészletének csak 30%-a van ott. 6000 gyermek hal meg naponta a Földön vízhiányban. Máris felére csökkent a felhasználható víz mennyisége az eredeti, az érintetlen állapothoz képest.) Az olajfogyasztás ellehetetlenülését az USA példájával érzékeltették, amely szerint az USA kétszer (egyesekek szerint háromszor) annyit fogyaszt, mint amennyi új lelőhelyet feltár.

Ugyanebben a szekcióban PERSÁNYI Miklós környezetvédelmi és vízügyi miniszter „Politicians must control mass destruction tools” kijelentését André

BERGER akként kommentálta, hogy a tömegpusztító fegyverek között mindenekelőtt a televízió kordában tartása lehetne a politikusok feladata. (Miniszter úr színes előadásában egyébként a Tisza projekt következtetésen „Tisa project”-ként szerepelt, mintha a folyónak angolul „Tisa” lenne a neve.)

A *Környezetünk jövője* szekció szóbeli összefoglalója az írásos változatnál még jóval határozottabban fogalmazott: Földünket egyre inkább eluralja, ill. el fogja uralni a víz-, energia- és környezeti válság. Tevékenységünknek — a „Think globally, act locally” jelmondat két jelzőjének összevonásából — „glocal”-nak („glokális”-nak) kell lennie.

Nagy érdeklődéssel hallgattuk G. MEHTA, az ICSU elnökének előadását is, amelyben többek között bejelentette a Nemzetközi Geofizikai Év (IGY) 50 éves jubileumának megünneplését. Magánbeszélgetésben azt is megerősítette, hogy a Planet Earth Nemzetközi Éve is szervezés alatt van.

A WSF 2005 MTA székházbeli rendezvényei mindvégig kellemes atmoszférában zajlottak. (A parlamenti zárónapon már nem voltunk jelen.) BOGÁNYI Gergely Liszt- és Chopin-játéka tökéletes nyitánynak bizonyult, és az MTA-szervezés — a résztvevő szemével — végig gördülékeny volt. Kisebbségi anomáliákat csak néhány elmaradt előadás és ebből következő kényszerű, de minden esetben pontosan és előre bejelentett programváltozás okozott.

A rendezvény saját honlapján, a [www.sciforum.hu](http://www.sciforum.hu)-n élőben lehetett követni a WSF 2005 előadásait. Kár, hogy a felvett anyagokhoz e sorok írásakor már nem lehet hozzáférni, pedig a visszamenőleges lejátszás lehetősége tudományos, oktatási és ismeretterjesztési szempontból is rendkívül hasznos lenne.

A kísérő rendezvények egyike a kb. tucatnyi Nobel-díjast bemutató kiállítás volt, [www.nobelprize.org](http://www.nobelprize.org) szervezésében. A tudományos világforum figyelmesen szemlélődő résztvevőiben vegyes érzéseket keltett az irodalmi és békedíjasok szerepeltetése, különösen JELINEK osztrák író kitüntetett kiválasztása.

Egyikünk (a „Kína-viselt” ÁDÁM Antal) különösen nagy örömmel hallgatta a Kínai Tudományos Akadémia elnökének, LU YONGXIANG előadásának bevezetőjében a nagy kínai bölcselő, KONFUCIUS méltatását, akinek elveit a XX. század második felében a vörösgárdisták még a szemétre dobták. Néhány tanítás Európa keresztény/keresztényen füleinek is ismerősnek hangzik, így: Az élet kincs. — Egyenlő elbánás kell. — Becsüld a másikat! — Bátortsd az alkotási! — Légy hű és megbízható!

Végül jelezzük, hogy az MTA által erre az alkalomra elkészített angol nyelvű protokollkiadványból sajnos két földtudományi intézet (az MTA Földrajztudományi Intézet és az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet) is kimaradt.

*Ádám Antal, Szarka László*

Hagyománnyá vált a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben (ELGI-ben), hogy Borbála-naphoz, védőszentünkhöz kapcsolódóan ünnepélyes keretek között adja át az ELGI igazgatója és az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány (ELGA) kuratóriumának elnöke a Pro Geophysica kitüntetések.

Ez alkalommal december 4-éről 13-ára csúszott az ünnepség, mivel a különböző érdekek egyeztetése ezt kívánta meg.

A várakozás most is nagy volt. Egyrészt a szokásos kíváncsiság, hogy ebben az évben kik kapják a kitüntetést, hiszen a javasoltak száma meghaladta a 45-öt, másrészt az ünnepség eltolódásának oka foglalkoztatta a munkatársakat.



Az ünnepség résztvevőinek egy vidám csoportja (elől balról jobbra: KOZSA Gáborné, MÉSZÁROSNÉ JELINEK Beáta, SZABÓNÉ dr. KILÉNYI Éva)

Az ünnepi alkalomra — mint mindig — hivatalos volt a Magyar Geológiai Szolgálat (MGSZ) főigazgatója, hivatalvezetője, a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) igazgatója és helyettese, valamint meghívottak voltak az ELGI jelenlegi és volt dolgozói.

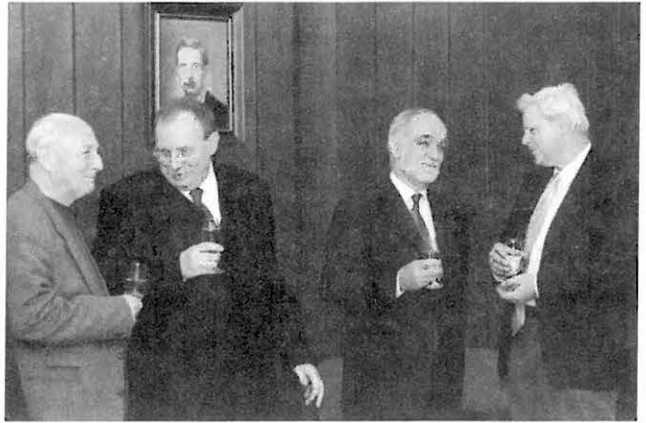
Örömeinkre vendégeink és intézeti dolgozóink is szép számban jelentek meg az ELGI konferenciatermében az ünnepség színhelyén, amely zsúfolásig megtelt.



A Pro Geophysica kitüntetettjei 2005-ben (balról jobbra: NYITRAI Tibor, BANCIU Gáborné, JÁVORKA Péterné és KARAS Gyula)

A konferenciaterem színesebb, gazdagabb volt, mint valaha. A teremben kapott lehetőséget volt kollégánk, NÉMETH Lajos festőművész 14 szép képének a bemutatására. A kiállítás november 19-től karácsonyig volt nyitva, amelyet HALÁSZ Iván, Budapest-Zugló polgármestere nyitott meg. Így vendégeink, az ünneplő közönség egyúttal kulturális programmal is gazdagodtak, hiszen az eddigi portrék — neves elődeink arcképcsarnoka — mellé üde, szép tájképek, városi utcarészletek sorakoztak fel.

A sok szép festménnyel díszített konferenciaterem, ez a megnyerő miliő szebbé tette azoknak a kollégáknak a hivatalos nyugdíjba menetelét is, akiket — szintén hagyományosan — ilyenkor búcsúztattunk.



Vidám beszélgetés pezsgős pohárral, és sokatmondó arccal (balról jobbra: dr. MÜLLER Pál, dr. FARKAS István, dr. BREZSNYÁNSZKY Károly és PÁLYI András)

A gazdagon megterített asztalok, a hidegtalak, pezsgők és üdítők igazi ünnepi hangulatot teremtettek, s így kellemben teltek el a kitüntetés utáni percek, órák.

Az Előkészítő Bizottság — a beérkezett javaslatok alapján — az Alapszabály szellemében előterjesztette javaslatát, amelyet az alapító intézet igazgatója, dr. FANCSIK Tamás és az alapítvány kuratóriumának elnöke, PÁLYI András elfogadott.

A PRO GEOPHYSICA Emlékérem 2005. évi kitüntetettjei ábécérendben a következők:

## BANCIU Gáborné

1952-ben született Budapesten, az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Gimnáziumában érettségizett 1970-ben. Néhány évet a Díjbeszedő Vállalatnál és az OTP-nél töltött. 1977 szeptembere óta dolgozik az ELGI-ben. 1987-ben a SZÁMALK-ban üzemeltetésvezetői oklevelet szerzett. Intézetünk nagyszámítógépein (MINSZK-32, R-35, R-61) dolgozott, szeizmikus adatfeldolgozási feladatokban vett részt. A nagyszámítógépek leszerelése után a PC-k világába került. Az 1990-es évek óta az Adatkezelési és Kutatási Főosztályon dolgozott. Feladatai során sok program kezelését sajátította el, a legapróbb részletekig kiismerte azokat. Keze alól mindig precíz, igényes, szép kivitelű ábrák, térképek, szelvények kerültek ki. Bárki bármikor bátran fordulhat hozzá,

mindig segítőkész, a feladatokat kihívásnak tekinti, nélkülözhetetlen munkatársa intézetünknek.

#### JÁVORKA Péterné VILLÁM Márta (Vali)

1940. április 13-án született Budapesten. 1959–1962 között a MTESZ, majd 1970-ig a Kismotor- és Gépgyár alkalmazásában állt. 1970. július 15-én került az ELGI-be könyvtárosként. Könyvtárosi főiskolai végzettségét az egi Ho Si Minh Tanárképző Főiskolán 1978-ban szerezte meg.

1977-ben kinevezték könyvtárvezetővé és ezt a feladatot 1993-ig, nyugdíjazásáig látta el. 1994-től folyamatosan a mai napig is aktív szerepet vállal a könyvtár munkájában. Beszámolókon szokott elhangozni, hogy „ez a projekt az ő közreműködése nélkül nem valósulhatott volna meg”.

Munkáját a szakma szeretete és szolgálata jellemezte. Szerény, előzékeny természete és rendszeretete azon könyvtárosok közé sorolja, akiket bizton nevezhet a szakma „vérbeli könyvtáros”-nak. A mai napig sincs olyan könyvtári tevékenység (akár fizikai is), amit ne szeretettel és teljes odaadással végezne.

Munkája mellett, aktív időszakában, a Szakszervezeti Bizottság Nőbizottságát vezette, az ő feladata volt megszervezni többek között a nyugdíjas-találkozókat, vagy a gyes-en lévő kismamák találkozóit. Ezért 1979-ben SZOT dicséretben, 1985-ben SZOT ezüst fokozata kitüntetésben részesült. 1969-ben Művelődési miniszteri dicséretet, 1974-ben Igazgatói dicséretet, majd 1981-ben KFH-elnöki dicséretet kapott.

Két felnőtt lánya és öt unokája van.

#### KARAS Gyula

1934. július 10-én született Füzesgyarmaton. A gimnáziumot Szeghalmon végezte.

1953-tól az ELTE TTK geofizikus szakának hallgatója, majd 1957-ben ugyanitt okleveles geofizikus diplomát kap. Egyetemi hallgatóként alapító tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének. 1957-től nyugdíjba vonulásáig (1990 vége) az ELGI munkatársa.



Régi ismerősök mosolya. Ez is elismerés (balról jobbra: dr. BREZSNYÁNSZKY Károly, dr. POSGAY Károly és KARAS Gyula)

Indulásként 1957–58-ban az intézet Egyeztető Osztályán főként gravitációs feldolgozásban (Nemzetközi Geofizikai év) vett részt.

1959–62 között az Elektromos Osztály keretében a komlói karotázs csoportnál észlelői, kiértékelői, majd csoportvezetői tevékenységében végzett terepi, ipari és módszertani munkafeladatokat. Az utóbbi elsősorban a gamma-gamma eljárás fekete közzén kutatásába történő bevezetési fázisát jelentette.

1963-ban Mongóliában a fúrásos vízkutatást szolgáló geoelektromos mérések kivitelezésében és értelmezésében vett részt.

1964–65-ben a tatabányai karotázs csoport és a budapesti vízkutató csoport vezetője.

Mind a komlói, mind a tatabányai időszak alatt az intézet megbízottjaként résztvevője volt a Geofizikai Műszergyár által gyártott karotázs műszerek terepi minőségvizsgálatának.

1966–67-ben az első Mongol–Magyar Földtani Expedícióban az expedíció helyettes vezetőjeként felszíni elektromos, mágneses és radiológiai méréseket, valamint értelmezést végzett.

1968-ban a Kísérleti Karotázs Osztály témafelelőseként vezetője lett az akusztikus karotázs eljárás hazai bevezetésének, mind a szilárd hasznos ásványok, mind a CH-kutatás vonatkozásában. A közetsebesség és csillapodás értékek módszertani vizsgálatán túl megindította a fotografikus eljárással felvett egyedi hullámképek rögzítését és elemzését a közetmechanikai paraméterek meghatározása céljából.

1972-től a Karotázs Műszer Osztály helyettes vezetőjeként, majd vezetőjeként témafelelősi minőségben részt vett az intézeti műszerfejlesztés geofizikai-módszertani céljainak meghatározásában és kialakításában, különös hangsúllyal a határainkon túl is forgalmazott komplex karotázs berendezésekre és a digitális rendszerek kialakítási felteteleire.

1980-tól a Módszertani Osztály vezetőjeként a komplex értelmezési eljárások kidolgozásában, az egyes fejlesztési stádiumban lévő lyukműszerek megalapozásában, kidolgozásában (pl. hazai fejlesztésű akusztikus rendszer, szuszceptibilitás szonda) és egyik legfontosabb témaként a digitális adatok feldolgozásában vett részt.

1989–90-ben az ELGI munkatársaként Kubában szakértői feladatot látott el, a kubai földtani tevékenységet folytató vállalatokon belül működő karotázs bázisok szakmai munkáját segítette.

Egyes feladatok témavezetőjeként rendszeresen részt vett a KGST mélyfúrású geofizikai munkájában, az e témákban folyt tárgyalásokon.

Munkáját 1970-ben Elnöki dicsérettel, 1975-ben a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója kitüntetéssel ismerték el.

Mint kiválóan felkészült karotázs szakember mind itthon, mind a nagyvilágban öregbítette a magyar geofizika és ezen belül az ELGI hírnevét.

Megérdemelten kapta meg a Pro Geophysica kitüntetést.

#### NYITRAI Tibor

1925. július 18-án született Gebén. Hosszú intézeti pályafutását 1943 nyarán kezdte, amikor érettségi után, napidíjasként, néhány hónapig egy Eötvös-ingacsoportnál dolgozott. Ezt követték a jogi tanulmányok, majd a katonaság, és négy év szovjet hadifogság. 1949 tavaszán került haza és egyben vissza a intézethez, ahol kezdetben ismét az Eötvös-inga-, majd a graviméteres

mérésekben vett részt. 1954-ben megbízatást kapott az újonnan felépült Tihanyi Observatórium földmágneses méréseinek megszervezésére, a folyamatos földmágneses regisztrálás elindítására és az observatórium vezetésére. Sikeres tihanyi tevékenységével párhuzamosan — a háború miatt félbeszakadt jogi tanulmányainak befejezése mellett — 1961-ben geofizikus mérnöki diplomát is szerzett a Miskolci Egyetemen. A diploma megszerzése után a Dunántúli-középhegység és peremterületeinek komplex geofizikai vizsgálata keretében a geoelektromos mérések témafelelőse. A vizsgálatok célja perspektivikus barnaköszén- és bauxitlelőhelyek megtalálása és körülhatárolása volt. Közben két alkalommal — 1964-ben és 1969–70-ben — csoportvezetőként a mongóliai vízkutató expedícióban dolgozott. Hazatérte után, 1971-ben a Szeizmikus és Számítástechnikai Főosztályra került, itt már mint szeizmikus kiértékelő és témafelelős vett részt a dunántúli kutatásokban.



NYITRAI Tibor átveszi a kitüntetést és fogadja PÁLYI András és dr. FANCSIK Tamás gratulációját

1978–81 között tanácsadóként Kubában dolgozott, ahol a kutatási tervek és jelentések értékelésénél kiválóan kamatoztathatta sokoldalú szakmai ismereteit. Tudományos főmunkatársként ment nyugdíjba 1985-ben.

Személyében az intézet egyik legrégebbi és egyben leg-sokoldalúbb kutatóját köszönhetjük, aki a különböző geofizikai módszereket átfogóan megismerte és ismereteit kül-

földön is sokoldalúan kamatoztatta, méltóképpen képviselve a magyar geofizikát.



A nyugdíjba vonulás szép hagyománya — az igazgató köszönetének három puttynos tokaji aszúval ad nyomatékot — dr. FANCSIK Tamás jelenlegi és dr. BODOKY Tamás ny. igazgató, valamint ...



... dr. FANCSIK Tamás igazgató és SZABADOS László

*Baráth István*

# *In Memoriam:*

## *CSEREPES BÁLINT*

1932–2005

Az elmúlt év karácsonyát követő napokban kaptuk a hírt feleségétől, hogy CSEREPES Bálint, régi kollégánk váratlanul, szívelégtelenség következtében december 23-án, 73 éves korában Stockolmban elhunyt. Ma már csak az idősebb munkatársak emlékezhetnek a nyughatatlan természetű, örökmozgó, precíz, jó kedélyű szeizmikus észlelőre, aki egy évtizeden át dolgozott az ELGI-ben. Élete nagyobbik részét később külföldön töltötte.

Bálint 1952-ben lépett az Intézetbe. A második középkáderképző technikus tanfolyam elvégzése után a GÁLFI János vezette Szeizmikus Osztályra került. Mint terepi észlelő PETŐ Márton szeizmikus csoportjának tagjaként számos, főleg dunántúli területen végzett méréseket. 1956-ban Sümegen vette feleségül LAKINGER Terikét, akivel 50 éven át boldog házasságban élt (esküvői képük az ELGI történetének 145. oldalán látható).

1962-ben a Vízkutató-Fúró Vállalathoz ment, ahol néhány évig lyukgeofizikai mérésekkel, tehát lényegében műszeres geofizikával foglalkozott. Ezt követően a rádióamatőr mozgalomban tevékenykedett, időközben megszerezte az üzemmérnöki oklevelet.

1970-ben családjával külföldre távozott. Rövid ideig tartó ausztráliai tartózkodás után véglegesen

Svédországban telepedtek le. Nyelvi és szakmabeli továbbtanulással egybekötve a stockolmi Geodéziai Intézetnél kapott állást, ahol 3 évig földrengésjelző szeizmográfok adatainak kiértékelésével foglalkozott Arne BJERHAMMAR professzor mellett, majd ezt követően pályázaton elnyert egy jó állást az L. M. Ericsson nagyvállalatnál és ott 11 éven át az AXE telefonkapcsoló rendszerek fejlesztésével foglalkozott. Nyugtalan természete továbbvitte és 1986-tól a Philips vállalat fejlesztői osztályán kapott új állást, ahol 10 évig dolgozott. Miután a vállalatot egy amerikai cég megvásárolta, az idősebb munkatársakat nyugdíjba küldték. Jóllehet anyagi problémáik nem voltak, ez a fejlemény nagyon letörte. Életerősen, ambiciózusan igyekezett új munkát találni, de 55 éves fejjel ez már Svédországban is szinte lehetetlen.

Házasságuk alatt egy fiúgyermekük született, aki svéd feleségével Németországban él. Bálinték már hosszabb ideje évente hazalátogattak Sümegre, csinos kis nyaralót építettek a szőlőhegy oldalában, remek kilátással a restaurált várromra.

Kedves, vidám, örökké mozgó Bálint, emlékezünk rád és nem felejtünk. Nyugodj békében!

*Hobot József, Polcz Iván*

# Rendezvénynaptár

2006. március		
március 20–21.	MGE, INVERZIÓS ANKÉT ( <a href="http://www.mageof.hu">www.mageof.hu</a> )	Miskolc
március 31–április 1.	MGE–MFT, 37. IFJÚSÁGI ANKÉT ( <a href="http://www.mageof.hu">www.mageof.hu</a> )	Balatonkenese
2006. április		
április 2–6.	EEGS, SAGEEP (19. Symposium on the Application of Geophysics and Environmental Problems) ( <a href="http://www.eegs.org">www.eegs.org</a> )	Seattle, USA
április 2–7.	EGU közgyűlés ( <a href="http://www.copernicus.org/egu2006/">www.copernicus.org/egu2006/</a> )	Bécs, Ausztria
április 21.	MGE közgyűlés ( <a href="http://www.mageof.hu">www.mageof.hu</a> )	Budapest
2006. május		
május 18–20.	MFT, X. Geomatematikai Ankét ( <a href="http://www.mageof.hu">www.mageof.hu</a> )	Mórahalom
május 19–20.	MFT–ME, „Földtan a hazai felsőoktatásban” — fórum és terepi bemutató ( <a href="http://www.uni-miskolc.hu">www.uni-miskolc.hu</a> )	Telkibánya
2006. június		
június 12–15.	EAGE, 68. évi közgyűlés és műszerkiállítás ( <a href="http://www.eage.org">www.eage.org</a> )	Bécs, Ausztria
2006. augusztus		
augusztus 20–26.	HUNGEO 2006 Magyar Földtudományi Szakemberek VIII. Világtalálkozója ( <a href="http://www.mageof.hu">www.mageof.hu</a> )	Pécs–Zágráb
2006. szeptember		
szeptember 4–6.	EAGE–NSGD, 12th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics ( <a href="http://www.eage.org">www.eage.org</a> )	Helsinki, Finnország
szeptember 22–23.	„Szellemi és földtani erőforrások a XXI. század elején” MGE, Vándorgyűlés és kiállítás ( <a href="http://www.mageof.hu">www.mageof.hu</a> )	Zalakaros
2006. október		
október 15–18.	EAGE/EAGO/SEG nemzetközi kongresszus és kiállítás ( <a href="http://www.eage.org">www.eage.org</a> )	Szentpétervár, Oroszország
2007.		
2007. április 1.	EAGE, International Conference on Petroleum Geostatistics	Budapest
2007. április 15–20.	EGU közgyűlés	Bécs, Ausztria
2007. június 10–14.	EAGE, 69. évi közgyűlés és műszerkiállítás ( <a href="http://www.eage.org">www.eage.org</a> )	London, Nagy-Britannia
2007. szeptember 21–22.	MTA–MGE, Ünnepi konferencia a nagycenki Széchenyi István Observatórium fennállásának 50. évfordulója alkalmából	Sopron–Nagycenk
2009.		
2009. augusztus 23–30.	IAGA kongresszus ( <a href="http://www.ggki.hu">www.ggki.hu</a> )	Sopron

MGE: Magyar Geofizikusok Egyesülete; ME: Miskolci Egyetem; MFT: Magyarhoni Földtani Társulat;  
GGKI: MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron; EAGE: European Association of Geoscientists and Engineers; NSGD: EAGE Near Surface Geoscience Division; EGU: European Geosciences Union; EEGS: Environmental and Engineering Geophysical Society

További részletek, referenciák a honlapról érhetők el ([www.mageof.hu](http://www.mageof.hu)).



A 46. évfolyamban közölt szakcikkek lektorainak névsora ABC szerint:

ÁDÁM Antal  
BODOKY Tamás  
BUS Zoltán  
CSERNY Tibor  
HERMANN László  
KIS Károly  
KLOSKA Károly  
MÁRTON Péterné SZALAY Emőke  
MERÉNYI László  
NEDUCZA Boriszláv  
POLCZ Iván  
POSGAY Károly  
SZABÓ Zoltán  
SZARKA László  
VERŐ József  
VÖLGYESI Lajos  
ZILÁHI-SEBESS László id.

**HU ISSN 0025—0120**

---

*Főszerkesztő:* dr. Bodoky Tamás  
*Szerkesztő:* Tóth Lajos. Tel.: (1) 252 4999/142, e-mail: tothl@elgi.hu  
*Szerkesztőbizottság:* dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Hegybíró Zsuzsanna, Kakas Kristóf,  
dr. Ormos Tamás, dr. Szarka László, Verő László  
*A szerkesztőség címe:* Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)  
Telefon: (1) 201 9815

---