

MGE

Az Elnökség június 30-i ülése — 1% 33

EAGE

Az EAGE 60. konferenciája és műszaki kiállítása 34

SZAKCIKKEK

Üregkutatás Rayleigh-hullámokkal. Szeizmikus modellvizsgálatok
Ormos Tamás 36

A geoelektromos üregkutatás néhány kérdése
Gyulai Ákos 43

HÍREK, BESZÁMOLÓK

Meghívó az OTKA-pályázatok eredményeinek poszteres bemutatójára — Földtudományok az Interneten — Tisztelgés és koszorúzás a Ság-hegyi emlékoszlopnál — Az Eötvös-évfordulóra — Eötvös-megemlékezés a Józsefvárosban — Szakmai és élménybeszámoló a 14. elektromágneses indukciós workshop-ról — A Német Geofizikusok Társaságának 58. konferenciája — A Német Geofizikusok Társaságának közgyűlése — Eötvös Loránd a Society of Exploration Geophysicists 68. kongresszusán — Globális villámhőmérő — XII. országos környezetvédelmi konferencia — Az ELGI Mátyás-hegyi gravitációs és geodinamikai obszervatóriumának akkreditálása 35, 50, 51

In Memoriam

Bán István 62

Liptai István 63

39. évfolyam 2. szám



1998

CONTENTS

MGE (Association of Hungarian Geophysicists)

News..... 33

EAGE (European Association of Geoscientists & Engineers)..... 34**Geophysical Papers**Detection of cavities by Rayleigh waves. Model seismic investigations
T. Ormos..... 36Some aspects of cave research using geoelectric method
Á. Gyulai..... 43**News and Reports**35, 50, 51**In Memoriam**

István Bán 62

István Liptai 63

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

MAGYAR GEOFIZIKA

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



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél 1371 Budapest, Pf. 433, telefon: (1)201–9815
Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer

Index: 26 507

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás
Szerkesztő: Tóth Lajos
Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Szarka László,
dr. Várhegyi András, Verő László
A szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)
Telefon: (1)201-9815

MGE



AZ ELNÖKSÉG JÚNIUS 30-I ÜLÉSE

A nyári szünet előtti ülésen mind a kilenc tervezett napi-rendi pontot sikerült megtárgyalni, ha nem is a meghívóban feltüntetett sorrendben.

1. *A pécsi vándorgyűlés előkészítéséről* BELLÉR Éva, PÁLYI András és SZÜCS István számolt be. Amit akkor még nem tudtunk, de időközben egyértelművé vált: mind a szakmai programot, mind a résztvevők számát tekintve sikeres rendezvényre számíthatunk.
2. *Alapszabályunk módosítását* az teszi szükségessé, hogy a közhasznúvá válásnak vannak olyan formai követelményei, amelyeknek még az áprilisi közgyűlésen elfogadott változat sem tesz eleget. Ezért kell a vándorgyűlés ideje alatt rendkívüli közgyűlést tartanunk, talán először Egyesületünk történetében. A bíróság igényeit remélhetőleg már kielégítő fogalmazás — szakértőkkel való megbeszélés alapján — dr. FERENCZ Lujza és HEGYBÍRÓ Zsuzsanna munkája.
3. *A Magyar Geofizika és a Kőolaj és Földgáz szerkesztőinek megbeszélése* után az Elnökség felhatalmazásával elnökünk — Ósz Árpáddal közösen — levélben fordult dr. MAGYARI Dániel vezérigazgató-helyetteshez a lapok támogatásának ügyében. Reméljük, hogy a pénzügyi nehézségek leküzdése mellett a közös munka szakmai színvonal emelkedést is fog jelenteni.
4. *A lipcsei EAGE-konferencián* volt néhány, Egyesületünket közvetlenül is érintő esemény, például a közös közép-európai folyóirat kiadásával kapcsolatos megbeszélés vagy

a társult egyesületek találkozója. A közös lap kiadása most már csak 1999-ben képzelhető el, viszont EÖTVÖS Loránd válogatott cikkeinek reprint kiadása megjelent és mivel ez a könyv része az 1999-től kiadandó Eötvös-díjnak, egy példányt hivatalosan is átadtunk az EAGE könyvtárának.

5. *Az 1999-es EEGS (Environmental and Engineering Geophysical Society) konferencia szervezése* felgyorsult, TÖRÖS Endre egyrészt az eddig megtett lépéseket, másrészt a közeljövő teendőit ismertette.
 6. *A MTESZ alapszabályának módosításáról és a jubileumi ülésről* HEGYBÍRÓ Zsuzsannától és VERŐ Lászlótól kapott rövid beszámolót az Elnökség.
 7. *A Stegena Lajos emléküléssel* kapcsolatban az Elnökség felkérte CSEREPES Lászlót, hogy szeptember 8-ra, a következő ülésre készítse el a programot.
 8. Csak emlékeztetőül hangzott el, hogy a körülmények változása miatt felül kell vizsgálnunk az *Egyesület jutalmazási rendszerét*, mégpedig az év vége előtt.
 9. *A Rövid információk* cím alatt összefoglalt sokféle tudni-való és teendő ismertetése valóban rövidre sikerült, hiszen az idő már nagyon előre haladt, mire ezek sorra kerültek.
- Amennyiben tagtársaink közül bárki részletesebben szeretné megismerni az Elnökség munkáját, az üléseken elhangzottakat, mindenkinek rendelkezésére áll a hangfelvétel alapján készített jegyzőkönyv az Egyesület Titkárságán.

Verő László

1%

Kötelességünk, de az illendőség is úgy kívánja, hogy elszámoljunk azzal a 213 778 Ft-tal, amelyet tagtársainktól vagy más támogatóinktól 1997-ben kaptunk. Ekkor volt először lehetőség arra, hogy személyi jövedelemadónk 1%-áról rendelkezünk és az APEH — miután a megfelelő igazolásokat beszereztük — a fenti összeget utalta át Egyesületünknek. Az Elnökség megvitatta, milyen célra fordítsuk ezt a támogatást és úgy döntött, hogy a felmerült lehetőségek közül fiatal kollégáink szakmai fejlődésének elősegítése a legfontosabb. Ezért az ifjú szakemberek Kecskeméten megrendezett ankétján tizenhét egyetemi hallgató és doktorandusz — 12 Miskolcra, 4 Budapestről és 1 Sopronból — teljesen ingyenesen vehetett részt. Az, hogy jól sáfárgodtunk-e ezzel az adománnyal és a támogatottak jól éltek-e a lehetőséggel, majd a jövő dönti el, azt azonban

nyugodt szívvel állíthatjuk, hogy az ankét színvonala magas volt. Kérjük tagtársainkat, hogy mondjanak véleményt, jól használtuk-e fel ezt a 1%-ot vagy a jövőben inkább fordítsuk másra.

1998-ban már kétszer 1%-ról rendelkezhattünk. Szeptember elején kaptuk meg az értesítést, hogy idén 160 869 Ft-ot kaptunk. Reméljük, hogy ez a csökkenés nem rendíti meg Egyesületünk anyagi helyzetét, mégis, jelzésként kell tekintenünk. Idén is fel kellett volna hívnunk tagtársaink figyelmét erre a lehetőségre és egyben kérni támogatásukat. Bízunk abban, hogy 1999-ben nem fognak kedvezőtlen irányban változni az adózási szabályok és megfelelő időben mi ismét kérni fogjuk tagtársainkat, rendelkezzenek személyi jövedelemadójuk 1%-áról Egyesületünk javára.

Verő László

AZ EAGE 60. KONFERENCIÁJA ÉS MŰSZAKI KIÁLLÍTÁSA

Lipcse, 1998. június 8–12.

1998-ban az EAGE soron következő nagyrendezvényét Németországban, Lipcsében rendezték meg. A német újraegyesítés után az egykori NDK területe hihetetlenül gyors fejlődésnek indult. Az országrész egykor, még a Harmadik Birodalom által épített autópályáit szinte teljes hosszukban egyszerre építik át korszerű, a nyugati pályákat is felülmúló utakká és a városokat is gyors ütemben renoválják. Lipcsére, az NDK lepusztult, komor és kormos nagyvárosára alig lehet ráismerni, olyan színes és nyüzsgő világgá változott. A város régi repülőterét megszüntették, ennek helyén épült fel Európa egyik legnagyobb és legkorszerűbb vásárvárosa, amelynek kiállító- és konferenciacsarnokai méretükben vetekszenek az Egyesült Államok hasonló célú legnagyobb létesítményeivel, de azok betonba zárt mesterséges világa helyett ezek üvegfallal természetes fényt és európai légkört kínálnak. A kiállítócsarnokok méreteire jellemző, hogy az EAGE közel 6000 m²-es technikai kiállításához az igénybe vett csarnoknak alig a harmadára volt csak szükség. A vásárvárosnak saját busz- és villamos-összeköttetése van a városközponttal.

A rendezvény regisztrált résztvevőinek száma gyakorlatilag megegyezett az 1997. évi genfi rendezvényével, programja is a szokásos forgatókönyv szerint zajlott. Hétfő kora délután a „Business Meeting” megnyitása után ismertették és jóváhagyatták az előző, genfi Business Meeting jegyzőkönyvét, majd ezt követték az EAGE-elnök, a pénztárosfőtítkár, a főszervező és a szakmai programokért felelős elnökségi tag éves beszámolóit. A beszámolók után ismertették a választások eredményeit. Idén az EAGE tagsága a finn Markku PELTONIEMI személyében új alelnököt választott és jóváhagyta az alapszabály csekély módosítását. Az EAGE Geofizikai Szakosztálya újabb két évvel meghosszabította a cseh Pavel MIŠEK pénztáros-titkári és VERŐ László szakmai programfelelősi megbízását, valamint megválasztotta új alelnöknek a francia Simon SPITZET és új főszervezőnek az angol Ron SILVÁT. Az ülés a jövő EAGE-konferenciák már eldöntött helyszíneinek ismertetésével zárult.

A Business Meeting után következett a Kongresszus és Technikai Kiállítás hivatalos megnyitása. A megnyitón H. GAERTNER, még a *VEB Geophysik Leipzig*-ből jól ismert német kolléga mint a helyi szervező bizottság elnöke kezdte az üdvözlőbeszéd sorát, amit aztán R. BIDGESnek, az SEG elnökének, R. S. BISHOPnak, az AAPG jövő évi elnökének, N. A. SZAVOSZTYANOVNAK, az EAGO elnökének, J. SMETHURSTnek, az EAGE elnökének, P. R. THOMASSENnek, az EAGE Petróleum Szakosztálya elnökének és D. CHAPPELLIER-nek, az EAGE Geofizikai Szakosztálya elnökasszonyának beszédei követték. A beszédek sorát a Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e. V. (DGMK) elnöke zárta.

Az üdvözlések után került sor az 1998. évi kitüntetések kiosztására. Ezek közül talán a legfontosabb és bennünket is némileg érintő esemény volt, hogy Evert van der GAAG, az EAEG nyugalmazott *Business Managere*, akit a budapesti EAEG-kongresszus óta jól ismerünk, kiemelkedő szolgálatai elismerésképpen tiszteleti tagságot kapott. Tiszteleti tag lett még az EAGE-t az EAEG és EAPG fűzőjével megteremtő Ingebret GAUSLAND, az EAGE első elnöke, Derek MARCH, a Geophysical Prospecting nyugalomba vonuló főszervezője és Fabio ROCCA, az EAEG 1986. évi elnöke. Az egyesületi kitüntetések után átadták még a szakosztályi kitüntetéseket is.

A megnyitó ceremóniát a plenáris ülés (General Session) meghívott előadóinak előadásai követték. Ezeknek témái a *A földgáz mint az ezredforduló energiája*, *A környezetvédelmi jogszabályok, trendek és perspektívák*, valamint *A földtudományok múltja, jelenje és jövője* voltak. Ezekkel az előadásokkal el is múlt a délután, a napot a kiállítás hivatalos megnyitása és az ezzel összekötött úgynevezett *ice-breaker* (jégtörő) fogadás zárta.

A szakmai előadások kedd reggeltől péntek délig többnyire hat párhuzamos előadói szekcióban és egy poszter szekcióban zajlottak. A szekciók témái a következők voltak:

- Szeizmikus terepi tervezés, szeizmikus mérések esettanulmányai, szeizmikus mérések az óceán fenekén, szeizmikus adatfeldolgozás, szeizmikus többszörösök csillapítása, sebességmodell becslés, szeizmikus migráció és a terjedési idők, szeizmikus inverzió, szeizmikus modellezés, leképezési esettanulmányok, értelmezési technikák, AVO és nyíró hullámok, anizotrópia,
- Adatkezelés,
- Szénhidrogénnel kapcsolatos medencevizsgálatok, szénhidrogén-tárolók esettanulmányai, tektonikus hatások a szénhidrogén csapdázódására, sztratigráfia és tároló előrejelzés, a kőolaj keletkezése és felhalmozódása, repedezett tárolók, mezőfejlesztés és medenceanalízis, tároló monitoring, tároló jellemzés és többkomponenses modellezés, kutatási esettanulmányok,
- Az atlanti szegélyterületek és környezetük fejlődése, a Káspi régió kőolajföldtana,
- Geoelektromos és elektromágneses kutatások, gravitáció és földmágnesség, mélyfúrás geofizika,
- Bányászati és mérnökgeofizika, környezetvédelmi geofizika, földradar, közetfizika,
- Földkéregkutatás.

A szakmai programok kitűnő technikai feltételek mellett, az EAGE-től megszokott fegyvellemmel zajlottak.

A szakmai programokkal párhuzamosan Lipcsében is voltak úgynevezett *workshopok* — összesen öt —, szakmai kirándulások és kereskedelmi célú szakmai bemutatók,

valamint egy szép hangverseny a városközpontban és egy nagyszabású „gála” vacsora az új vásárváros nagy üvegcsarnokában.

A kiállítás is — immár hagyományosan — olyan volt, mint az orosz törpe, vagyis óriási. Be kell vallanom, hogy éppen a méretei miatt már egyre kevésbé kelti fel az ember érdeklődését. Úgyis eleve reménytelen, hogy tisztességesen végig lehessen nézni.

A magyar színeket a szakmai programban négy, illetve egészen pontosan „majdnem négy” poszter képviselte:

- CSATÓ István, FÖLDES Tamás (MOL Rt.): Halokinetic Structures and Hydrocarbon Plays — Examples from the Middle East,
- TÖRÖS Endre, HERMANN László, PRÓNAY Zsolt (ELGI): S-Wave Depth Section as a By-Product of Deep Reflection Profiling,
- DOBRÓKA Mihály, KIS Márta, KOVÁCS Attila Csaba (ME): Robust Tomography Algorithms,
- ORMOS Tamás, GYULAI Ákos, KIS Márta, DOBRÓKA Mihály (ME), Lothar DRESEN (Ruhr-Universität Bochum): A New Approach for the Investigation of 2D Structures Method Development and Case History.

A poszterek jók, szépek és éppen ezért sikeresek voltak, de sajnos a CEEC-re (Central and Eastern European Countries) jellemzően csak poszterek. Nem vállaljuk az EAGE-ben nyíltan sokkal értékesebbnek tekintett szóbeli előadásokat.

A kiállításon egy kis kiállítófülke, az ELGI, a MÁFI és az MGSZ közös kiállítófülkéje jelentette a magyarokat. Még az amerikai NÉMETH Géza texasi CompuSeis cége is eltűnt, mert beolvadt az INPUT-OUTPUT cégbe. Géza már mint az INPUT-OUTPUT igazgatók egyike hívott meg bennünket a nagy INPUT-OUTPUT fogadásra egy híres lipcei pincevendéglőbe.

A rendezvényről nagy általánosságban megállapíthatjuk, hogy igen jól sikerült. Jól sikerült az EAGE *Business Manager*ének, Erik BORNKAMPnak a váratlan és sajnálatos kiesése ellenére is. Bár én azért nem tudok igazán felhőtlenül örülni a sikernek, mert ez egy a globalizálódó világban lassan arctalanná váló nagyrendezvényvé tette a Budapesten még olyan egyedi, saját arcot mutató egykori EAEG-rendezvényeket.

Bodoky Tamás

MEGHÍVÓ

A Magyar Tudományos Akadémia Geofizikai Tudományos Bizottsága, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete Tudományos és Oktatási bizottsága nevében tisztelettel meghívjuk

az 1995 és 1997 között befejezett geofizikai tárgyú **OTKA pályázatok** eredményeinek **poszteres bemutatójára**, amelyre a *Magyar Tudomány Hete* rendezvénysorozat keretében kerül sor.

A bemutató ünnepélyes megnyitójának időpontja
1998. november 5. (csütörtök) 10 óra,

helyszíne az **Eötvös Loránd Geofizikai Intézet**
(Budapest, XIV., Kolumbusz u. 17–23.)

Csütörtök délelőtt és délután a témavezetők rövid tájékoztatást adnak főbb eredményeikről. A bemutató 1998. november 5-én és 6-án látogatható. Egyúttal felhívjuk figyelmüket az Eötvös Loránd születésének 150. Évfordulója alkalmából az ELGI épületében megnyílt emlékkiállításra.

Dr. Takács Ernő
a műszaki tud. doktora
a MTA Geofizikai Tud. Bizottság
elnöke s.k.

Dr. Márton Péter
a műszaki tud. doktora
a MGE Tud. és Oktatási Bizottság
elnöke s.k.

Üregkutatás Rayleigh-hullámokkal. Szeizmikus modellvizsgálatok¹

ORMOS TAMÁS²

A dolgozatban egy kutatás első eredményéről számolunk be, amely annak megvizsgálását tűzte ki célul, hogy a felszínközeli üregek, pincék hogyan mutathatóak ki Rayleigh felületi hullámok segítségével. Először a Rayleigh-hullámok amplitúdó-mélység függvényéből és az üregek mélységéből és méretéből közelítő számítással a felszínen mérhető amplitúdóváltozás nagyságára vontunk le kvalitatív következtetéseket. Majd fizikai (analóg) 2-D modelleken ultrahanggal modelleztük a homogén feltérbe helyezett üregek felett kialakuló Rayleigh-hullámokat. A modellszeizmogramokat az e célra fejlesztett diszperzió-amplitúdó analízáló programunk segítségével dolgoztuk fel. Az eredményül kapott frekvencia- és távolságfüggő hullámamplitúdók elemzéséből azt a következtetést vontuk le, hogy a felületi hullámok alkalmasak a felszínközeli üregek kutatására. A kezdeti eredményekre alapozva a további fejlesztés irányaira is teszünk javaslatokat.

T. ORMOS: Detection of cavities by Rayleigh waves. Model seismic investigations

The paper presents the first results of the work focusing on near surface cavity detection by Rayleigh surface waves. At first qualitative conclusions were drawn for the change of the Rayleigh wave amplitude of the depth and size of cavities and the amplitude-depth distribution of Rayleigh waves using approximate analytical treatment. Following this Rayleigh surface wave 2-D physical modeling was made over homogeneous halfspace containing different cavities. The model seismograms were processed with a dispersion-amplitude analyzing program developed by the author. The resulting frequency and distance dependent amplitude distributions showed that the surface waves were suitable for the investigation of the near-surface cavities. Based on these first results further directions of investigation were proposed.

Bevezetés

A felszínközeli üregek, valamint a fellazult zónák geofizikai felkutatására elsősorban a geoelektromos, elektromágneses módszerek sikeres alkalmazásával találkozhatunk a szakirodalomban [CSÓKÁS et al. 1974, FERENCZY 1980, QUARTO, SCHIAVONE 1996, BENSON 1995], de mikrogravitációs, mágneses és termikus (IR) eredményekről is olvashatunk.

A szeizmikus módszerek viszonylag ritkábban kerülnek alkalmazásra, így is azonban több érdekes kezdeményezésről számolnak be a szerzők. Leggyakrabban a reflexiók eljárásával kíséreltek meg felszín alatti üregeket kimutatni [COOK 1965, STEEPLES et al. 1986, MILLER, STEEPLES 1991, OWEN et al. 1988, PIWAKOWSKY et al. 1997]. Kézenfekvő és ezért többen vállalkoztak fúróluk közötti átvilágítással és tomográfiával a felszínközeli üregek felderítésére [DRESEN 1972, MCCANN et al. 1986, RÜTER 1992, PATTANTYÚS et al. 1997]. Az említett tanulmányok a rugalmas térhullámoknak az üregekben és azok közvetlen környezetében megfigyelhető átlagsebesség-csökkenéséről, illetve a hullámelhajlás következtében létrejövő árnyékszónában lecsökkent amplitúdók méréséről tudósítanak.

A felületi hullámok kifejezetten üregkutatásra való alkalmazásáról, elméleti, modellszeizmikus és terepi vizsgálatok eredményeiről szóló közleményekkel egyaránt találkozhatunk a szakirodalomban. HSIEH [1979], valamint DRESEN, HSIEH [1979] a németországi Ruhr-vidéken sok helyen fellelhető felhagyott, majd betömedékelt, egy-két méter vastag réteggel lefedett aknák (vertikális hengerrel

modellezett) helyének felderítésére legyező elrendezésű (azonos hullámúttal jellemzett) terítést használtak. 3-D fizikai modellezéssel és a modellek szisztematikus változtatásával kimutatták, hogy a diszperz Rayleigh-hullám hullámhosszának kétszeresénél vastagabb letakarás alatt az aknák már nem mutathatók ki. PRÓNAY és szerzőtársai [1997] a felszínközeli vertikális inhomogenitásokon (pincéken) visszaverődött diszperz felületi hullámok segítségével lokalizálták az üregeket. A problémát általánosítva a laterálisan és vertikálisan változó, valamint lokális inhomogenitások kimutatására a felületi hullámokat az utóbbi időben egyre gyakrabban „hasznosítják” [TAO 1993, DOMBROWSKI 1996, DOBRÓKA 1997, FANCSIK 1997, MISIEK et al. 1997, PRÓNAY et al. 1997].

1. Célkitűzések

A jelen munka az említett irodalmi tapasztalatokra alapozva olyan módszer létrehozását célozza meg, amely a felületi hullámok diszperzióanalízise során erre a célra eddig ki nem használt frekvenciafüggő amplitúdó információt kívánja hasznosítani.

A vezetett hullámokat többek között az jellemzi, hogy amplitúdójuk a hullámvezetést okozó közegetől (kis sebességű csatorna, feltér felszíne) távolodva exponenciálisan csökken. Az amplitúdó-mélység függvények alakja a hullámvezető és környezetének geometriai viszonyaitól (rétegvastagságok), a közegek rugalmas tulajdonságaitól (sebességek, sűrűségek), valamint a vezetett hullámok frekvenciájától, illetve frekvenciafüggő fázissebességeitől függ. A hullámvezetőben vagy annak környékén mérhető vezetett hullámok ezért mintegy „integrált” információt hordoznak a hullámvezető környezetéből. Ezen információ kinyerésé-

¹ Beérkezett: 1998. április 23-án

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

re számos (inverziós) módszer ismeretes a szeizmológiában, a bányá- és mérnökgeofizikában.

Ezen eljárások a mért csatornákból leszarmaztatják a frekvenciafüggő fázis- és/vagy csoportsebesség-függvényeket, amely(ek)-ből az 1-D, illetve 2-D modellek rétegvastagság és sebesség adatait, valamint abszorpcióját becsülik inverzióval. E módszerekről és eljárásokról összefoglalóan DRESEN és RÜTER monográfiájában [1994] olvashatunk részletesebben.

A vezetett hullámok amplitúdójának „kihasználására” elsősorban a hullámvezetőben fellelhető lokális inhomogenitások — pl. széntelepben fellépő fellazult zónák, vetők — esetében került sor [DRESEN, RÜTER 1994]. Ezen inhomogenitások kimutatásának alapja az, hogy a vezetett hullámok visszaverődnek, illetve szóródnak az objektumokon, és ennek következtében az érzékelőkhöz a homogén esetben indokoltnál kisebb amplitúdójú hullám érkezik. Az előzőekben leírtak alapján e jelenségnek a hullámvezetőn kívüli inhomogenitások esetén is mutatkoznia kell, várhatóan a hullámvezető-inhomogenitás távolság növekedésével csökkenő mértékben, természetesen a vezetett hullám amplitúdó-mélység függvényének tükrében.

A fenti bevezető alapján egy lehetséges felszíni üregkutató szeizmikus módszer megvizsgálását tűztük ki célul, amely az alábbi gondolatmenetre épül.

A felületi vezetett hullámok (Rayleigh- és Love-) amplitúdója a mélységgel egyre rohamosabban csökken, a kis frekvenciáktól a nagyobbak felé tartva. Az üregről visszavert, illetve szórt hullámenergia — amely amplitúdócsökkenéshez vezet — ezért nagymértékben függ attól, hogy az üreg mérete (és helyzete) hogyan viszonyul a hullám által átvárt mélységtartományhoz az amplitúdó-mélység függvény alakjának megfelelően. Ebből az következik, hogy a felületi hullámok amplitúdócsökkenésének adott mélységű és méretű üreg esetében a frekvenciától függően különbözőnek kell lennie. Mivel a felületi hullámok rétegzett féltér felszínén általában diszperziót (a hullámterjedés egy frekvencia- és sebességsávban történik) mutatnak, ezért ezen hullámok amplitúdójának frekvenciafüggő elemzéséből reményeink szerint az üregek helyére és méretére lehet következtetni. E frekvenciasáv célszerűen időben változó frekvenciájú jelgerjesztéssel szabályozható.

A fentiek alapján tehát, ha egy üreg felett vonal mentén mért szeizmikus csatornákat diszperzió-amplitúdó analízisnek vetjük alá, a kapott amplitúdó a távolság és frekvencia függvényében („térképszerűen” ábrázolva) a felszínközeli üregek jelzője lehet.

2. Közelítő analitikus vizsgálatok

A homogén féltér felszínén terjedő végtelen távoli forrásból eredő Rayleigh felületi hullám elmozdulás-amplitúdójának vertikális V_z és horizontális V_x komponenseit az alábbi összefüggések írják le [KEILIS-BOROK 1989, SCHNEIDER 1993]:

$$V_x(\omega, z) = -i \frac{2 - \kappa^2}{\sqrt{1 - \gamma^2 \kappa^2}} \left[e^{-r_\alpha z} + \frac{\kappa^2 - 2}{2} e^{-r_\beta z} \right],$$

$$V_z(\omega, z) = \frac{\kappa^2 - 2}{\kappa^2} \left[e^{-r_\alpha z} + \frac{2}{\kappa^2 - 2} e^{-r_\beta z} \right],$$

ahol a jelölések a következő kifejezéseket jelentik:

$$\gamma = V_s / V_p \quad \kappa = C / V_s,$$

valamint

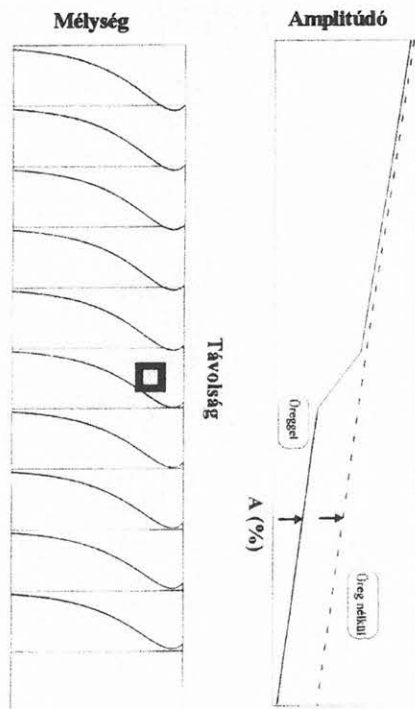
$$r_\alpha = 2\pi \frac{\sqrt{1 - \gamma^2 \kappa^2}}{\lambda} \quad r_\beta = 2\pi \frac{\sqrt{1 - \kappa^2}}{\lambda} \quad \lambda = 2\pi \frac{C}{\omega}.$$

Az amplitúdók számításához még szükséges C frekvenciafüggetlen fázissebességhez az alábbi egyenlet valós megoldásának megkeresésével jutunk abban az esetben, ha mindkét gyök alatti kifejezés egyszerre pozitív [ÁDÁM 1987] (negatív esetben a Somigliana-hullámok fázissebességét kapjuk):

$$(2 - \kappa^2)^2 - 4 \sqrt{1 - (\gamma \kappa)^2} \sqrt{1 - \kappa^2} = 0.$$

Az így számított amplitúdók csupán relatív értékek lehetnek, hiszen az alkalmazott síkhullámú megoldással a forrásra nem lehet megkötéseket tenni.

Egy üreg hatását a Rayleigh-hullám amplitúdójára közelítő módon úgy elemezhetjük, ha feltételezzük, hogy az üreg hullámterjedés irányára merőleges felületéről a teljes hullámenergia visszaverődik, illetve szóródik. Más szóval úgy tekintjük, mintha az amplitúdó-mélység függvényből az üreg egy, a magasságával megegyező szakaszt „kitakarna”. A közelítés abban áll, hogy feltételezzük az említett szakaszra eső energia teljes szóródását a hullámhossztól függetlenül. A folyamat jellegét az 1. ábra szemlélteti, ahol a szelvényre merőlegesen elhelyezett hosszú, levegővel töltött üreg (sötét négyzettel jelölve) hatására relatív amplitúdócsökkenést várunk a szelvényben. A „monoton” csökkenő amplitúdóval a közeg által meghatározott abszorpció, illetve a geometriai szóródás hatását kívántuk jelezni.



1. ábra. Rayleigh felületi hullám vertikális amplitúdó komponensének változása üreg felett (a folyamat elve)

Fig. 1. The change of the vertical amplitude of the Rayleigh wave above a cave (principle of the process)

Az üregeknél szóródott, illetve visszavert hullámok energiájával csökkentett továbbhaladó hullám amplitúdóját az energiaintegrál segítségével becsülhetjük meg. Az energiaintegrál értéke vagy más néven „relatív energia” [ORMOS 1984, DRESEN, RÜTER 1994] a hullám által képviselt — annak egy periódusára vonatkozó — közepes kinetikai energiával arányos mennyiség. Az előző kifejezésekkel általánosan a következő formában írható fel Rayleigh-hullámra és a teljes homogén féltérre:

$$E_0(\omega) = \int_0^{\infty} \rho(z) [V_x(\omega, z)^2 + V_z(\omega, z)^2] dz,$$

ahol $\rho(z)$ a sűrűség mélységfüggését jelenti [SCHNEIDER 1993]. A felszín alatti üreg közepének a felszíntől vett mélységét z_u -vel, az átmérőjét d_u -vel jelölve, az üreg által szórt E_u relatív energiarész a fenti közelítésben a következő módon írható:

$$E_u(\omega) = \int_{z_u - d_u/2}^{z_u + d_u/2} \rho(z) [V_x(\omega, z)^2 + V_z(\omega, z)^2] dz.$$

A fentiekből az üreg hatására bekövetkező $A(\omega, z_u, d_u)$ közelítő relatív amplitúdócsökkenést a frekvencia, valamint az üreg helyzetének és méretének függvényében százalékos formában az alábbiak szerint becsüljük:

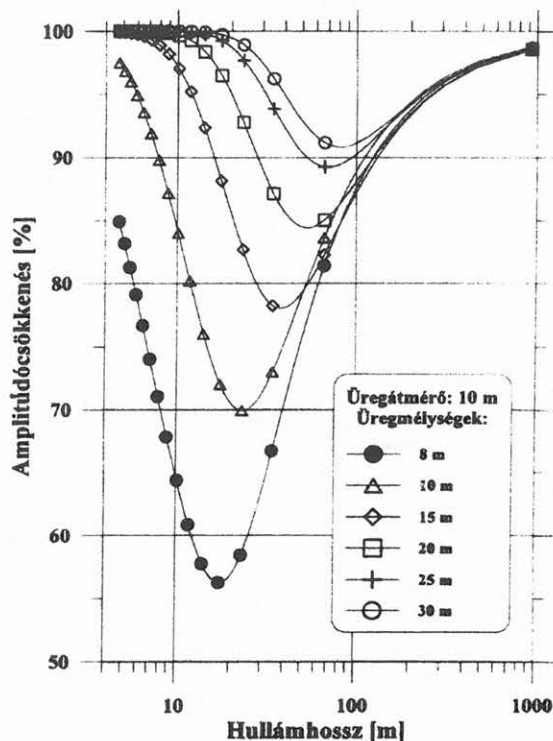
$$A(\omega, z_u, d_u) = \sqrt{\frac{E_0(\omega) - E_u(\omega)}{E_0(\omega)}} \cdot 100 \quad (\%).$$

Mivel esetünkben homogén féltérről van szó, az üreget magában foglaló közeg sűrűsége konstansnak tekintendő, és ezért az $A(\omega, z_u, d_u)$ értékét nem befolyásolja.

A fenti összefüggésekkel különböző méretű és mélységű üregek okozta, szelvény menti amplitúdócsökkenést számítottuk ki. A homogén féltér paraméterei: $V_p=2000$ m/s és $V_s=1000$ m/s. A vizsgált üregek átmérői: $d_u=10, 5, 2,5$ m. Az üregek középpontjainak mélységei: $z_u=8, 10, 15, 20, 25, 30$ m. A számított amplitúdóváltozásokat a hullámhossz függvényében azonos méretű és változó mélységű üregekre a 2. ábrán, változó méretű és azonos mélységű üregekre a 3. ábrán mutatjuk be.

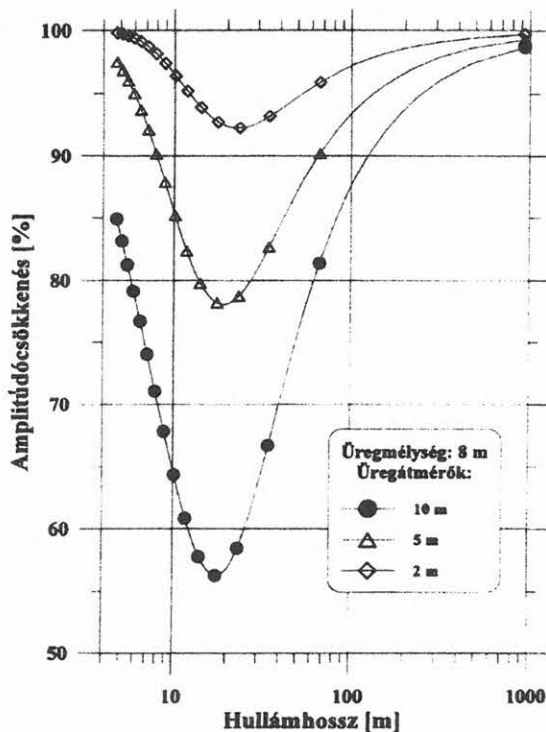
Az ábrákat szemlélve a felszínközeli üregeknek a Rayleigh-hullámok amplitúdócsökkentő hatására vonatkozóan az alábbi következtetések vonhatók le:

Az üregek amplitúdócsökkentő hatása a hullámhossz függvényében szélsőértéket mutat valamennyi üregméret és -mélység esetében. Tehát adott közegre vonatkozóan megállapítható egy hullámhossztartomány, amelyben az amplitúdóváltozás a legnagyobb. Az amplitúdóváltozás-függvény minimumához tartozó hullámhossz nagysága egyes viszonyban van az üreg mélységével: az üreg mélységének növekedésével nő, és fordítva. Az amplitúdóváltozás-függvények szélsőértékeihez tartozó függvényamplitúdók nagysága fordított viszonyban van az üreg mélységével, és egyes viszonyban az üreg méretével. Csökkenő függvényamplitúdó csökkenő üregméretet, illetve mélysegnövekedést jelez. Az amplitúdóváltozás-függvény minimumaihoz tartozó frekvenciasáv (kb. 20–80 Hz) a szeizmikus tartományba esik, így az általánosan használt terepi eszközök az üregekutatásra is alkalmasak (mivel a változást döntő mértékben a Rayleigh-hullám amplitúdójának vertikális komponense határozza meg, elegendő csak a vertikális komponens regisztrálására szorítkozni).



2. ábra. Rayleigh felületi hullám amplitúdóváltozása különböző mélységű, azonos méretű üregek felett. (Közeliítő modellszámítás, $V_p=2000$ m/s, $V_s=1000$ m/s, $C=933$ m/s)

Fig. 2. The amplitude-change of the Rayleigh wave above caves at varying depth, and at constant size (approximative model calculations, $V_p=2000$ m/s, $V_s=1000$ m/s, $C=933$ m/s)



3. ábra. Rayleigh felületi hullám amplitúdóváltozása különböző méretű, azonos mélységű üregek felett. (Közeliítő modellszámítás, $V_p=2000$ m/s, $V_s=1000$ m/s, $C=933$ m/s)

Fig. 3. The amplitude-change of the Rayleigh wave above caves at constant depth, and at varying size (approximative model calculations, $V_p=2000$ m/s, $V_s=1000$ m/s, $C=933$ m/s)

Összefoglalásul megállapítható, hogy a homogén féltér felszínén terjedő Rayleigh-hullám amplitúdójának a felszínközeli kétdimenziós üregek hatására bekövetkező szelvény menti csökkenése hullámhossz(frekvencia)függő és változó nagyságú. Nagy és felszínközeli üregek esetében ez a csökkenés elérheti a 30%-ot is. Valószínű azonban, hogy ez a változás a valóságban kisebb mértékű, mert az általunk követett viszonylag egyszerű analitikus modellezésnél alkalmazott elhanyagolásokkal azt feltehetően túlbecsültük. A vizsgálataink alapján azonban várható, hogy az amplitúdócsökkenés mérhető a gyakorlatban is, valamint remény látszik arra is, hogy a csökkenés mértékéből és frekvenciafüggéséből a felszínközeli üregek méretére és mélységére is következtethessünk. A felületi hullámok erre jó lehetőséget kínálnak, mert amplitúdójuk viszonylag nagy és ezért jó jel/zaj viszony érhető el, másrészt a rétegzett féltér felszínén terjedő felületi hullámok a modell geometriája által meghatározott diszperziót mutatnak, így eleve „széles sávú” hullámokkal találkozunk még impulzus jellegű rezgéskeltés esetén is. Igaz a diszperz felületi hullámok esetén a frekvenciafüggő fázis-, illetve csoportsebesség „kezelésével” is meg kell birkóznunk.

A ma már rutinszerűen alkalmazott kisméretű felszíni vibrátorokkal e sávszélesség növelhető, és a diszperz hullámvezetésre a felszínközeli geológiai struktúra miatt nem alkalmas esetekben (hiányzik a „pozitív” sebességváltozás, vagy ez túlságosan mélyen helyezkedik el) a nem diszperz Rayleigh felületi hullámok is megfelelően széles sávban kelthetők ahhoz, hogy a fentiekben vázolt amplitúdócsökkenés-frekvencia összefüggés kimérhető legyen.

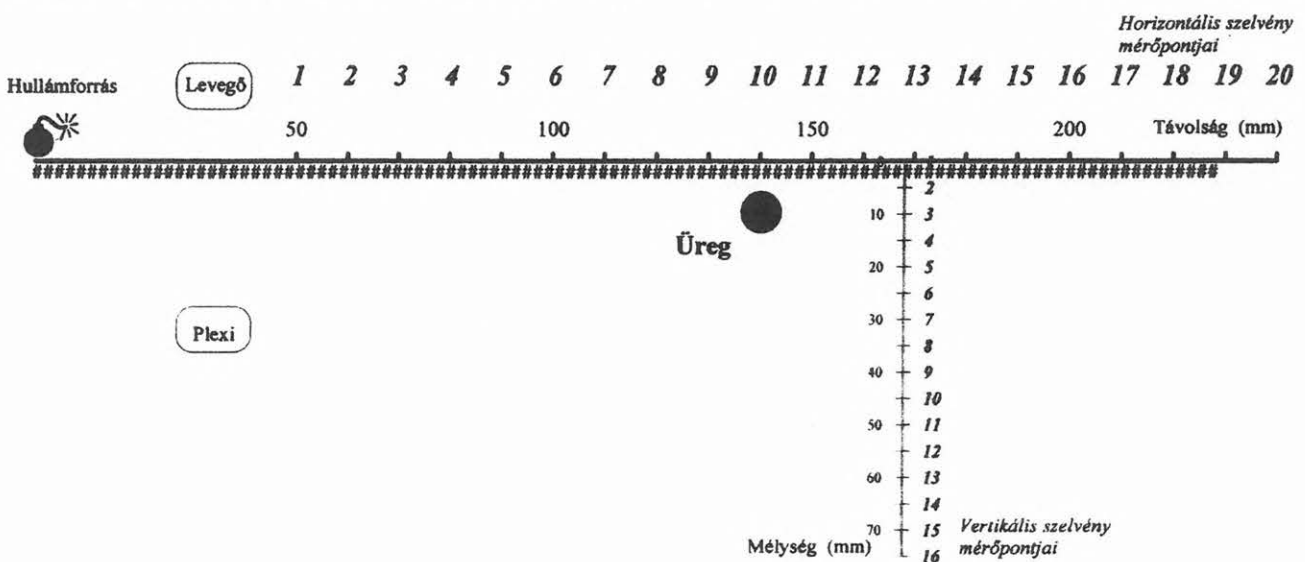
3. Analóg szeizmikus modellvizsgálatok

A fenti problémák tisztázására kétdimenziós analóg (fizikai) modellezést terveztünk, illetve végeztünk el. Célunk az volt, hogy első lépésként a lehető legegyszerűbb viszonyok mellett, a valósághoz közelebb álló módszerrel, de mégis ellenőrizhető, „kézben tartható” módon vizsgáljuk meg a felszínközeli üregek hatását a felületi hullámok amplitúdójára. A modellezéshez a Miskolci Egyetem Geo-

fizikai Tanszékén a 2385 sz. OTKA támogatásával létrehozott modellszeizmikus laboratórium berendezéseit használtuk [ORMOS 1995].

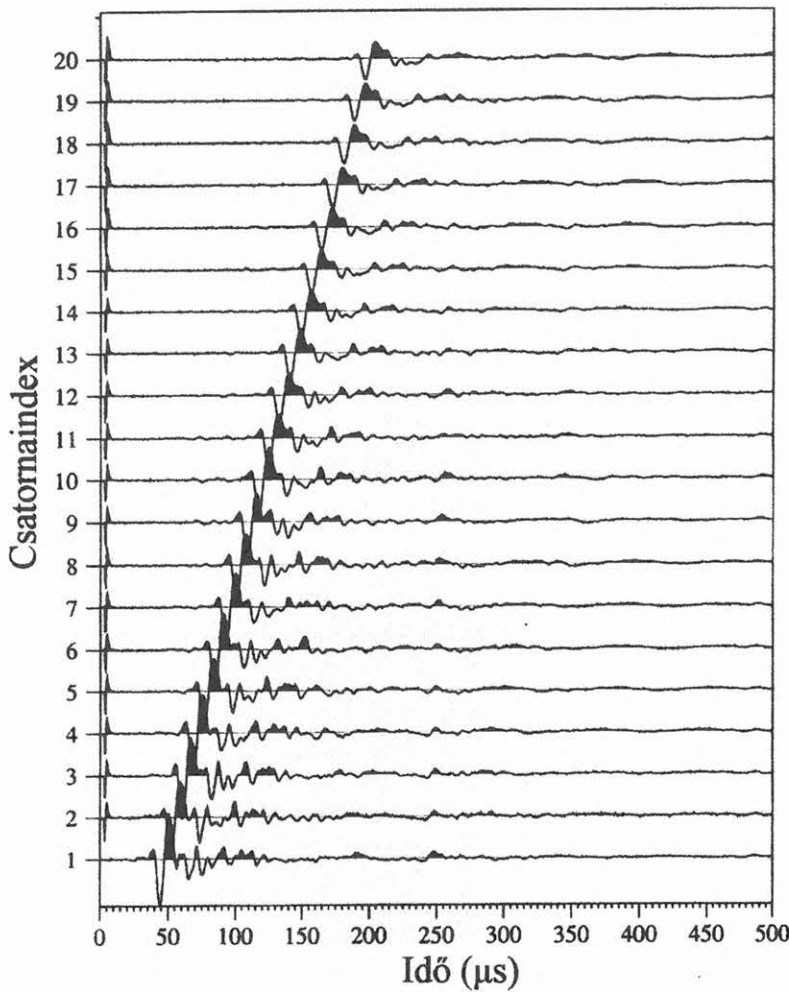
A vizsgálataink céljára szolgáló lemezmodellt 2 mm vastag és 280x900 mm méretű plexilapból készítettük. A modell anyagában a térhullámok terjedési sebességei mérések alapján a következők: $V_p=2460$ m/s, $V_s=1300$ m/s. A szelvényre merőleges kiterjedésű üreget a plexilapba fűrt különböző átmérőjű lyukakkal modelleztük. E modellkísérletünkben valamennyi üreg középpontjának a felszíntől vett mélysége azonos volt: $z_u=10$ mm. Az átmérok $z_u=2,0$ és 5,0 mm voltak. A szelvényben 20 regisztrálási pontot jelöltünk ki egymástól 10 mm távolságra. A forrás az első mérőponttól 50 mm-re helyezkedett el. A modellmérés elrendezését a 4. ábrán mutatjuk be. Az üreg a 9. és 11. mérőpont között helyezkedett el. A feltüntetett vertikális szelvény mentén is méréseket végeztünk a felületi hullám amplitúdójának mélységgel való változásának ellenőrzésére (üregmentes esetben).

A modellmérések műszerezettsége a már említett publikációban közölttel [ORMOS 1995, 1. ábra] azonos volt. A mérések során a jel/zaj viszony növelésére 256-szoros összegzést alkalmaztunk. Ezzel a nemkívánatos épület- és elektromágneses zajok amplitúdója jelentősen csökkenthető volt. Az üreg jelenléte miatt bekövetkező frekvenciafüggő amplitúdócsökkenés szeparált tanulmányozhatósága miatt impulzus jellegű rezgéskeltést alkalmaztunk. A programozható generátoron beállított (egy periódusnyi, szinusz alakú) forrásjelek középfrekvenciái 30, 60 és 90 kHz voltak. Mindhárom frekvencián az üregmentes (referencia) és a két különböző méretű üreg jelenléte esetén összesen kilenc, egyenként húszcsatornás szeizmogramot készítettünk. (A vertikális szelvény mentén üregmentes esetben ellenőrzés céljából három darab tizenhat csatornás szeizmogram is felvételre került.) Egy, a 90 kHz névleges frekvencián gerjesztett modellszeizmogramot példaképpen az 5. ábrán mutatunk be ($d_u=5$ mm). A SEG-Y formátumban rögzített teljes szeizmogramra történt amplitúdónormálás után az alkalmazott rajzi méretek mellett a lényegesen kisebb amplitúdójú longitudinális hullámok beérkezései alig, vagy



4. ábra. A szeizmikus modellmérések helyszínrajza

Fig. 4. Site plan of the model seismic measurements



5. ábra. Modellszeizmogram (jelgerjesztés: 90 kHz, üreg: $z_u=10$ mm, $d_u=5$ mm)

Fig. 5. Seismogram section (source: 90kHz, cave: $z_u=10$ mm, $d_u=5$ mm)

nem is látszanak. A szeizmogram a távolság függvényében monoton csökkenő amplitúdót mutat, amely a plexi abszorpciójának következménye.

Az üreg hatására bekövetkező amplitúdócsökkenés megjelenését megvizsgáltuk a szeizmogramok csatorna-amplitúdóinak „nyers” összehasonlításával. A mért csatornák legnagyobb abszolút amplitúdóit megvizsgálva már megállapítható volt egy, az üreg hatására bekövetkező mintegy 10%-os relatív amplitúdócsökkenés. A vizsgálatból azonban az is kitűnt, hogy az amplitúdók abszolút maximumának felhasználása csak nagyon „zajos” eredményt hozhat, és a frekvenciaszelektív elemzésre sincs módunk. Ezért egy, a célnak megfelelő feldolgozó programot készítettünk.

4. Többcsatornás diszperzió-amplitúdó analízis

A kifejlesztendő programtól azt vártuk el, hogy a kiválasztott felületi hullám amplitúdóját adja meg a frekvencia és a távolság függvényében, lehetőleg minél jobb jel/zaj viszony mellett. Az amplitúdó e „kétváltozós” függvénye segítségével reményeink szerint a felszínközeli üregek jelenléte kimutatható lesz az érzékenységvizsgálatokból és az első „nyers feldolgozásból” leszűrt tapasztalatoknak

megfelelően. A programtól megkívántuk azt is, hogy egyaránt képes legyen fogadni és feldolgozni nem diszperzív és diszperzív felületi hullámokat mind impulzusos, mind az időben változó frekvenciájú rezgéseltetés alkalmazásával. Fontos szempont volt az is, hogy mind az adatformátum, mind a mértékegységek tekintetében egyaránt alkalmas legyen modell- és terepi adatok (pl. ESS-3-24) feldolgozására.

A programot a diszperz hullámok csoportsebesség-analíziséhez széles körben használatos, ún. *Modified Moving Window Analysis (MMWA)* módszerére alapoztuk [KODERA et al. 1976], amellyel a diszperz hullámok burkolója maximumának terjedési sebessége (a csoportsebesség) számítható a frekvencia függvényében. Esetünkben az eddig ki nem használt burkoló (pillanatnyi) amplitúdóban rejlő információt hasznosítottuk. A kifejlesztett programmal a felületi hullám csatornánként elvégzett diszperzió-analízise eredményeiből az egyes frekvencia-hoz tartozó maximális amplitúdókat származtatjuk le. A fenti módon kapott burkoló-amplitúdó-frekvencia távolság összefüggést egy felületszerkesztő-rajzoló programmal jelenítjük meg az értelmezés céljára.

A feldolgozott szeizmogramokból a 6a, b. és 7a, b. ábrákon mutatunk be összesen négyet. A 6. ábrán a 30 kHz-en, a 7. ábrán a 90 kHz-en gerjesztett és feldolgozott szeizmogramok láthatók. Az „a” jelű eredmények az üregmentes (referencia), a „b” jelűek az 5 mm átmérőjű üregek esetére vonatkoznak. Az izovonalakra az amplitúdóváltozás értékeit írtuk %-ban. Az amplitúdókat csak az egyes mérésekben belül normáltuk, a mérések között nem.

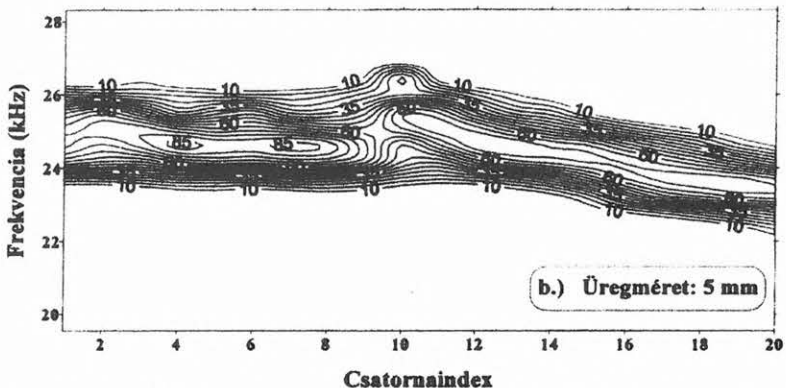
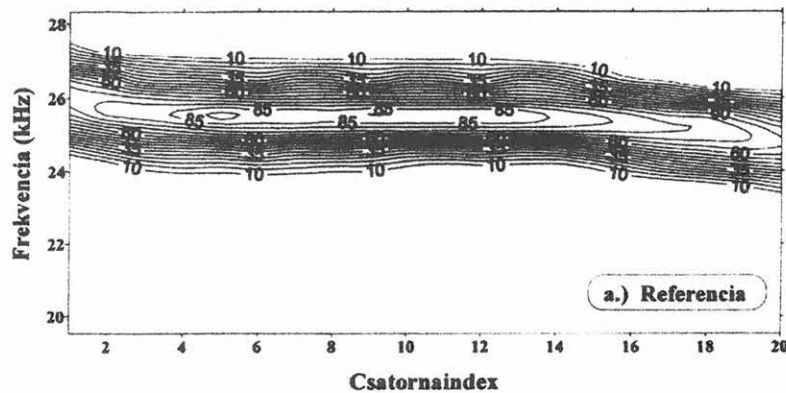
(Ennek az oka az, hogy a modellek módosítása és a modellforrás újbóli elhelyezése után a méréseket nagyon nehéz amplitúdóhelyesen megismételni.)

Az ábrákat szemlélve azonnal feltűnik az, hogy a frekvencia növekedésével a hullám amplitúdója a távolsággal csökken, a várakozásnak megfelelően. A plexi szelektív abszorpciója is megfigyelhető a domináns frekvencia távolsággal való csökkenése mértékének különbözőségével. (Itt kell megjegyezni azt is, hogy a ténylegesen keltett ultrahanghullám frekvenciája kisebb a generátoron beállítottnál. Ennek oka az adó oldali rendszer — erősítő, a piezokerámia anyaga és mérete, valamint főként a csatolás — átviteli viszonyaiban keresendő).

Az amplitúdófüggvények lefutásában tapasztalható kisebb „egyenetlenségek” oka a felületszerkesztés módszerében keresendő (krigelés, anizotrópia faktor=5).

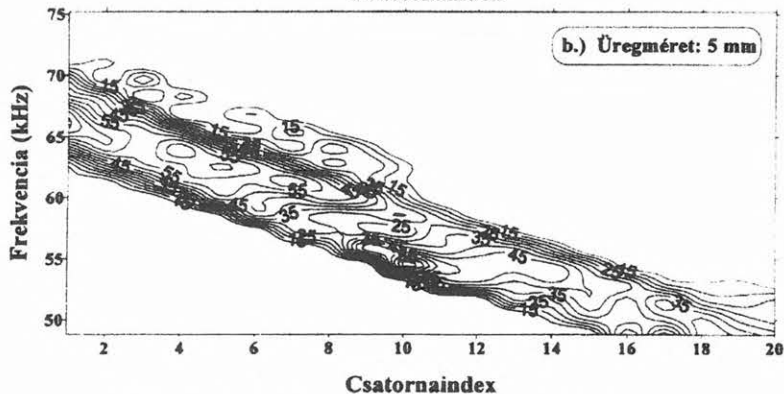
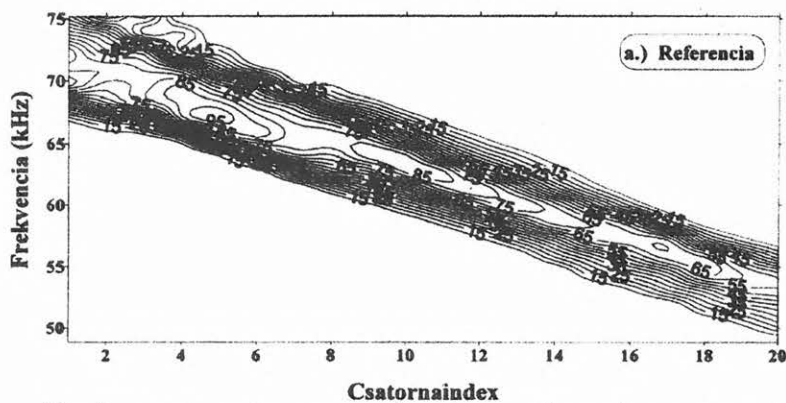
Mindezek ellenére a keresett amplitúdócsökkenést felfedezhetjük a feldolgozott szelvényeken.

Az 5 mm átmérőjű, 10 mm mélyen fekvő üreg valamennyi különböző frekvencián mért és feldolgozott szeizmogramon észlelhető. Az amplitúdócsökkenés a 25 kHz frekvenciatartományban kb. 10%-os (6. ábra), a 40 kHz-es tartományban kb. 15%-os, míg a 60 kHz-es tartományban



6. ábra. A frekvencia–amplitúdó analízis eredményei (jelgerjesztés 30 kHz).
a) Üreg nélkül (referencia), b) Üreggel $z_u=10$ mm, $d_u=5$ mm

Fig. 6. Result of the frequency–amplitude analysis (source: 30 kHz).
a) without cave (reference), b) with cave: $z_u=10$ mm, $d_u=5$ mm



7. ábra. A frekvencia–amplitúdó analízis eredményei (jelgerjesztés 90 kHz). a) Üreg nélkül (referencia),
b) Üreggel $z_u=10$ mm, $d_u=5$ mm

Fig. 7. Result of the frequency–amplitude analysis (source: 90 kHz). a) without cave (reference), b) with cave: $z_u=10$ mm, $d_u=5$ mm

kb. 20%-os (7. ábra). Továbbá az üreg környezetében a frekvencia szerint addig viszonylag „nyugodt” lefutású képen mindenhol egy perturbációt figyelhetünk meg, amelynek okozója az üregről szóródott–visszaverődött hullámok interferenciája lehet. Ez a hatás is az üregek jelzője lehet.

5. Összefoglalás

A jelen dolgozat egy vizsgálat kezdeti eredményeit mutatja be, amely felületi hullámokkal történő üregekutatásra irányul.

Először közelítő analitikus vizsgálatokkal megállapítottuk, hogy homogén feltételekben elhelyezett kétdimenziós üregek hatása a nem diszperzív Rayleigh-hullámok szelvény mentén mért amplitúdójának frekvenciafüggő csökkenésében jelentkezik. Az amplitúdócsökkenésnek a frekvencia szerint szélsőértéke van. Ennek helye és „nagysága” az üreg méretének és mélységének függvénye az adott közegben, és ezek az értékek hagyományos terepi eszközparkkal mérhetők.

A valós viszonyokat közelítő analóg (vagy fizikai) modellezéssel különböző méretű és mélységű üregek felett több frekvencián impulzusos rezgéskeltéssel (ultrahanggal) felvett modellszeizmogramok kiértékelése alapján megállapítható, hogy az üreg hatására létrejövő frekvenciafüggő amplitúdócsökkenés mérhető, és így a felszínközeli üregek is jelezhetőek. Az üregekről szórt hullámok interferenciájának hatása is felismerhető a feldolgozott modellszeizmikus anyagban.

Az elért kezdeti eredmények és kutatás során szerzett tapasztalatok alapján a továbbfejlesztés ígéretesnek tűnik. Ennek során a rétegzett közegbe helyezett üregek hatásának vizsgálata, a közeg által meghatározott abszorpció és a geometriai szóródás hatásának kiszűrése a feldolgozó program fejlesztésével, az időben változó frekvenciájú jelgerjesztés előnyeinek kivizsgálása, valamint természetesen terepi mérések kivitelezése és feldolgozása mind izgalmas kihívást, és megoldandó feladatot jelentenek.

Köszönetnyilvánítás

Ezen eredmények az 1997-ben zárult OTKA 19088 sz. kutatási téma keretében születtek egy korábbi OTKA-téma (2385) támogatásával is létrehozott modellszeizmikus laboratóriumban. A szerző köszönetét fejezi ki a támogatásért. Köszönet illeti Prof. Dr. hc. Dr. Lothar DRESEN professzort és Dr. Christian SCHNEIDER urat (Ruhr-Universität Bochum, Geofizikai Intézet) egyes számítógépi szubrutinok átadásáért.

- ÁDÁM O. 1987: Szeizmikus kutatás. Egyetemi tankönyv. Tankönyvkiadó, 58–59
- BENSON A. K. 1995: Application of ground penetrating radar in assessing some geologic hazards: examples of groundwater contamination, faults, cavities. *Journal of Applied Geophysics* **3**, 177–193
- COOK J. C. 1965: Seismic mapping of underground cavities using reflection amplitudes. *Geophysics* **30**, 527–538
- CSÓKÁS J., GYULAI Á., LÉNÁRD M. 1974: Mérnökgeofizika az építőiparban. *Építőanyag* **26**, 1, 13–17
- DOBRÓKA M. 1997: Inversion of guided wave dispersion data. EAGE 59th Conference and Technical Exhibition, Geneva, 26–30 May, 1997. Extended Abstracts p. 155
- DOMBROWSKI B. 1996: 3-D modeling, analysis and tomography of surface wave data for engineering, and environmental purposes. Dissertation. Berichte des Institutes für Geophysik der Ruhr-Universität Bochum, **45**
- DRESEN L. 1972: Modellseismische Untersuchungen zum Problem der Ortung oberflächennaher kreiszylindrischer Hohlräume in Felsgestein. Dissertation. Berichte des Institutes für Geophysik der Ruhr-Universität Bochum, **1**
- DRESEN L., HSIEH C.-H. 1979: Ortung verlassener Schächte mit Hilfe von Rayleigh-Wellen. *Glückauf-Forschungshefte* **40**, 190–198
- DRESEN L., RÜTER H. 1994: Seismic Coal Exploration. Part B: In-seam Seismics. Pergamon
- FANCSIK T. 1997: Laterálisan változó rétegpáraméterekkel jellemzett öszszletek kutatása P-SV hullámokkal. 26. vándorgyűlés, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Sopron, 1997. szeptember 10–11. Előadáskivonatok 27. o.
- FERENCZY L. 1980: Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása dipól szelvényezéssel. *Magyar Geofizika* **XXI**, 134–142
- HSIEH C.-H. 1979: Ortung verdeckter Bergwerkschächte mit Hilfe von Rayleigh-Wellen. Berichte der Ruhr-Universität Bochum, **7**
- KEILIS-BOROK V. I. 1989: Seismic surface waves in laterally inhomogeneous earth. *Modern Approaches in Geophysics* **9**, Kluwer Academic Publishers
- KODERA K., DE VILLEDARY C., GENDRIN R. 1976: A new method for the numerical analysis of non-stationary signals. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* **12**, 142–450
- MCCANN D. M., BARIA R., JACKSON P. D., GREEN A. S. P. 1986: Application of cross-hole seismic measurements in site investigation surveys. *Geophysics* **51**, 914–929
- MILLER R. D., STEEPLES D. W. 1991: Detecting voids in a 0.6 m coal seam, 7 m deep, using seismic reflection. *Geoexploration* **28**, 109–119
- MISIEK R., LIEBIG A., GYULAI Á., ORMOS T., DOBRÓKA M., DRESEN L. 1997: A joint inversion algorithm to process geoelectric and surface wave seismic data. Part II: Application. *Geophysical Prospecting* **45**, 65–95
- ORMOS T. 1984: Csatornahullámok kialakulása a Borsodi Szénmedencében. Egyetemi doktori értekezés. Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék
- ORMOS T. 1995: Felszínközeli geológiai szerkezetek vizsgálata 3-D analóg szeizmikus modellezéssel. *Magyar Geofizika* **36**, 11–18
- OWEN T. E., PARRA J. O., BRIEN J. T. O. 1988: Shear wave seismic reflection system for detection of cavities and tunnels. SEG 58th Annual International Meeting, Tulsa. Expanded Abstracts ENG 1.6
- PATTANTYÚS-Á. M., HERMANN L., PRÓNAY ZS., TÖRÖS E. 1997: Komplex geofizikai kutatások a Budai Várban. *Magyar Geofizika* **38**, 37–43
- PIWAKOWSKY B., WATELET J.-M., MOREAUX D. 1997: High-resolution seismic prospecting of old gypsum mines — evaluation of detection possibilities. *Environmental and Engineering Geophysics* **2**, 109–120
- PRÓNAY ZS., HERMANN L., TÖRÖS E., NEDUCZA B., HOLCZINGER L. 1997: Mérnökseizmikus vizsgálatok. 26. vándorgyűlés, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Sopron, 1997. szeptember 10–11. Előadáskivonatok 26–27
- QUARTO R., SCHIAVONE D. 1996: Detection of cavities by the self-potential method. *First Break* **14**, 419–431
- RÜTER H. 1992: Crosshole-tomography to research of market in Colditz. *Geophysical Methods of Environmental Research. International TEMPUS Seminar*, Miskolc, 14–19. Sept. 1992
- SCHNEIDER Ch. 1993: Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten mit Rayleigh-Oberflächenwellen. Dissertation. Berichte des Institutes für Geophysik der Ruhr-Universität Bochum, **36**
- STEEPLES D. W., KNAPP R. W., MCELWEES C. D. 1986: Seismic reflection investigations of sinkholes beneath interstate highway 70 in Kansas. *Geophysics* **51**, 295–301
- TAO Yu 1993: Numerische Modellierung zur Untersuchung des Einflusses von lokalen Irregularitäten auf die Ausbreitung von Love-Wellen in geschichteten Medien. Dissert. Berichte des Institutes für Geophysik der Ruhr-Universität Bochum, **3**

A geoelektromos üregkutató néhány kérdése¹

GYULAI ÁKOS²

A dolgozat áttekintést ad a geoelektromos üregkutató analitikus, FD (finite difference, véges differencia) előremodellező, kvalitatív kiértékelésen alapuló, az adatok szűrését megvalósító, továbbá inverziós és tomográfiai módszereiről. FD modellezés alapján vizsgálja a különböző mérési elrendezések látszólagos fajlagos ellenállás szelvényeit, javaslatot tesz egy eddig még nem használatos mérési elrendezés bevezetésére. Új paraméter-érzékenységek definiálásával vizsgálja a mérési adatok információtartalmát és ennek alapján összehasonlítja a mérési elrendezéseket.

Á. GYULAI: Some aspects of cave research using geoelectric method

The paper presents a summary about the methods applied to cave research using geoelectric survey which are as follows: analytical, FD (finite difference) forward modelling, the ones based on qualitative interpretation and data filtering, inversion and tomographical methods. The analysis of apparent resistivity sections (pseudo section) belonging to different configurations was made with FD modelling method and the introduction of a new geoelectric array has been proposed. Having defined new parameter sensitivities the information content of field data was studied and on the basis of that the geoelectric configurations have been compared.

Bevezetés

Magyarország sok településén, közöttük nagy városokban is problémát okoznak a kis mélységben (5–6 m) elhelyezkedő régi üregek, pincék, amelyek állagának romlása veszélyt jelent a meglévő épületekre és az új építkezési munkákra egyaránt.

A felszínközeli ismeretlen üregek kimutatására és helyének meghatározására sokféle geofizikai módszer alkalmas. Ebben a dolgozatban nem azt kívánjuk vizsgálni, hogy milyen környezeti, földtani viszonyok kedveznek valamelyik geofizikai módszer alkalmazásának, vagy éppen zárják ki annak lehetőségét, hanem csupán a geoelektromos (egyenáramú) módszer alkalmazásával kapcsolatos néhány kérdéssel foglalkozunk.

Abból a feltevésből indulunk ki, hogy gyakran megvanak a feltételei a geoelektromos módszer bevetésének, még részben tömedékelt vagy vízzel elárasztott esetben is. Az alkalmazásnak nem feltétele a levegővel való kitöltésből adódó „végtelen üreg-fajlagos ellenállás”, amint azt NYÁRI [1997] vizsgálatai egyértelműen mutatják.

A geoelektromos módszereknél nem tekinthetjük lezártnak sem a mérési elrendezés kiválasztásának kérdését, sem a kiértékelési — közöttük az inverziós módszerek —, értelmezési eljárások problémakörét.

1. Analitikus előremodellezés és inverzió

Homogén ágyazó közegben elhelyezkedő körszelvényű, végtelen hosszú, tetszőleges fajlagos ellenállású fekvő hengeres hatók esetén ismeretesek analitikus formulák a potenciál leírására [MILITZER et al. 1977]. A szerzők a potenciálfüggvényből kiindulva többféle mérési elrendezésre meghatározták a látszólagos fajlagos ellenállás függvényeket, majd ezek alapján görbesereg albumot számítottak, amelyben üreg feletti látszólagos fajlagos ellenállás profilgörbéket mutattak be. Az előbbi analitikus formulából FERENCZY [1980] levezette az axiális dipól elrendezésre a

látszólagos fajlagos ellenállás egyenletét, majd számítógépes program segítségével kiszámította az üreg által okozott anomáliákat és azok alapján vizsgálta az üregek kimutathatóságát. Ugyancsak a MILITZER és szerzőtársai [1977] által közölt potenciálfüggvényből kiindulva NYÁRI [1994, 1996–1997, 1997] tetszőleges négyelektródás felszíni mérőelrendezésre levezette a látszólagos fajlagos ellenállás egyenletét. Majd algoritmust készített és programot fejlesztett ki személyi számítógépre tetszőleges mélységű, átmérőjű és fajlagos ellenállású üreg esetében a látszólagos fajlagos ellenállások meghatározására praktikus módon egyenkénti elektródok kombinációjával megvalósítható mérési elrendezések esetére. Részletesen a Wenner α , β , γ mérési elrendezések és az axiális dipól mérési elrendezéseket vizsgálta. A látszólagos fajlagos ellenállás anomáliák mellett megvizsgálta a dipól elrendezésre vonatkozó paraméter-érzékenységeket. NYÁRI [1995, 1996–1997] az előremodellezés mellett megoldotta az inverz feladatot. A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékének programkönyvtárában lévő L_2 -normán alapuló linearizált és minősített inverziós programba [DOBRÓKA et al. 1991] beépítette az előremodellező üreg-programot. Ezzel lehetőség nyílt az üregparaméterek automatikus meghatározására és a paraméterek hibájának becslésére is geoelektromos mérési adatokból.

Az analitikus modellezési alapon végzett üreg-meghatározásnál sok esetben szükség van közelítések alkalmazására, hiszen az üreg ritkán körszelvényű, vagy az ágyazó közeg sok más inhomogenitást is tartalmaz. Mégis érdemes a módszer minél szélesebb körű felhasználására törekedni, hiszen rendkívül gyors, minősített becslési lehetőséget jelent a mérnöki gyakorlat számára. Az alkalmazás feltételeit, a közelítések jóságát célszerű egyéb módszerekkel, például FD (véges differencia) modellezéssel vizsgálni, ill. ellenőrizni.

2. 3-D véges differencia modellezés

A rendelkezésünkre álló 3-D FD előremodellező program tetszőleges keresztmetszetű, háromdimenziós és inhomogén vagy rétegzett ágyazó közegben levő tetszőleges

¹ Beérkezett: 1998. április 23-án

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

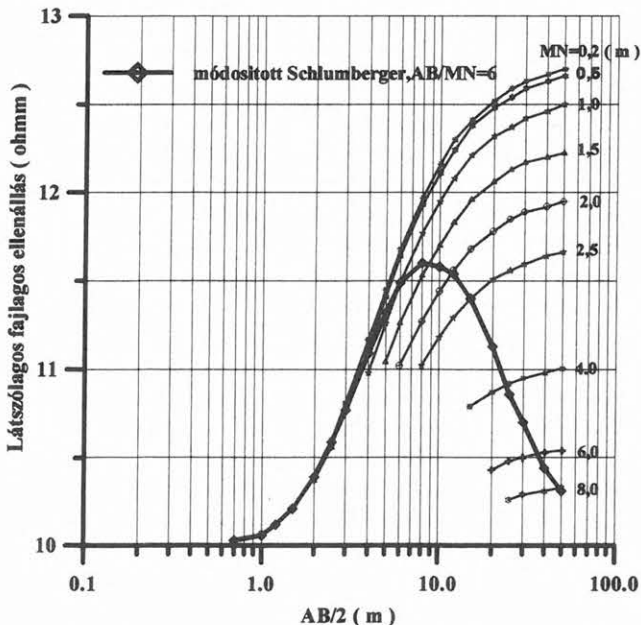
fajlagos ellenállású üregek vizsgálatát is lehetővé teszi [GYULAI 1996–1997a]. A véges differencia programot SPITZER német kutató [SPITZER 1995] bocsátotta rendelkezésünkre egyetemi kutatásainkhoz. Az x , y rácselemek maximális száma 73, a z rácselemeké 39. A dipólforrás az x , y sík rácspontjaiban tetszőlegesen elhelyezhető, a potenciálértékek az x , y , z tér tetszőleges rácspontjaiban számíthatók. A program végeredményként Schlumberger VESZ látszólagos fajlagos ellenállás adatokat számít és tárol le, közbülső adatként azonban kinyerhetők a háromelektrodos („fél-Schlumberger”) szondázás látszólagos fajlagos ellenállás adatai, illetve az ezeknek megfelelő potenciálkülbségek. A program számítási pontossága lehetővé teszi, hogy az előbbi adatokból dipól-dipól (axiális dipól) elrendezésre is kiszámítsuk a látszólagos fajlagos ellenállás értékeit. Egy-egy szondázási görbe kiszámítása kb. 3 perces vesz igénybe 486-os személyi számítógéppel.

2.1. Az üregmodell

Az eddigi vizsgálatainkhoz 2 m mélységben lévő 2x2 m-es négyzet, 3x2 m-es fekvő téglalap és 2x3 m-es álló téglalap keresztmetszetű „végtelen hosszú” hasábkokkal modelleztük az üreget. A homogén ágyazó közeg fajlagos ellenállását 10 Ωm -nek, az üreg fajlagos ellenállását 10 000 Ωm -nek választottuk. Vizsgáltuk a rétegzett ágyazó közeg esetét is, amikor is az első réteg fajlagos ellenállását 30 Ωm -nek, a második réteget 10 Ωm -nek választottuk. A nagyobb pontosság eléréséhez a forrás dipól minden számításnál helyben maradt, továbbá arra törekedtünk, hogy a rácssűrűség elegendően nagy legyen azoknál az eseteknél, amelyeknél az üreg a forrás dipól közelében helyezkedett el.

2.2. Szondázási görbék az üreg felett

Az 1. ábra Schlumberger mérési elrendezésre számított szondázási görbék mutat különböző MN távolságok esetére.

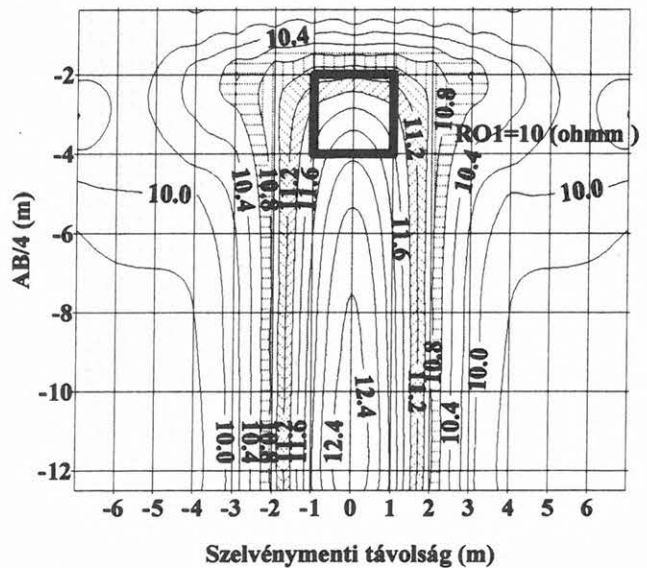


1. ábra. Schlumberger VESZ görbékkel szerkesztett módosított Schlumberger szondázási görbe üreg felett

Fig. 1. Modified Schlumberger sounding curve measured above a cave based on Schlumberger VES curves

Látható, hogy az MN távolság fokozatos növelésével a szondázási görbék egyre alacsonyabb látszólagos fajlagos ellenállás értékekhez tartanak, továbbá, hogy a nagy behatolást jelentő $AB/2$ távolságoknál is magukon viselik az MN távolságtól függően az üreg hatását. Nevezük ezt a jelenséget az egyenáramú szondázásoknál *geometriai eltolásnak*, amely megfelel a frekvenciaszondázásoknál tapasztalt „static shift” esetén jelentkező amplitúdó eltolódásnak. Az ún. geometriai eltolás hatásnak az értelmezése két vonatkozásban is fontos az üregkutatásban. Egyrészt igen nagy behatolású mérések is hordoznak a felszín közeli üregre vonatkozó információkat (a szondázás kiértékelését más vonatkozásban ez persze zavarja), másrészt lehetetlenítik az üreg mélységi lokalizálását kvalitatív módszerrel. Kérdéses, hogy a nagy behatolású mérések adatait meddig hasznos a felszín közeli üregkutatásban felhasználni.

Az 1. ábra alapján felvetjük egy új mérési elrendezés — nevezük módosított Schlumberger-elrendezésnek — alkalmazását. Ez annyiban tekinthető Schlumberger-elrendezésnek, hogy az AB/MN arány megfelelő megválasztásával teljesül a mérés gradiens jellege, viszont más szempontból a lépésről lépésre változó MN távolság miatt a mérés a Wenner-elrendezésre hasonlít. A mérési elrendezésnek nagy előnye, hogy a Wenner-elrendezéshez hasonlóan nem jelentkezik geometriai eltolás, viszont az üreg által okozott anomália maximális értéke nagyobb, mint a Wenner-elrendezésnél (2., 3. ábra).



2. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény üreg felett Schlumberger-elrendezéssel

Fig. 2. Pseudo section measured using the Schlumberger arrays above a cave

2.3. Szelvény menti szondázási görbék homogén ágyazó közegben lévő üreg esetében

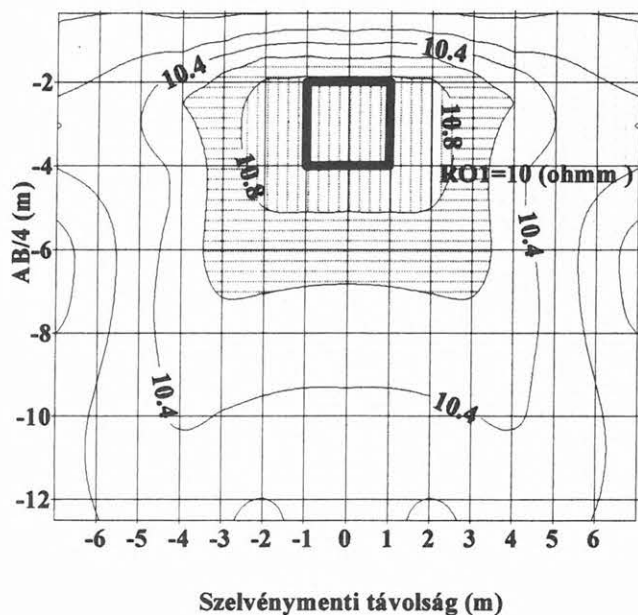
A 2.1.-ben leírt üregmodellekre több mérési elrendezésre számítottunk szondázási görbét, az üreget magában foglaló szelvény több pontjára. Az adatokat kétféle módon dolgoztuk fel. A négyzetes keresztmetszetű hasáb alakú üreg esetében az adatokat a jó áttekinthetőség érdekében ún. látszólagos fajlagos ellenállás szelvény (pseudosection) formájában jelezítettük meg. A téglalap keresztmetszetű adatokat a követke-

ző fejezetben leírt paraméter-érzékenység számításokhoz használtuk fel.

Az üregkutatásnál az ún. pszeudoszelvényeket gyakran mint „végeredményt” szolgáltatják [CSÓKÁS, GYULAI 1974] az üregek helyének kvalitatív meghatározásához. Ehhez a kiértékeléshez fontos a különféle mérési módszerek anomáliaképének ismerete, továbbá a mérési adatok vonatkozási pontjainak jó megadása.

A 2. ábra Schlumberger mérési elrendezésre szerkesztett látszólagos fajlagos ellenállás szelvényét mutat be $AB/4$ vonatkozási mélységre (MN közép alatt) szerkesztve. Az ábrából kiolvasható, hogy az anomália a maximális 24%-os értékét ($10 \Omega\text{m}$ -es ágyazó közegben $12,4 \Omega\text{m}$ -es látszólagos fajlagos ellenállást) csak jóval az üreg alatt éri el. A geometriai eltolás jól megfigyelhető, amely lehetetleníti az üreg kvalitatív mélység lehatárolását. Ez azonban még nem zárja ki például analitikus előremodellezésre jó inverziós kiértékelés lehetőségét!

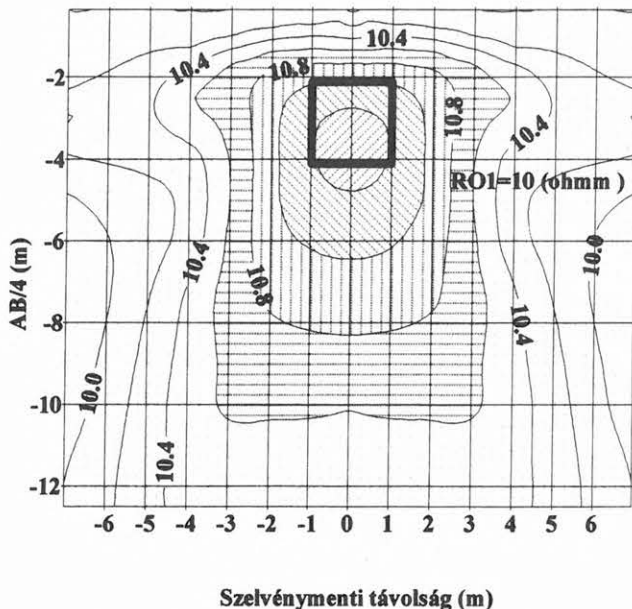
A 3. ábra Wenner-elrendezés pszeudoszelvényét mutatja be. Megállapítható, hogy az anomália értékei sokkal kisebbek, mint a Schlumberger-méréseknél, viszont az anomália lezárul a mélység felé. Az $AB/4$ vonatkozási mélység alapján az anomália 9%-os maximuma pontosan az üreg területére esik, azaz kvalitatív módszerrel is lokalizálható az üreg. A viszonylag alacsony értékű anomália miatt viszont problémát jelenthet az üreg elkülönítése az ágyazó közeg egyéb inhomogenitásaitól.



3. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény üreg felett Wenner-elrendezéssel ($AB/MN=3$)

Fig. 3. Pseudo section for Wenner arrays ($AB/MN=3$) above a cave

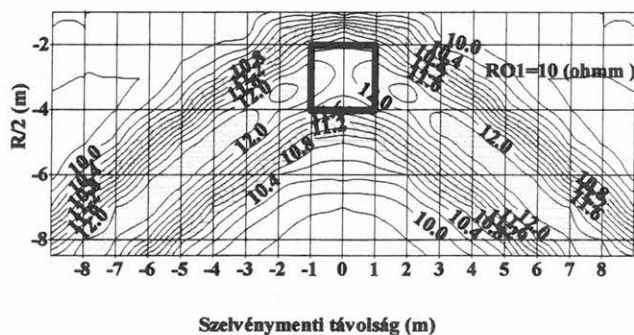
Az 4. ábra módosított Schlumberger-elrendezés szelvényét mutatja. Megfigyelhetjük, hogy az anomália értékek magasabbak, mint a Wenner-elrendezésnél (max. 12%), az anomália maximum viszont kissé mélyebbre került. Az AB/MN arány növelésével az anomália értékét növelni lehetne, ezzel viszont az anomália maximum fokozatosan mélyebbre kerülne. Ez felveti a vonatkozási mélységek $AB/5$ -nek megfelelő megválasztását az üreg helyes lokalizálása érdekében.



4. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény üreg felett módosított Schlumberger-elrendezéssel ($AB/MN=4$)

Fig. 4. Pseudo section for modified Schlumberger arrays ($AB/MN=4$) above a cave

Az 5. ábra mutatja a hazai üregkutatásoknál leggyakrabban alkalmazott axiális dipól látszólagos fajlagos ellenállás szelvényét. A dipól méréseknél megszokott és ismert anomáliakép alakul ki, amelyet az üregtől két oldalra 45° -os irányba mutató maximumokkal jellemezhetünk. Az anomália 22%-os maximális értéke csaknem azonos a Schlumberger-méréseknél számítottakkal. Az anomália két oldalán a dipól mérésnél is jelentkezik geometriai eltolás, ez azonban nem zavarja az üreg lokalizálhatóságát a jellegzetes anomáliakép miatt.



5. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény üreg felett axiális dipól elrendezéssel

Fig. 5. Pseudo section for dipole axial arrays above a cave

3. Paraméter-érzékenységi vizsgálatok

A geoelektromos szerkezetek kvantitatív meghatározásában fontos szerepet játszanak a paraméter-érzékenységek. A paraméterbecsléseknél az információ mennyiség egyik mérőszáma a paraméterekre vonatkozó Fisher-féle információ mennyiség, amely

$$[I(P_{\text{becsült}})]_{i,j} = \sum_K \left\{ \frac{\partial \rho_a(P)}{\partial P_i} \cdot \frac{1}{\sigma_K^2} \cdot \frac{\partial \rho(P)}{\partial P_j} \right\}_{P=P_{\text{becsült}}} \quad (1)$$

alakban írható fel [SALÁT et al. 1982], ahol σ_k^2 az adattérbeli eltérések szórásnégyzete.

Nevezzük $\frac{\partial \rho_a}{\partial p}$ mennyiségeket, illetve ezek normált formáit a geoelektromos mérés paraméter-érzékenységeinek [GYULAI 1989]. A paraméter-érzékenységekkel praktikus vizsgálatunk, hogy honnan származik a geoelektromos mérés információja. A paraméter-érzékenységeket (fajlagos ellenállásokra és a geometriai paraméterekre) mindig az adott (vizsgált) modellre célszerű számítani. Végtelen nagy fajlagos ellenállású üregekre a fajlagos ellenállás érzékenység 0, ezért az üreg kimutathatóságát csupán a fajlagos ellenállás érzékenységgel nem jellemezhetjük.

3.1. Üreg-szélesség érzékenység

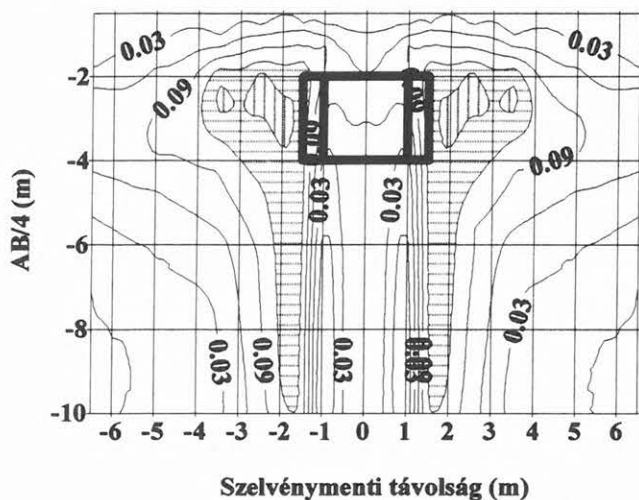
Az üreg-szélesség érzékenységet úgy definiáljuk, hogy

$$\psi_{sz} = \frac{\partial \rho_a}{\partial sz} \cdot \frac{sz}{\rho_a}, \quad (2)$$

ahol sz az üreg megnövelt szélessége.

A paraméter-érzékenységeket ugyanazokban a vonatkozási pontokban ábrázolhatjuk, mint a látszólagos fajlagos ellenállásokat, így jól áttekinthető képet kapunk az információ és a vizsgált objektum viszonyáról.

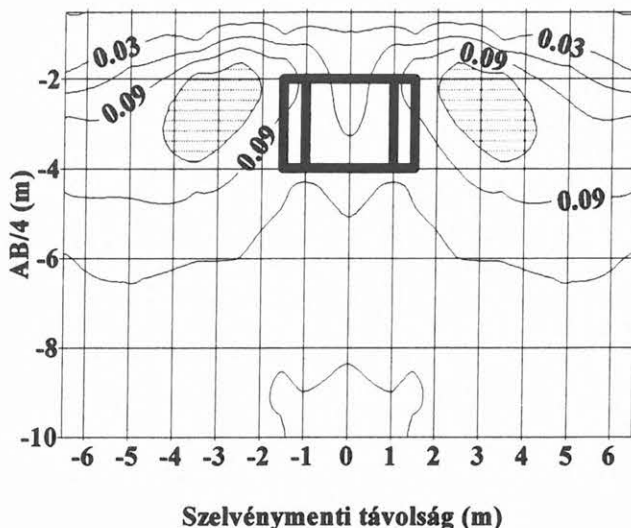
Schlumberger-elrendezés üreg-szélesség érzékenységeit a 6. ábra mutatja. Jól látható, hogy az üreg középvonala feletti mérések — bár az anomália itt volt a legnagyobb — az üreg szélességéről alig adnak információt ($\psi_{sz} \approx 0,03$). A szélességre vonatkozó legtöbb információ nem az üreg peremére eső, hanem jóval az azon kívüli méréseknél jelentkezik. Az érzékenység maximuma az üreg két oldalán (kívül), az üreg mélységében jelentkezik. Ezért is választottuk az adatok vonatkozási mélységének $AB/4$ -et. Megfigyelhető még, hogy jelentős érzékenységek adódnak nagy mélységeknél is, ami a geometriai eltolásra utal.



6. ábra. Üreg-szélesség érzékenység Schlumberger-elrendezésre

Fig. 6. Cave-width sensitivity for Schlumberger array

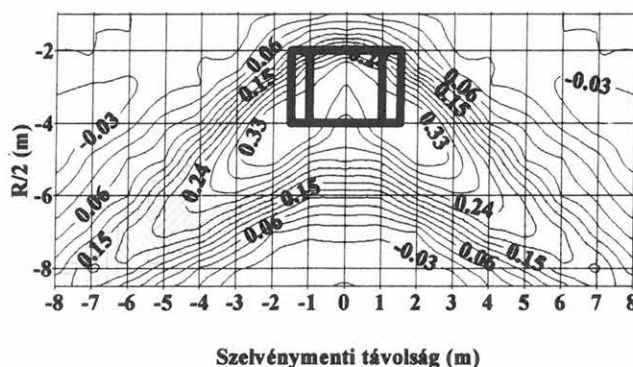
A Wenner-elrendezésre vonatkozó üreg-szélesség érzékenységek a 7. ábrán láthatók. Ehhez teljesen hasonló képet ad a módosított Schlumberger-elrendezés.



7. ábra. Üreg-szélesség érzékenység Wenner elrendezésre ($AB/MN=3$)

Fig. 7. Cave-width sensitivity for Wenner configuration ($AB/MN=3$)

A 8. ábra axiális dipól elrendezés üreg-szélesség érzékenységeit mutatja. A maximális értékek az üreg közvetlen közelében helyezkednek el, amely megerősíti az üreg jó kvalitatív lokalizálhatóságát, amelyre a látszólagos fajlagos ellenállás szelvényeknél már utaltunk.



8. ábra. Üreg-szélesség érzékenység axiális dipól elrendezésre

Fig. 8. Cave-width sensitivity for dipole configuration

3.2. Üreg-magasság érzékenység

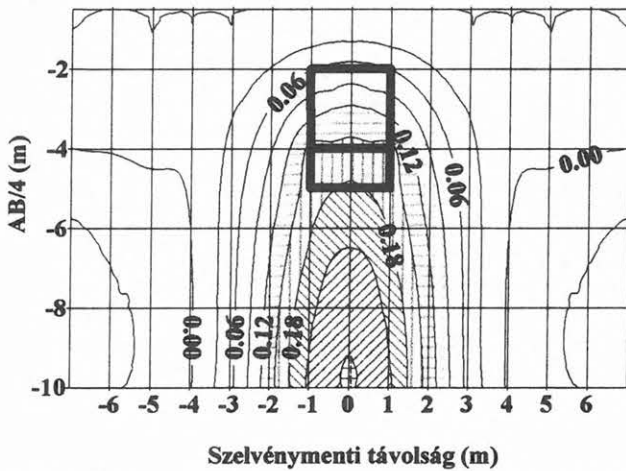
Az üreg-magasság érzékenységet úgy definiáljuk, hogy

$$\psi_m = \frac{\partial \rho_a}{\partial m} \cdot \frac{m}{\rho_a} \quad (3)$$

ahol m az üreg megnövelt magassága. Az egyszerűség miatt az üreg talpmélység növelésével elérhető magasság-érzékenységeket számítottuk.

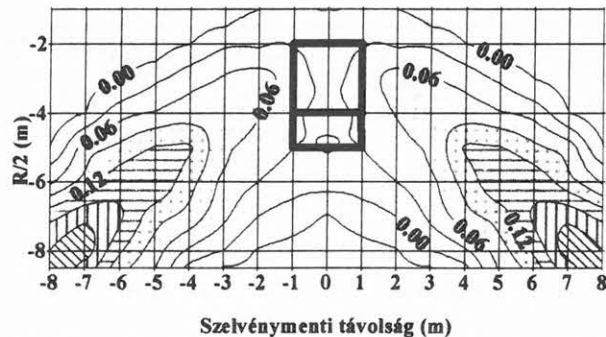
A Schlumberger mérési elrendezés üreg-magasság érzékenység szelvénye a 9. ábrán látható. Az anomália vizsgálataknál leírt geometriai eltolás jelenség oka jól megfigyelhető ezen az ábrán. A magasság-érzékenység maximuma a szélesség érzékenységgel ellentétben az üreg alatt helyezkedik el. Ez azt jelenti, hogy a mérés magasságra vonatkozó információja elsősorban az MN középpont alatti térből, míg a szélességre vonatkozó információ az áramelektrodok irányába eltoló térrészből származik. Az is megállapítható, hogy a magasság-

érzékenység jóval nagyobb, mint a szélesség-érzékenység, ami azt jelenti, hogy a mérés inkább az üreg magasságára érzékeny, mint a szélességére.



9. ábra. Üreg-magasság érzékenység Schlumberger-elrendezésre
Fig. 9. Cave-height sensitivity for Schlumberger configuration

Az axiális dipól elrendezésnél az üreg-magasság érzékenység (10. ábra) a szélesség érzékenységtől eltérően alakul. Az üreg környezetében csak nagyon kis magasság-érzékenység alakul ki és az üregtől távol jelentkező maximális értéke jóval kisebb, mint a szélesség-érzékenységnél jelentkező maximum. Az üreg-magasság csak az üregtől távoli helyeken befolyásolja az anomáliák kialakulását. Az üreg közvetlen környezetében az üreg szélessége a meghatározó az anomália alakításában. A fentiek alapján megállapítható, hogy Schlumberger-elrendezéssel a magasabb, axiális dipól elrendezéssel a szélesebb üregek kutatása a kedvezőbb.



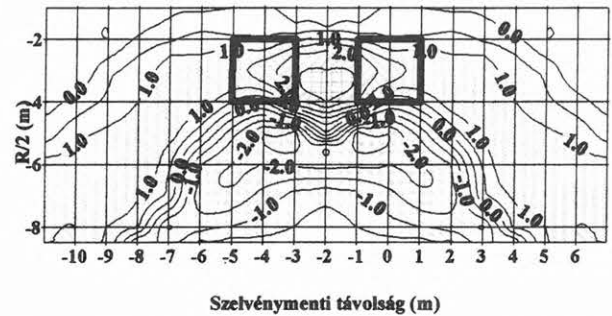
10. ábra. Üreg-magasság érzékenység axiális dipól elrendezésre
Fig. 10. Cave-height sensitivity for axial dipole configuration

4. Homogén közegben levő két üreg együttes hatása

Alápincézett területeken gyakran előfordul, hogy olyan közel van egymáshoz két pince, hogy a hatásuk a mérési adatokban együtt jelenik meg. FERENCZY [1980] modellmérési szerint nem követünk el nagy hibát, ha két pince esetében az egyenként okozott anomáliájukat összeadjuk a szelvény mentén. Ilyen módon szerkesztett meg anomáliákat több üregre. A szerkesztés pontossága elegendő volt ahhoz, hogy ennek alapján kvalitatív kiértékelést lehessen végezni.

Az analitikus inverziós módszer hasonló elven történő alkalmazásához [NYÁRI 1996–1997] az előbbinél pontosabb vizsgálatok szükségesek, amelyeket FD modellezéssel végeztünk el.

A 11. ábrán FD modellezéssel két üregre együttesen számolt anomáliák és egyenként számított anomáliák összegzésével kapott anomáliák eltérése látható. A százalékban kifejezett anomáliák kis értékű, a számítási hibáknál alig magasabb (1–2%-os) eltérése mind a Schlumberger, mind pedig az axiális dipól elrendezés esetében azt mutatja, hogy egymáshoz nem túlságosan közeli üregek esetében valóban élhetünk azzal a közelítéssel, hogy két üreg együttesének anomália szelvényét az egyenkénti szelvények egyszerű összegzésével számíthatjuk. Az így elkövetett hibáknak az inverzióban a paraméterekre gyakorolt hatását a későbbiekben vizsgálni szükséges.

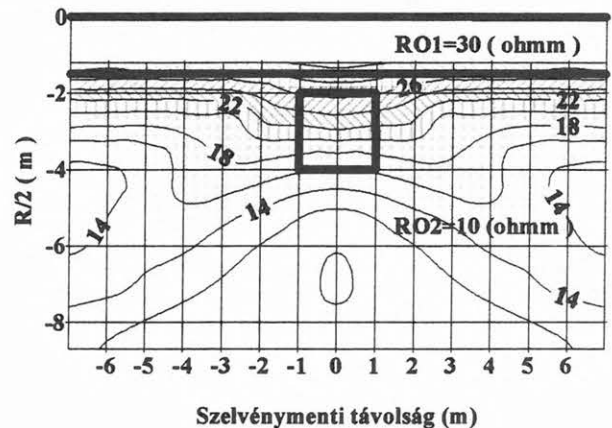


11. ábra. Két üreg anomáliája összegzésének hibája axiális dipól elrendezésnél

Fig. 11. The superposition error of the response of two caves in case of dipole configuration

5. Rétegzett közegben elhelyezkedő üreg

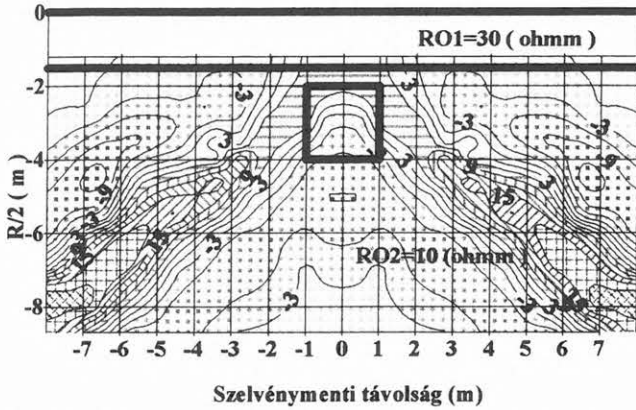
Az FD modellszámításokat a terepi méréseknél gyakran előforduló esetre végeztük, amikor is a laza, feltöltött, szárazabb, nagyobb fajlagos ellenállású réteg ($30 \Omega\text{m}$) alatt az üreg kisebb fajlagos ellenállású ($10 \Omega\text{m}$) ágyazó rétegben található. A modellszámítások eredménye a 12. ábrán látható. A rétegzett közegre számított látszólagos fajlagos ellenállások alapján megszerkesztettük az üreg által okozott (maradék) anomália szelvényét. Összehasonlítva ezeket az értékeket a homogén ágyazó kőzetnél kapott maximális értékekkel (24%) megállapíthatjuk, hogy a rétegzett modellnél jóval nagyobb (30%) anomália jelentkezik, tehát az ilyen fajlagos ellenállású rétegződés kedvező az üreg kimutatásához.



12. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény axiális dipól elrendezésre (üreg kétréteges közegben)

Fig. 12. Apparent resistivity section for axial dipole array when the cave is imbedded in a two-layered earth model

A rétegzett közeg látszólagos fajlagos ellenállásképe részben elfedheti az üreg hatását (12. ábra). Az üreghatás kiemelésének egyik lehetősége a maradék anomália kiszámítása az előbb említett módon. Ez azonban inkább elméleti lehetőség, amelyet csak akkor alkalmazhatunk, ha meg tudjuk határozni a rétegeparamétereket zavartalan rétegzett esetre. A gyakorlatban sokkal inkább követhetőnek látszik a mérési adatok valamilyen szűrése [TSOKAS, TSOURLOS 1997]. A 13. ábrán egy ötpontos súlyozott átlagképzés után számított maradék anomáliakép látható. Az irodalmi vizsgálatok alapján a szűrés üreghatásbeli alkalmazása további vizsgálatokat igényel.

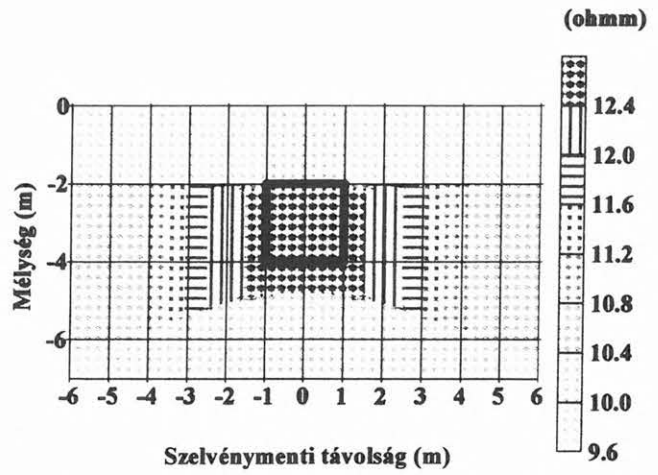


13. ábra. Szűrt anomália szelvény axiális dipól elrendezésre (üreg kétréteges közegben)

Fig. 13. Filtered anomaly of a cave imbedded in a two-layered earth for dipole axial configuration

6. Üregek kimutatása 1.5-D inverziós módszerrel

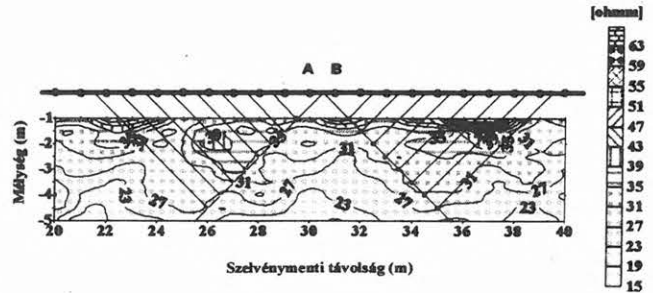
Két- és háromdimenziós geoelektromos struktúrák kutatását sokféle módon közelítik meg a gyakorlatban. A számítógépi lehetőségek növekedésével egyre nagyobb szerepet kapnak a 2-D és 3-D FD előmodellezésre alapozott inverziós eljárások [BARKER 1992, LIEBIG 1996]. A számítási gyorsaság, valamint az ezeknél a módszereknél is szükségszerűen jelentkező pontatlanságok és közelítések miatt „versenyben vannak” más közelítő inverziós módszerek. 2-D struktúrák inverziós kutatására dolgozták ki az 1.5-D együttes inverziós módszert [GYULAI, ORMOS 1997a, 1997b]. Ezt az új inverziós módszert üregek és üreges szerkezetek kimutatására is alkalmazták, részben szimulációs, részben pedig terepi mérési adatokon [GYULAI 1996–1997b, GYULAI et al. 1998]. Ezekből a vizsgálatokból egy szintetikus adatrendszerrel (3. ábra) végzett 1.5-D inverziós kiértékelés eredményét mutatja be a 14. ábra. Az inverzióban az üreg kimutatására „háromréteges” közelítést alkalmaztunk. A Wenner-elrendezéssel mért adatrendszer inverziós eredménye azt mutatja, hogy az alkalmazott közelítés következményeként az üreg hatása oldalirányban rétegszerűen „szétkenődik” és az üreg valódi fajlagos ellenállásához képest lényegesen alacsonyabb fajlagos ellenállást kapunk. A szelvény értelmezésével — amely a legnagyobb fajlagos ellenállású zóna kijelölését jelenti — mind az üreg helyzetére, mind pedig méretére jó becslést adhatunk.



14. ábra. Üreg kimutatása 1.5-D inverzióval (Wenner-elrendezéssel, $AB/MN=3$)

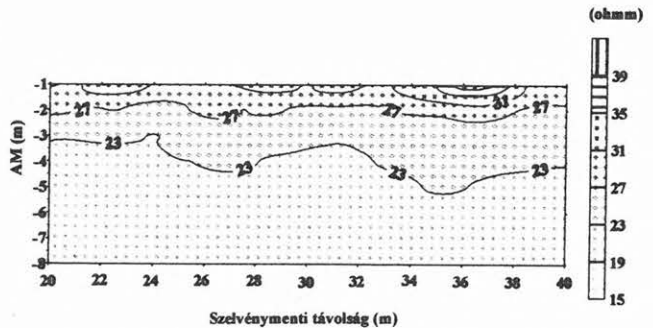
Fig. 14. Cave detection with 1.5-D inversion for Wenner configuration, $AB/MN=3$

Az 1.5-D inverziós módszer alkalmazását üreges szerkezetek kimutatására (terepi példán) a 15–17. ábrákon mutatjuk be. A terepi adatokat egy árvédelmi gát hosszszelvényében vettük fel. A méréseket 1 m-es egyenküzi elektródákkal axiális dipól elrendezésben és kételektrodos (pole-pole) elrendezésben végeztük. A mérési adatokat korrigáltuk a gátszelvény alakja miatt, majd azokból látszólagos fajlagos ellenállás szelvényeket szerkesztettünk, amelyeket a 15. és 16. ábrákon láthatunk.



15. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény dipól-dipól mérési adatokból, az AB dipólhoz tartozó vonatkozási pontokkal (árvédelmi gát, Kisköre)

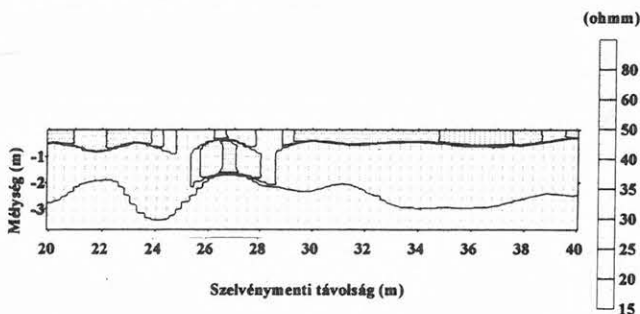
Fig. 15. Pseudo section for dipole-dipole array with reference points belonging to dipole AB (Kisköre, embankment)



16. ábra. Látszólagos fajlagos ellenállás szelvény pole-pole mérési adatokból (árvédelmi gát, Kisköre)

Fig. 16. Pseudo section of pole-pole configurations (Kisköre, embankment)

A mérések vonatkozási pontjai a pole-pole elrendezésnél a két aktív elektróda közepénél AM mélységben, a dipól elrendezésnél a szokásos $R/2$ mélységben voltak. Látható, hogy a dipól elrendezés sokkal változékonyabb szelvényt szolgáltat, mint a pole-pole elrendezés. Amint azt az FD számításoknál leírtuk, a dipól elrendezésnél számítani kell a geometriai eltolás jelenségére, amely problémát jelent az 1-D közelítésnél. Ezért a dipólméréseket csak a 15. ábrán bemutatott korlátozott behatolásig vontuk be az inverzióba, a lokális struktúrák mélységi lehatárolása az inverzióban a pole-pole mérések alapján történt. A dipól és pole-pole adatok együttes inverziója a kapott eredmény megbízhatóságát is növelte (az újabb mérési adatok által szolgáltatott információk bevonásával). Az együttes inverzió eredménye határozottan és jól körvonalazva szolgáltatja a gát regionális és lokális struktúráját (17. ábra). A gát biztonsága szempontjából figyelemre méltó a 26–28 m-es szelvényben 0,5–2 m mélységközben jelentkező inhomogenitás, amely üregek zónára utal.



17. ábra. 1.5-D inverzió eredménye pole-pole és dipól-dipól mérési adatokból (árvédelmi gát, Kisköre)

Fig. 17. The result of 1.5-D inversion for pole-pole and dipole-dipole configurations (Kisköre, embankment)

A dőlésirányú méréseknél az 1-D közelítés durva hibákat is okozhat, ezért szükséges a kapott inverziós eredmény ellenőrzése. Erre 2-D FD modellezést használtunk. A 15. ábrán bejelölt áramdipólhoz tartozó mérési adatok és az FD modellezéssel számított adatok összehasonlításával kapott mintegy 5%-os eltérés nagyon jónak mondható.

7. Üregek kimutatása geoelektromos tomográfia módszerével

A geoelektromos tomográfiát elsősorban fűrőlyukak közötti átvilágítási mérésekkel célszerű megvalósítani. Szóba jöhetnek a fűrőlyuk-felszín közötti átvilágítások is, illetve a csak felszíni mérések geoelektromos rekonstrukciós feldolgozása. A geoelektromos tomográfia módszerét ma világszerte széles körben kutadják. A 2-D és 3-D előre-modellezésen alapuló rekonstrukciós eljárás bevezetése SHIMA [1992] nevéhez kapcsolódik. A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén 1984 óta folynak a geoelektromos tomográfiával kapcsolatos kutatások, amelynek keretében többféle mérési módszerrel gyűjtött adatok feldolgozására alkalmas rekonstrukciós eljárásokat dolgoztak ki. Az első tomográfiai eredmények széntelepek geoelektromos átvilágításából születtek [CSÓKÁS et al. 1986]. A geoelektromos rekonstrukció bemenő adatait az

$$E = \frac{R_a(\text{mért}) - R_a(\text{zavartalan})}{R_a(\text{zavartalan})} \quad (4)$$

képlet alapján állítják elő, ezzel megkerülik a direkt feladat megoldását az inhomogén feladatra.

Az inhomogenitások jellemzésére bevezetik az

$$e = \frac{\rho_a - \rho_a(\text{zavartalan})}{\rho_a(\text{zavartalan})} \quad (5)$$

lokális anomália függvényt, amelyet az E_K relatív látszólagos ellenállás (látszólagos fajlagos ellenállás) eltérésekből lehet meghatározni [CSÓKÁS et al. 1986]:

$$E_K = \frac{1}{A_K} \int_{A_e} e dA \quad (6)$$

Az e lokális anomália függvényt a geoelektromos rekonstrukció módszerével számítják. A rekonstrukció eredményeül kapott lokális anomáliafüggvények [DOBRÓKA, GYULAI 1990] értelmezésével az üregek meghatározhatók. A mérési módszereknek legalább két feltételt kell kielégíteni. Egyrészt alkalmasnak kell lenni a mérési geometriától csak kissé függő átvilágítás jellegű mérésekre, másrészt elegendően nagy paraméter-érzékenységgel kell bírni az üreg kimutatásához (itt üreg-geometriai paraméter-érzékenységekre gondolunk).

Összefoglalás

A geoelektromos üregekutatás több mint két évtizedes gyakorlati tapasztalata és az újabb kutatási eredmények azt mutatják, hogy ezekkel a módszerekkel lehetőség van az üregek kimutatására és lokalizálására. Az alkalmazás korlátai inkább technikai, mint módszertani jellegűek. A módszer kellően termelékeny és sok változata van úgy a mérési, mint a kiértékelési módszereknek. A számítógépvezérelt terepi mérések, az újabb kutatási eredmények, a ma már hozzáférhető FD-modellező programok és más inverziós kiértékelési módszerek alkalmazása hatékonyabb üregekutatást tesz lehetővé a korábbiaknál.

A kutatást támogatta az OTKA a T019088 projekt finanszírozásával, amiért a szerző köszönetét fejezi ki. Továbbá köszönettel tartozom Klaus SPITZER német kutatónak, aki egy nagyon jó 3-D FD programot adott át személyes használatra.

HIVATKOZÁSOK

- BARKER R. D. 1992: A simple algorithm for electrical imaging of the subsurface. *First Break* 10, 53–62
- CSÓKÁS J., DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1986: Geoelectric determination of quality changes and tectonic disturbances in coal deposits. *Geophysical Prospecting* 34, 1067–1081
- CSÓKÁS J., GYULAI Á. 1974: Mérnökgeofizika az építőiparban. *Építőanyag*. XXVI, 1, 13–17
- DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1990: Geoelektromos tomográfiai módszerfejlesztés rétegzett földtani szerkezetek fizikai és geometriai jellemzőinek és inhomogenitásainak meghatározására. Kutatási jelentés. Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék
- DOBRÓKA M., GYULAI Á., ORMOS T., CSÓKÁS J., DRESEN L. 1991: Joint inversion of seismic and geoelectric data recorded

- in an underground coal mine. *Geophysical Prospecting* **39**, 644–665
- FERENCZY L. 1980: Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása geoelektromos dipól szelvényezéssel. *Magyar Geofizika XXI*, 4., 134–142
- GYULAI Á. 1989: Parameter sensitivity of underground DC measurements. *Geophysical Transactions* **35**, 3, 209–225
- GYULAI Á. 1996–1997a: Geoelektromos 3-D FD modellezési vizsgálatok. II. részjelentés (OTKA T019088). Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék
- GYULAI Á. 1996–1997b: Üregek és üreges szerkezetek kimutatása 1.5-D inverziós módszerrel. III. részjelentés (OTKA T019088). Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék
- GYULAI Á., ORMOS T. 1997a: Vertikális elektromos szondázások kiértékelése 1.5-D inverziós módszerrel. *Magyar Geofizika* **38**, 1, 25–35
- GYULAI Á., ORMOS T. 1997b: Újabb eredmények a VESZ adatok 1.5-D inverziós kiértékelésében. *Magyar Geofizika* **38**, 4, 257–264
- GYULAI Á., ORMOS T., DRESEN L. 1998: Parameterbestimmung von 2-D geologischen Strukturen mit Simultaninversion von VES Daten — Ein neues Verfahren. 58. DGG Tagung, Göttingen, Németország, kiadvány 92.
- LIEBIG A. 1996: Zweidimensionale geoelektrische Inversion als Teil einer integrierten geophysikalischen Auswertung zur Erkundung oberflächennaher Schichten. Doktori értekezés. Fakultät für Geowissenschaften der Ruhr-Universität, Bochum
- MILITZER H., RÖSLER R., LOSCH W. 1977: Theoretische Modellkurven zum geoelektrischen Hohlraumnachweis. VEB, Bus, Welzen
- NYÁRI Zs. (PLANK Zs.) 1994: Üregkutatás geofizikai módszerekkel. Diplomaterv. Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék
- NYÁRI Zs. 1995: Hohlraumerkundung mit geoelektrischen Meßverfahren. DGG Tagung, Hamburg, Németország, kiadvány 222
- NYÁRI Zs. 1996–1997: Analitikus geoelektromos előmodellezési és inverziós vizsgálatok. I. részjelentés (OTKA T019088). Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék
- NYÁRI Zs. 1997: Analitikus modellezés a geoelektromos üregkutatás lehetőségeinek vizsgálatára. *Magyar Geofizika* **38**, 3, 194–204
- SALÁT P., TARCSAI Gy., CSEREPES L., VERMES M., DRAHOS D. 1982: A geofizikai interpretáció információs statisztikus módszerei (Szerk.: SALÁT). Tankönyvkiadó
- SHIMA H. 1992: 2-D and 3-D resistivity image reconstruction using crosshole data. *Geophysics* **57**, 1270–1281
- SPITZER K. 1995: A 3-D finite difference algorithm for DC resistivity modelling using conjugate gradient methods. *Geophys. J. Int.* **902–914**
- TSOKAS G. N., TSOURLOS P. 1997: Transformation of the resistivity anomalies from archeological sites by inversion filtering. *Geophysics* **62**, 36–43

FÖLDTUDOMÁNYOK AZ INTERNETEN

A Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program Koordinációs Iroda kiadásában megjelent **KOVÁCS P. Gábor: A hálózat használata a földtudományokban c. füzet**e. Az Internet földtudományi információforrásait ismertető 64 oldalas kiadvány 200 Ft-ért megrendelhető a NIIF Program Koordinációs Iroda titkárságán — 1132 Budapest, Victor Hugo u. 18–22., tel.: 349–7987 — vagy böngészhető, ill. letölthető a Webről (természetesen ingyen) a következő változatokban és címeken:

- hipertext formátumban:
http://www.iif.hu/dokumentumok/niif_fuzetek/foldtud/index.html
- WinWord 6.0 formátumban, tömörítve:
http://www.iif.hu/dokumentumok/niif_fuzetek/Foldtud.arj
- szövegfájl változatban:
<gopher://gopher.mek.iif.hu:7070/00/porta/szint/muszaki/szamtech/wan/fuzetek/foldtud.hun>

HÍREK, BESZÁMOLÓK

TISZTELGÉS ÉS KOSZORÚZÁS A SÁG-HEGYI EÖTVÖS- EMLÉKOSZLOPNÁL

Az EÖTVÖS Loránd nevét viselő celldömölki általános iskola fizikai tanulmányi versenyt hirdetett Vas megye általános iskolái részére 1998. május 25-ére. A fizika-verseny tisztelgés volt a 150 éve született nagy előd és névadó EÖTVÖS Loránd előtt, és az idei évforduló kapcsán ezt avval tették még ünnepélyesebbé, hogy a versenyzők koszorút helyeztek el a Ság-hegyen álló emlékoszlopnál. Ez a szép bazaltoszlop arra emlékeztet, hogy EÖTVÖS Loránd a Ság-hegyen végezte első kísérleteit a torziós ingával.

A jubileumi megemlékezésen részt vettek az iskola aktív és nyugállományú tanárai, valamint NAGY Márton, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke Sopronból. Egyesületünket ACZÉL Etelka, UJFALUSY Antal és STOMFAI Róbert képviselte. Amíg a tanulmányi verseny folyt, megtekintettük Celldömölk nevezetességeit, többek között azt a templomot, amely Mariazell kegytemplomának kicsinyített mása. Itt vált érthetővé, hogy miért nevezték Celldömölköt régebben Kiscellnek.

A tanulmányi verseny után a versenyzők és a vendégek fölmentek a Ság-hegyen levő emlékhelyhez. A versenyzők koszorúja mellé ACZÉL Etelka helyezte el a Magyar Geofizikusok Egyesületének koszorúját. Ünnepi beszédében idézte EÖTVÖS szavait, amelyeket az Akadémia egyik közgyűlésén mondott a torziós ingáról: „Kiállta az a tűzpróbát a Vas megyei Ság hegy tetején...”. Tisztelettel és elismeréssel szólt mindazok munkájáról is, akik azon fáradoztak és

fáradoznak, hogy ez a régen volt tudományos esemény ne süllyedjen a feledés homályába, hanem vonzó példaként álljon a fiatalok előtt.

Elismeréssel kell szólnunk a tanulmányi verseny résztvevőinek főkészültségéről. Az általános iskola 7. osztályának megfelelő kategóriában LÓCSI Levente eredménye volt a legjobb, aki a celldömölki Berzsényi Dániel Gimnázium növendéke. A 8. osztályosok első díját TÓTH Norbert, a sárvári Sylvester János Általános Iskola tanulója nyerte el.

Az elismerő szavak elhangzása és a díjak átadása után az Eötvös Loránd Fizikai Társulat alelnöke is szólt a versenyzőkhöz, és buzdított mindenkit a további lankadatlan munkára. Mi egy-egy régi fénykép nagyított másolatát ajándékoztuk a győzteseknek a torziós inga diadalútjáról. Arról az indiai expedícióról, amelyen EÖTVÖS Loránd tanítványai: PEKÁR Dezső és RENNER János elefántháton vitték a műszert olyan mérési területeken, ahol diadal lehet, hogy volt, de út biztosan nem volt.

Ezen a helyen is szeretnénk megköszönni a megtisztelő meghívást. A szép nap végeztével azzal a jóleső érzéssel és biztos tudattal búcsúztunk el celldömölki kollégáinktól és barátainktól: ROZMÁN László igazgatótól és DALA József helytörténészről, hogy EÖTVÖS Loránd szellemi hagyatékának ápolását továbbra is hozzáértő, lelkes és biztos kezekben tudhatjuk.

Aczél Etelka, Stomfai Róbert

AZ EÖTVÖS-ÉVFORDULÓRA

Sokszor — és néha nem alaptalanul — éri az a kritika az évfordulós megemlékezéseket, hogy az ünnepi alkalom túlzásokra ragadtatja a cikkek szerzőit vagy a rendezvények szónokait. Ezt elkerülendő egy olyan munkával szeretnék hozzájárulni a történelmi visszatekintések remélhetőleg hosszú sorához, amely elfogultsággal semmiképp sem vádolható.

A Leading Edge, a Society of Exploration Geophysicists, azaz az alkalmazott geofizikával foglalkozók amerikai székhelyű egyesületének egyik havi folyóirata, 1998 januárjában gravitációs és mágneses különszámot jelentetett meg. Mivel a folyóirat Magyarországon meglehetősen kevés helyre jut el, indokoltnak érzem az egyik cikk részletes, majdnem fordításnak is tekinthető ismertetését a Magyar Geofizika hasábjain. A cikk két szerzője amerikai, Robin E. BELL és R. O. HANSEN, a cikk címe pedig Egy korai olajkutató módszer tündöklése és hanyatlása: a torziós inga gradiométer. Lábjegyzetként SZABÓ Zoltán néhány olyan megjegyzése olvasható, amelyek helyesbítik, pontosítják a szerzők megállapításait.

Ma már az alapfokú fizikát tanuló diákok is magától értetődőnek vesznek olyan mennyiségeket, mint a „nagy G”, azaz az egyetemes tömegvonzási állandó. Tény azonban, hogy az 1700-as évek végén ennek az állandónak az értéke még ismeretlen volt és a meghatározására való törekvés az egyik legelső geofizikai műszer kifejlesztéséhez vezetett. Az Egyesült Államokban közvetlenül a Függetlenségi Háború után CAVENDISH alkotta meg az első berendezést az egyetemes tömegvonzási állandó, azaz a

„nagy G” mérésére. Sajnálatos módon a geológusok (ebben az időben többnyire „úri tudósok”) számára földtaniilag nehezen értelmezhető adatokat szolgáltatott ez a műszer, ezenfelül terepi használatra túlságosan nagyméretű és nehézkes volt. A földtani korlát pedig az volt, hogy a berendezés csak a nehézségi erőter egy vízszintes összetevőjének vízszintes deriváltját mérte, egy olyan mennyiséget, amelyet önmagában nehéz értelmezni. Ezért ennek az elegáns, de laboratóriumhoz kötött műszernek terepi alkalmazására nem került sor.

Majdnem egy teljes évszázaddal később a nagy magyar fizikus, „*Baron von EÖTVÖS*”, egy olyan műszert tervezett, amely forradalmasította az olajipart. Mint az a technológia forradalmasításában gyakori, EÖTVÖS „új” száltechnikát alkalmazott a műszer méretének jelentős csökkentésére és ezáltal javította a szállíthatóságot. EÖTVÖS ezenfelül egy új ötletet is hozzáadott. Mesteri változtatása az volt, hogy a torziós ingára felfüggesztett két súlyt különböző magasságban helyezte el. Ez a módosítás lehetővé tette, hogy mind a vízszintes, mind a függőleges térszertező vízszintes deriváltját mérni tudja. Ez utóbbi deriváltat sokkal könnyebb volt földtanilag értelmezni.

EÖTVÖS 1886-ban jelentette be találmányát¹. Munkáját nagy figyelemmel kísérte a Magyar Geológiai Szolgálat vezetője, „*Von BOECKH*”, akit nagyon elkeserített, hogy a hegyekben szemmel is jól látható szerkezetek térképezését nem tudta kiterjeszteni a sík alföldekre. „*Von BOECKH*” ösztökélésére² ennek a századnak első éveiben EÖTVÖS megvizsgálta műszerének a földtani szerkezetekre vonatkozó érzékenységét és az eredményeket 1908-ban publikálta. Az első terepi méréseket egy befagyott tavon végezték, ahol a fenék mélységét csónakról, egy zsinórra függesztett súllyal gondosan felmérték. A tavi gradienseket nagy megbízhatósággal előre meg lehetett adni³. Ezek a kezdeti sikerek a medencealjzat térképezésének sokkal nagyra törőbb kísérleteihez vezettek és végül az I. világháború alatt sikeresen térképeztek olajtelepekhez kapcsolódó sódómkokat Németországban, Magyarországon és Csehszlovákiában⁴.

Ezeket a munkákat nagy figyelemmel követték a nemzetközi olajtársaságok. Az Anglo-Persian több műszert szerzett be és globális műveletekbe kezdett a torziós ingával. 1914-ben kísérlet történt ennek a technológiának az Egyesült Államokba való behozatalára, de a háború késleltette ezt. Érdekes módon E. W. SHAW a háború alatt publikált egy mérőföldkőnek számító cikket a Science-ben, amelyben körvonalazta a gravitáció olajkutatásra való alkalmazhatóságát. Közben azonban az új felfedezéseket, mint például a Spindletop, nagyrészt felszíni antiklinális szerkezetek, olajszivárgás vagy geológiai intuíció alapján tették. A sikertelenséget (a meddő fúrásokat) különböző okokkal magyarázták, ezek közé egy történész szerint még „száj- és körömfájásban elpusztult marhák sírja” is tartozott.

Az I. világháború befejezése után EÖTVÖS sikerének a híre gyorsan eljutott az Egyesült Államokba és 1922-re már a Shell és az Amerada is importált Eötvös-ingákat. Ennek az évnak a vége felé a Spindletopon keresztül végzett kísérleti kutatás igazolta, hogy a műszer ki tudta volna mu-

tatni a szerkezetet. A torziós ingával az első felfedezést az Amerada érte el 1924-ben, mégpedig a Nash Dome-ot. A térkép a dóm közepe felé mutató nyilak által alkotott, szemet gyönyörködtetően egyszerű kör volt. A geofizikai kutatási ipar megszületett az Egyesült Államokban.

A sikerek hosszú sorozata következett és majdnem azonnal megjelentek a szerződéses munkát vállalók is. Egy ideig a torziós ingának nem volt versenytársa az olaj- és gázkutatásban. A következő hozzávetőleg tíz évben majdnem egy milliárd barrel olaj és legalább 79 produktív szerkezet felfedezése tulajdonítható ezen műszer alkalmazásának.

A műszerek általában 2 m magasak voltak és a külső hatásoktól egy összecsukható garázsra emlékeztető építménnyel vagy egy nagy sátorral védték. A legfejlettebb műszereknek 20 perc kellett egy-egy leolvasáshoz, a korábbi változatok több órájához képest ez jelentős javulás volt. Sajnos, a torziós inga mérés helye körül szintezni kellett nyolc irányban, gyakran egészen 100 m-ig. Ez nyilvánvalóan sok időt vett igénybe és a növényzettel borított területeken megmaradó, csillag alakú pusztítást semmiféle mai környezeti előírás sem engedélyezné. A közeli terephatás figyelembevételéhez szükséges szintezés és a védő építmény felállítása azt jelentette, hogy minden egyes mérés több óráig tartott. A műszer nagyon érzékeny volt közeli hatásokra, mint amilyent az észlelő övcsatja vagy a zsebében lévő fémtárgyak okoztak(!), ugyanígy a régi pincék és a légvezetékek is zavartak⁵. Mindezen nehézségek ellenére a mérések minősége még a mai követelmények szerint is kiváló volt (a felbontóképesség nagyjából 1 eötvös volt).

A gradiometria értelmezési eszközei lassan fejlődtek. A sódómkok és a tetejükön lévő közetsapka azonosítása kezdetben megdöbbentően egyszerű volt — az adatok alapján szerkesztett nyilak a sódóm felé mutattak. Ezeket a nyilakat azonban nehéz volt értelmezni bonyolultabb szerkezetek felett. Azoknak az irodalomban megjelenő érveknek ellenére, melyek szerint az összes mért gradiens adatot felhasználó értelmezési eljárást és megjelenítést kellene kifejleszteni, a méréseket egyre inkább gravitációs térképekké integrálták. Az értelmezési eljárások kidolgozásának hiánya vezethetett a gradiometria háttérbe szorulásához⁶.

A 20-as évek vége felé megjelent a színen a refrakciós szeizmika. Ezt követte nem sokkal később a reflexiós szeizmika. Érdekes módon a gravitáció és szeizmika feltételezett szerepe ugyanaz volt, mint ma, a gravitációt ajánlották az áttekintő, a szeizmikát a részletes kutatásra. Ez a felelősségmegosztás éppoly vitatható volt akkor, mint ahogy ma is az.

1930 meghozta a nagy gazdasági válságot és az ingás graviméterek első terepi alkalmazását is. Bár kényelmetlen volt a használata és nem is volt nagyon pontos, az ingás graviméter sokkal gyorsabb volt, mint a torziós inga és olyan mennyiségeket adott eredményül, amelyeket a geológusok könnyebben tudtak értelmezni. Folytatódott az a tendencia, hogy a gravitációs gradiens értékeket

¹ Eötvös nem szabadalmaztatta műszerét. 1886-ban kezdett gravitációs vizsgálatokkal foglalkozni, 1888-ban tartotta első beszámolóját a Magyar Tudományos Akadémia III. Osztályának ülésén.

² Eötvös 1906-ban publikálta az első földtani szelvényt. Böck Hugó ekkor legjobb tudásunk szerint a Pénzügyminisztériumban volt a bányászati ügyek referense, ekkor Magyar Geológiai Szolgálat még nem is létezett. Eötvös ösztökélését csak 1909-ben, a kissármási földgáz megtalálása után kezdte, de igazán csak az 1916-os egbelli méréseket köszönhetjük neki.

³ Mindez valószínűleg csak a szerző fantáziájának terméke, semmiféle erre utaló adat nincsen. A történet kitalálásának az lehet a magyarázata, hogy a Balatont nagyon mélynek képzelik.

⁴ Az egbelli mérések előtti időkből ilyesmiről nincs tudásunk.

⁵ Nyilvánvalóan mágneses hatásról van szó. A magyar gyártmányú ingáknál ezzel nem kellett foglalkozni, mivel gondosan megválogatott, mágnesmentes anyagból készültek (főleg a lengő szerkezet).

⁶ Az értelmezési eljárások ki voltak dolgozva, csak jóval komplikáltabbak, mint a Δg anomáliák értelmezése.

integrálták annak érdekében, hogy a graviméter-mérésekkel közvetlenül összehasonlítható eredményeket kapjanak. Végül a 30-as évek közepén megjelentek az első korszerű, asztatikus, rugós graviméterek. Ezek sokkal kisebbek és pontosabbak voltak, mint az ingás graviméterek, sokkal gyorsabbak és a közeli terephatásra sokkal kevésbé érzékenyek, mint a torziós inga. Ezen utóbbi tulajdonság az új műszereket olyan területeken is használhatóvá tette, ahol a torziós inga csak használhatatlan eredményeket adott⁷. Az új műszerek gyorsan kiszorították a torziós ingát az Egyesült Államok olajkutató-szaból és azoknak a tiltakozása ellenére, akik azt állították, hogy az új műszernek „kisebb a felbontóképessége”, a torziós inga 1940-re már múzeumi tárgyá vált az Egye-

⁷ Nem egészen igaz, de a terephatásra valóban nagyon érzékeny az inga. A korrekció számítása bonyolult.

sült Államokban, bár Kelet-Európában használata sokkal tovább fennmaradt.

A gradiens mérések használata azonban sohasem tűnt el egészen. Az 50-es és 60-as években vállalkozó szellemű geofizikusok számos kísérletet végeztek, többnyire vertikális gradiométerekkel, amelyeket párba állított graviméter mérésekből mesterségesen állítottak elő. Ezeknek a kísérleteknek a célja ércutatási vagy geotechnikai felhasználás volt. Végül a 60-as évek végén jött az a felismerés, hogy a gradiométereknek nagy lehetőségei vannak a mozgás közben végzett mérésekben, mivel ezeknél nincs hatása a függőleges hullámnak és nincs Eötvös-hatás sem, ezzel megkezdődött a gradiométerek modern korszaka. Ma az értelmezési eszközök kidolgozása a gradiometriai adatok számára a gradiometria új korszakának kihívása.

Verő László

EÖTVÖS-MEGEMLEKEZÉS A JÓZSEFVÁROSBAN

Június 3-án a Józsefvárosi Galériában a Józsefváros Kulturális Központ rendezésében nyugdíjas ELGI-s kollégánk, NÉMETH Lajos helytörténész háromnegyedórás megemlékezést tartott EÖTVÖS Loránd születésének 150. évfordulója alkalmából.

A megemlékezésre az adott okot, hogy EÖTVÖS Loránd is józsefvárosi polgár volt abban az értelemben, hogy 1886-tól a józsefvárosi Eszterházy u. 5–7-ben (ma Puskin u.) lakott az Egyetem — általa tervezett — Fizikai Intézetének emeleti professzori lakásában, egészen haláláig. Itt dolgozott, tanított, végezte kísérleteit is.

Az előadásban elsősorban EÖTVÖS magánéletén és közéleti szereplésén volt a hangsúly. Versírási képességeire példaként felolvasásra került „Anyámhoz” írt kedves verse, még a gimnáziumi évekből. Majd heidelbergi és königsbergi egyetemi éveiről, a tiroli és svájci hegyekben végzett hegymászó útjairól mesélt az előadó. Beszélt a magyarországi turista mozgalomban végzett vezető szerepéről, a máig kitűnő fényképfelvételekről és a lovaglás

szerepéről. Szó volt egyetemi tanári kinevezésétől a Tudományos Akadémia rendes tagságáig, majd annak 16 éven át tartó elnökségéig. Pár hónapos kultuszminiszteri időszakát és akkor végzett tevékenységét is ismertette, egyéb közéleti szerepléseivel együtt.

Természetesen beszélt az előadó EÖTVÖS Loránd tudományos tevékenységéről is — a kapillaritásról, a gravitációóról és a mágnesség terén végzett tanulmányairól és eredményeiről egyaránt. Ismertette az Eötvös-törvényt, beszélt az „eötvös”-ről mint fizikai egységről és az Eötvös-effektusról. Beszélt a torziós ingáról (Eötvös-inga), annak szerepéről az akkori nyersanyagkutatásban, és azokról a mérésekről, amelyeket a szentlőrinci ház kertjétől a Ság-hegyen és a Balaton jegén át Erdélyig végzett.

Előadása befejezésekképpen NÉMETH Lajos megemlégette, hogy EÖTVÖS Loránd sírja szintén a Józsefvárosban van, a Kerepesi temetőben.

Mészárosné Jellinek Beáta

SZAKMAI ÉS ÉLMÉNYBESZÁMOLÓ A 14. ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓS WORKSHOP-RÓL

Sinaia, 1998. augusztus 16-22.

Két évvel ezelőtt talán még a pályázó román kollégákat is váratlanul érte a döntés, hogy — más, országos támogatást élvező jelentkező hiányában — ők lettek az 1998. évi EM indukciós workshop rendezői. A főszervező Dumitru STANICĂ-nak nem volt könnyű dolga: a külföldiekkel szemben maximális haszonszerzésre törekvő általános állapotok közepette kellett az ideérkező több mint kétszáz résztvevő számára egy héten át szolid, nyugodt körülményeket biztosítani.

Az előkészítő munkálatokat a rendezvénysorozat gondozója, az IAGA I.2 (elektromágneses indukciós) munkacsoport bizottsága (amelynek elnöke Alan G. JONES, alnöke a francia Pascal TARITS, a közép-európai régió képviselője SZARKA László) két éven át folyamatosan figyelemmel kísérte. S hogy mi volt a feladatunk? Egyetlen példa: hosszú huzavona után sikerült elérni, hogy a

konferenciát ne a 100 dollár fölötti szobaárú és a Siania-tól hermetikusan elzárt Holiday Inn-ben, hanem a városka középpontjában rendezzék meg, ahol minden résztvevő megtalálhatja a saját anyagi lehetőségeinek megfelelő szolgáltatásokat.

Ezeken a két évenkénti összejöveteleken (az angol „workshop”-nak talán a „műhelykonferencia” vagy „munka-konferencia” lenne a találkozó kötetlen és egymást ösztönző légkörét legjobban kifejező fordítása) rendszerint megjelenik az elektromágneses indukciós geofizika színe-java. Így történt ezúttal is. Különösen öröndetes volt, hogy Oroszországból és Ukrajnából 18 kolléga vehetett részt a rendezvényen BERDICHEVSKY és VANYAN professzoroktól egészen a legtehetségesebb diákokig. Magyarországot ezúttal hat fő: ÁDÁM Antal, SZARKA László és Wilhelm

STIEFELHAGEN (GGKI, Sopron), PETHŐ Gábor (ME, Miskolc), valamint VARGA Géza és MADARASI András (ELGI, Budapest) képviselte.

A munka tíz szekcióban folyt:

1. Környezetvédelmi és mérnöki alkalmazások;
2. EM és DC mérések kombinációja a felsőkéregkutatásban;
3. A szeizmikus és vulkáni tevékenységek elektromos és mágneses megfigyelése;
4. A kontinentális alsókéreg vizsgálata;
5. Földköpeny- és globális vizsgálatok laboratóriumi, illetve műholdas megfigyelések alapján;
6. Torzító és diszperziós hatások;
7. Litoszféra-asztenoszféra kölcsönhatások kontinensek, óceánok és szegélyterületeik alatt;
8. Előrehaladás a 3D modellezésben és inverzióban;
9. Lokális és regionális elektromágneses vizsgálatok;
10. Egyéb kutatások.

A szekciók egy részét 30 perces összefoglaló előadás vezette be, majd szokatlanul rövid (8+2 perces) előadások sora következett, hogy a délutánt teljes egészében a poszterek megtekintésére lehessen fordítani. Örömmel vállalt, de fárasztó napok voltak ezek. Aki egyetlen alkalmat is kihagyott, az az aznap kiállított poszterekről mindörökre lemaradt, mert valamiféle homályos ok (talán a poszter állványokkal, talán a terembérrel való túlzott takarékoskodás) miatt az anyagok csak 24 órát maradhattak kinn.

A munkanapokat — a hosszú évek alatt kialakított forma szerint — a délelőtt hallottakról és a délután látottakról folytatott vita („panel discussion”) zárta.

A legtöbb újdonságot megítélésem szerint főként az 5., a 6. és a 8. szekció hozta, de a különböző területi mérési eredmények között is számos figyelemre méltó akadt. Íme néhány érdekesebb eredmény:

— Egy bayreuthi laboratóriumi vizsgálat szerint kb. 410 km mélyen mintegy két nagyságrendet átfogó, hirtelen vezetőképeség-növekedésnek kell lennie, ami az olivin fázisváltozásából ered;

— A tenzor-dekompozíciós eljárásoknak, mint néhány éve még univerzálisnak hitt értelmezési eszköznek az ideje — úgy tűnik — lejárt. Tanulságként megmaradt, hogy minden módszert csak lehetőségeik, korlátjaik messzemenő figyelembevételével szabad használni;

— A modellezés és inverzió mellett előtérbe került a háromdimenziós leképezés, különösképpen az impedancia tenzorban rejlő teljes információtartalom tömör megjelenítésének igénye és erőteljesen folyik a legmegfelelőbb fizikai paraméter keresése;

— A területi mérések terén elsősorban az „anizotrópia kontra inhomogenitás” vita (illetőleg a kérdés eldönthetősége a Hz alapján) kelt nem múló hullámokat. (Kár, hogy a világ fejletlen részein végzett kutatómunka dicsőségét is a „nagyhatalmak” aratják le.)

Figyelemre méltó, hogy az eddigi workshop-ok sorában az 1976-os soproni valóban kiemelkedőnek tűnik. Ennek igazolásához érdemes elővenni az Acta G. G. M. Acad. Sci. Hung. 1977-es számaiban közölt konferencia-cikkeket. (Reggelizés közben hallottam, hogy többek között a static shift néven ismertté vált jelenségről is a magyar folyóiratban jelent meg nyugati szerző tollából az első cikk.)

Magyarországról három szóbeli (ÁDÁM A.: *A Groom-Baily dekompozíció hatása a magnetotellurikus mély-*

szondázásokra a magyar Nagyalföldön; PETHŐ G., FICSOR L.: *Elnyúlt felszínközeli vezetőképeség-inhomogenitások torzító hatása a CSAMT mérésekre*; SZARKA L., MENVIELLE M.: *Kulcslyuk-leképezés*) és egy poszter előadás (ÁDÁM A.: *A dunántúli grafitos vezető tektonikus szerkezete*) szerepelt. Saját szereplésünket ítélik meg mások, de azzal bizonyára eldicsekedhetünk, hogy a legnagyobb közönségikert a magyar–finn kamarakórus szereplése (ÁDÁM et al.: *Az a szép, az a szép...*) aratta a kaszinóban tartott záró fogadáson.

A tudományos napok látszólagos egyhangúságát szerdán egy egész napos Drakula-kirándulás volt hivatott megtörni. (A magyar résztvevők a hivatalos program helyett inkább a Székelyföldet választották.) A Töröcsvárban (Bran) szerzett history fiction tapasztalatok — fölöttébb érdekes, ám logikus módon — sokak kíváncsiságát felkeltették az igazi Transylvania iránt. Erdélyt — noha karnyújtásnyira voltunk tőle — a konferencia keretében csak azoknak volt módjuk megpillantani, akik befizettek a konferenciát követő kirándulásra, vagy akik szerdán vagy vasárnap velünk jöttek autós kiruccanásainkra (mint Andreas JUNGE, Ivan VARENCOV, Marion JEGEN). A valóságos, de viharos múltra a sinaiai kaszinó szomszédságában az 1916-os román–német–magyar hősi temető emlékeztetett. (Megnagyító érzés töltött el, amikor a magyar emlékoszlophoz augusztus 18-án elhelyezett virágcsokrot még elutazásunk előtt is a helyén láttuk.)



A workshopra visszatérve: a házigazdák, különösen a STANICA házaspár igyekezete összességében jó körülményeket teremtett, amit az indukciós közösség a szombati záró szekcióülés után vastappsal hálált meg.

A konferencia előadásainak összefoglalóit és a review előadások anyagát (Nils OLSEN: *Using satellite data for induction studies*, Bülent TEZKAN: *Environmental and engineering applications of EM techniques*, T. HARI-NARAYANA: *Combination of EM and DC measurements for upper crustal studies*, Fiona SIMPSON: *Stress and seismicity in the lower continental crust: a challenge to simple ductility and implications for electrical conductivity mechanisms*, Graham HEINSON: *Lithosphere-asthenosphere in-*

teractions) tartalmazó kötetet kérésre bármelyik magyar résztvevő szívesen kölcsönadja.

Némi meglepetésre az Egyesült Államok ismét alulmaradt a rendezésért folyó versengésben, így a legközelebbi (2000 augusztusában tartandó) munkakonferencia helyszíne a brazil Cabo Frio lesz. Az elektromágneses indukciós munkacsoport híreiről addig is az MTNET elektronikus újságból lehet tudomást szerezni. A címlistára feliratkozni egy, a majordomo@cg.nrcan.gc.ca címre küldött elektronikus levéllel lehet. A levél szövege mindössze ennyi legyen: SUBSCRIBE MTNET.

Szarka László

A NÉMET GEOFIZIKUSOK TÁRSASÁGÁNAK 58. KONFERENCIÁJA

Göttingen, 1998. március 30 – április 4.

A DGG ez évi konferenciáját az ősi egyetemi város, Göttingen látta vendégül. Nem szokványos rendezvény részesei lehettek az idelátogatók, hiszen az Extraterresztrikus Kutatási Munkaközösség (AEF) tavaszi ülés-szaka is „teljesen véletlenül” ugyanerre az időre és helyre esett. Rendhagyó volt a kezdet is — mindenestre számomra —, mert JACOBS elnök úr megnyitó szavait előkészítő hangulatról, a „musical intermezzo”-ról egy helybéli jazz-együttes gondoskodott — igen jól.

Hagyományosnak nevezhető volt azonban az utóbbi években szokássá vált kiemelt, súlyponti témák sorozata, amelyek között Göttingenben a *Föld mélyszerkezete és dinamikája*, a *földmágnesség*, és a *Nap- és bolygórendszer* szerepeltek. Továbbá az is hagyomány, hogy az előzőektől függetlenül minden témakörből gyakorlatilag minden előadás/poszter bejelentkezést elfogadnak, amelyeket az idén tizenhat szakmai csoportba osztottak be a szervezők, és amelyeket hét párhuzamos szekcióban lehetett előadni, valamint a nyolcadik poszter szekcióban bemutatni. A kiemelt témákhoz kapcsolódó, a délelőtti és délutáni programot bevezető plenáris előadásokra neves — elsősorban külföldi — kutatókat kértek fel, összesen kilencet. A konferencia rendszerint a laikus helybéli nagyközönség számára is kínál programot. A geofizika népszerűsítését (is) szolgáló nyilvános előadás keretében (kezdés este nyolc órakor) könnyen érthető, gazdagon illusztrált formában nyerhetnek betekintést az érdeklődők a geofizika egy-egy tudományterületére. Göttingenben a házigazda CHRISTENSEN professzor idegenvezetésével lépkedhettünk VERNE nyomdokain az *Utazás a Föld középpontjába* című „kiránduláson”.

A konferencia ideje alatt — annak szerves részeként — egész napos tanfolyamon (DGG-Kolloquium) is részt vehettek az érdeklődők. Az idén „Alkalmazott geotermika” címmel hallgathattak meg hét egyórás előadást azok, akik az 5 (öt) márkás részvételi díjat kifizették. A DGG Közlemények különszáma, amely a geotermikus és napenergia kinyerési és felhasználási lehetőségeiről, gazdaságosságáról szóló előadások lényegét tartalmazza, Egyesületünk Titkárságán megtekinthető, az előadások, ill. poszterek kivonatát tartalmazó könyvvel együtt.

Az idei „Tagung”-on a mellékelt táblázatban szereplő tématerületekről hangzottak el előadások, állítottak ki posztereket a „szokásos statisztika” szerint betűrendben.

Az összefoglaló rövidítések:

- (E1): Föld a világúrból; Atmoszférák ionoszférák; Magnetoszférák plazmák; Anyagok mikrogravitációs térben; Általános alapok.
- (E2): Nap és helioszféra; Részecskék, kvantumok; Élet és életlehetőségek a Földön kívül.
- (E3): Gáz, por és kistestek.

Az előadások ugyan zömmel németül hangzottak el, mégis nemzetközi volt a konferencia. A DGG-hez tartozó 369 előadás/poszter szerzői, illetve társszerzői a vendéglátókon kívül 26 különböző országot képviseltek, és nevük-höz 70 dolgozat (19%) kapcsolódik. A korábbi hagyományoktól eltérően az idén csupán egy magyarországi volt közzöttük.

TEMATERÜLET	Előadás	Poszter
Alkalmazott szeizmika (AS)	22	9
Bolygó- és naprendszer (PS)	20	5
Elektromágnesség (EM)	22	8
Föld mélyszerkezete és dinamikája (SD)	16	4
Földmágnesség (MA)	30	5
Geodinamika, gravitáció (GG)	22	5
Kőzetfizika, mélyfűrészi geofizika (BP)	22	11
Kőzetmágnesség (GM)	9	
Mérnök- és környezetgeofizika (IU)	34	27
Szeizmológia (SO)	34	9
Tengeri geofizika (MG)	26	17
Vulkanizmus (VS)	9	3
Összesen (DGG)	266	103
Általános geofizika I. (E1)	38	9
Általános geofizika II. (E2)	41	
Általános geofizika III. (E3)	9	
Összesen (AEF)	88	9
MINDÖSSZESEN	354	112

A konferenciáról beszámolót készítőknél sokszor gondot okoz a szakmai program lehetőleg objektív összefoglaló bemutatása. Ezért ahelyett, hogy önkényesen kiemelnék valamely „klasszikus földi” geofizikai kutatási területet, inkább a kurióznak számító Mars-kutatásról szóló beszámolót említem szívesen. KELLER úr egyórás *Path-*

finder, the first step of the Mars Exploration Programme c. plenáris előadásában áttekintést adott a nagy sikerrel zárult projekt tudományos eredményeiről. A nagy érdeklődéssel kísért beszámolóban a technikai részletek mellett megismerkedhettünk többek között a Mars-járó által végzett kőzetvizsgálatok eredményeivel: a bazalthoz, andezithez hasonló kőzet jóval összetettebb genezisre utal, mint azt korábban gondolták, vagy a Mars-légkör összetételének vizsgálati eredményeivel, amelyre a marsi napfelkelte színképelemzéséből következtettek. A kiállításon több, a napkutatóhoz használt üreszközt is megtekinthetett az érdeklődő.

Mielőtt a kiállításra kalauzsolnám az olvasót, azt még el kell mondanom, hogy az előadások/poszterek színvonala mind a tartalmat, mind a kivitel tekintve általában igényes (EAGE-normával mért) volt. Azonban bizony akadtak vitatható, érthetetlen és láthatatlan „prezentációk” is. Amennyiben viszont az előadó időt hagyott rá, majdnem mindig voltak kérdések, illetve vita. Az előadásokat „EAGE-módszerrel” értékelik. A legjobb előadásokért és poszterekért az ifjú előadók a következő évi konferencia megnyitóján díjakat vehetnek át e minősítések alapján (ott nincs Ifjúsági Ankét). Ugyancsak a megnyitón nyújtják át a Társaság legmagasabb kitüntetését, az „Emil-Wiechert-Medaille”-t. Az idén ezt BUSSE és RÄDLER bayreuth-i professzorok kapták megosztva, földmágneses kutatásaikért (a Társaság történetében 13.-ként).

A kiállításon húsz cég vett részt — többnyire a kisebbek, a mérnöki irodák és kereskedők. A multik ide nem jöttek el. Minden alkalmazott geofizikai módszerhez találhattunk itt sekélykutatásra alkalmas kisműszert. (Bár nem tudom, hogy pl. a táska méretű BISON 20/20 Vision, vagy a SUMMIT nevezhető-e még „kicsinek”), de láthattunk „önjáró szondát” is ferdített fúrások szelvényezésére. És vásárolhattunk volna töredék áron használt LaCoste & Romberg gravimétert is, ha lett volna behozatali engedélyünk.

A beszámolómban idáig jutva talán sikerült a kedves Olvasónak e rendezvényről egy áttekintő képet felvillan-

tanom. A konferencia tématerületeit és a bejelentett dolgozatok megoszlását mutató táblázatot tanulmányozva talán hű keresztmetszetet kaphatunk a németországi geofizikai tudományos kutatás keresztmetszetéről. Észrevehetjük, hogy a közvetlen ipari célú, „profitot termelő” geofizika csak szerényen képviseltette magát, ami csak részben írható a kiemelt témák és a Prakla Seismos „kiesése” számlájára. A hangsúlyok helyét az is jelzi, hogy a DGG-konferenciáknak a Társaság 75 éves történetében eddig kizárólag geofizikát (is) oktató tanszéket, vagy intézetet befogadó egyetem (27 van belőlük!) adott helyet a célra nagyon megfelelő előadóközpontjainak „jutányos” rendelkezésre bocsátásával. A részvételi díjak is „egyetemi színvonalúak” (rendes tag: 85 DM, ifjú tag: 25 DM), ezért az egyetemi ifjúság igen nagy számban képes megjelenni és előadást tartani (utazási támogatást is kapnak), és ebből következően, természetesen, az egész rendezvényt célszerűség és takarékoság jellemzi. Ekkor tartják az évi rendes közgyűlésüket és a munkacsoport-(szakosztály-)értekezleteket is.

A keretprogramok természetesen elmaradhatatlanok. A konferenciát követően három kiránduláson is részt lehetett venni külön díj fejében. A „könnyedebb” társasági programok a rendezvény kezdetére „torlódtak”: vasárnap este üdvözlés a „Ratskeller”-ben, majd hétfő este az „icebreaker party”-n lehetett folytatni. Ezt követően aztán minden este fakultatív, ámde spontán „munka-party”-kra került sor a kicsiny óváros számtalan helyszínén relatív inkognitóban, badge nélkül. Tanú rá a „Gänseliesel”, a legtöbb csókkal (végzős egyetemi hallgatóktól) illetett libapásztorleány, „aki” az ősi egyetemi város, Göttingen főterén álló szoborként a város jelképe.

A következő konferenciának Braunschweig lesz a házigazdája a „*mühldgeofizika*” kiemelt témával. 2000-ben Münchenben találkoznak a német geofizikusok, ahol a súlypontot a *mérnökgeofizikára és geotechnikára* tervezik helyezni. Remélhetően ezeken már több magyar résztvevő lesz.

Ormos Tamás

A NÉMET GEOFIZIKUSOK TÁRSASÁGÁNAK (DGG) KÖZGYŰLÉSE

Göttingen, 1998. április 2.

A Német Geofizikusok Társasága — hagyományaiak szerint — a DGG-konferencia idején tartja évi egyszerű közgyűlését. A közgyűlésen két minőségben vettem részt: egyrészt a Magyar Geofizikusok Egyesületét képviseltem, másrészt pedig a Társaság rendes tagja vagyok. Az MGE Elnökségétől azt a megbízást kaptam, hogy próbáljam megkeresni azokat a pontokat, amelyek a magyar és német egyesületek tevékenységében közösek vagy hasonlóak és erre alapozva egy esetleges együttműködés kialakításáról tárgyalásokat folytassak, majd javaslatokat tegyek. A DGG elnökével, JACOBS úrral folytatott megbeszéléseim eredményéről, amelyet a közgyűlésnek bejelentett és amelyet a közgyűlésnek (tapssal) fogadta, az MGE közgyűlésére küldött „gyorsjelentésben” már beszámoltam. Ennek értelmében a DGG érdekelt egy kölcsönösen hasznos együttműködés kialakításában. Első lépésként egy, az egyesületeket bemutató részletesebb kölcsönös tájékozta-

tás megjelentetésére tettünk javaslatot a *Magyar Geofizikának* és a *DGG Mitteilungen*ek. Továbbá megállapodtunk abban is, hogy egymás rendezvényeiről — a protokollárison túl — időben tájékoztatjuk egymást, hogy érdeklődés esetén azon kölcsönösen részt vehessünk. Végezetül a szakmai kapcsolattartást elsősorban a német munkacsoportok és a magyar szakosztályok, illetve a bizottságok szintjén látják megvalósíthatónak, mivel a DGG-ben ezekben a körökben folyik az érdemi szakmai munka. A szándék tehát mindkét részről megvan, a tartalommal való kitöltés rajtunk múlik, aminek sikerében a hosszú évekre visszatekintő széleskörű kétoldalú kapcsolatok ismeretében nem kételkedem.

Vállalt feladatom részeként a következőkben egy bővebb bemutatót nyújtok át az Olvasónak a Német Geofizikusok Társaságáról. Az összeállítás magját a Társaságról szóló rövid ismertető fordítása adja, amelyet kiegészítettem

a Társaság fennállásának 75 éves jubileumára (1997) kiadott kötetben és a DGG Közleményekben megjelent, az 1997-es évről szóló elnökségi beszámolóban leírtakkal.

A Társaság célja

A Társaság célja a geofizikai ismeretek bővítése és terjesztése a kutatásban, oktatásban és alkalmazásban:

- a DGG a geofizikai ismeretek terjesztésének platformját adja,
- képviseli a geofizika tudományos érdekeit nemzeti és nemzetközi szervezetekben,
- erősíti a geofizikusok közti együttműködést és támogatja az interdiszciplinális kapcsolatokat.

A Társaságot Emil WIECHERT kezdeményezésére 1922-ben Lipcsében alapították Német Szeizmológiai Társaság néven. Mai nevét 1924. évi konferenciájukon Innsbruckban nyerte el: Deutsche Geophysikalische Gesellschaft e.V. DGG (Német Geofizikai Társaság, bejegyzett Egyesület).

A DGG a Német Fizikusok Társaságával, a Német Meteorológusok Társaságával és az Asztronómiai Társasággal szövetségben áll, a kettős tagságot a tagdíjak mértékének megállapításánál honorálják. A megnevezett társaságokkal együtt az „Extraterresztrikus Kutatások Munkaközössége” (Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Forschung, AEF) munkájában vesz részt.

Az EAGE-vel elnökségi szinten állnak szövetségben. A DGG alapító tagja és támogatója az Alfred Wegener Alapítványnak, és a Geodéziai-geofizika Nemzeti Bizottságnak. A DGG céljainak megvalósításában szorosan együttműködik az 1964-ben alapított „Földfizikai Tudományos Kollégium”-mal, a geofizikai intézetek vezető reprezentánsainak szövetségével.

Tevékenységek

A Német Geofizikusok Társasága

- évente egy tudományos konferenciát rendez. Ez a konferencia a geofizika bármely területén született eredmények bemutatásának fóruma. Az aktuális kutatási témák közül súlypontiakat emelnek ki, amelyek jelenleg mindenekelőtt a földrengéskutatás, a mélykutatást szolgáló EUROPROBE és a DEKORP projektek, a nagy nemzetközi fúrás projektek, mint az ODP (Ocean Drilling Project) és a ICDP (International Continental Drilling Project), környezetgeofizikai kérdések, valamint a világlég- és klímakutatás. Az aktuális tématerületre plenáris előadások adnak bevezetést.
- kiadja a Royal Astronomical Society-vel és az European Geophysical Society-vel közösen a *Geophysical Journal International* tudományos folyóiratot. Az évi konferenciához kapcsolódóan megrendezi a „DGG-Kolloquium” továbbképzést az alkalmazott geofizika egy központi témájában,
- „Neustadt-Seminare” név alatt a geofizika valamennyi területét érintő témakörökben továbbképzéseket támogat,
- a Német Kutatási Közösségnek (DFG) szakértőket, bírálókat javasol, és képviselőket küld nemzeti és nemzetközi szakmai bizottságokba,

- kitüntetések, ill. díjakat adományoz, mint az „Emil-Wiechert-Medaille”-t kiemelkedő szakmai munkásságért, és jutalmazza a fiatal egyetemi hallgatók és kutatók DGG konferenciákon elhangzott, kiemelkedően jó előadásait,
- negyedévenként megjelenteti a „DGG Közlemények”-et a Társaságban történekről szóló információkkal, és bemutatja a geofizika területén tapasztalható fejlődést,
- támogatja az alábbi DGG-munkacsoportok működését:
 - A geofizika története
 - Alkalmazott geofizika
 - Elektromágneses mélykutatás
 - A Föld belsejének dinamikája
 - Geotermika
 - Digitális szeizmológia
 - Hidro-geofizika
 - Felsőoktatási kérdések,
- ajánlatokat fogalmaz meg a geofizikus képzésre vonatkozóan,
- támogatja az ifjú kutatók konferencián való részvételét,
- megküldi tagjainak a németajkú egyetemek geofizika előadásainak, gyakorlatainak, szemináriumainak listáját,
- tárgyalópartner a „Földfizikai Tudományos Kollégiummal” együtt a geofizikát érintő valamennyi tudományos és tudáspolitikai kérdésben.

A Társaság jogállása és vezetése

A Német Geofizikusok Társasága bejegyzett egyesület. A Társaságot közhasznúnak ismerték el.

Az ügyvezető elnökség az alábbi tagokból áll: elnök, elnökhelyettes (rég elnök), megválasztott elnök (újjonnan választott elnök), kincstárnok, jegyző (nálunk a titkár — O. T.). A teljes elnökségben a fentiekén kívül még 10 választott képviselő is helyet foglal.

Valamennyi elnökségi ülésen állandó meghívottként részt vesz a „Földfizikai Tudományos Kollégium” elnöke, a „Német Fizikai Társulat” elnöke, a „Német Meteorológiai Társaság” elnöke, a „DGG Közlemények” kiadója, a munkacsoportok elnökei.

A geofizika területén előálló speciális problémák megoldására a Társaság bizottságokat hoz létre.

A Társaság nem rendelkezik állandó székhellyel és irodákkal. (A DGG titkársága a mindenkor i jegyző munkahelyével azonos — O. T.).

A DGG tagjai

A DGG minden természetes személyt és intézményt sorai közé fogad állampolgárságtól és lakóhelytől függetlenül, aki a Társaság céljait támogatja. Jelenleg körülbelül 950 tagja van 35 országból (Köztük 4 fő magyar — O.T.). A jogi tagok száma 38.

A tagok az alábbiakat kapják:

- a „Geophysical Journal International” folyóiratot kedvezményes áron, évi 12 számmal (megemelt tagdíj esetén — O.T.),
- a „DGG-Közlemények”-et aktuális információkkal a geofizika területéről,
- meghívást a Társaság éves tudományos konferenciájára csökkentett részvételi díj mellett,
- a „Geofizika története” munkacsoport közleményeit,

- a geofizikát érintő széleskörű információszolgáltatást a titkárságon keresztül,
- információkat, illetve meghívást a Társaság által szervezett valamennyi továbbképzésre, workshop-ra. (Majd minden munkacsoport szervez ilyen több-kevesebb rendszerességgel. Például: környezetgeofizika Neustadtban, elektromágneses mélykutatás Neustadtban, radar-workshop Karlsruheban, nagyfelbontású geoelektrika szeminárium Buchában, mélyszeizmikus tomográfia Burg Ludwigsteinben — O.T.).

Tagdíjak

Az alábbi tagdíjakat állapította meg az idei közgyűlés:	
Rendes tag folyóirattal (GJI)	200 DM
Rendes tag folyóirat nélkül	80 DM
Ifjúsági tagdíj folyóirattal	70 DM

Ifjúsági tagdíj folyóirat nélkül	60 DM
Nyugdíjasok, munkanélküliek folyóirat nélkül	30 DM
(A keleti tartományok geofizikusai mintegy 12%-al kevesebbet fizetnek.)	

Kitüntetések

A DGG legmagasabb kitüntetését, az „Emil-Wiechert-Medaille”-t 1955-ben Münchenben alapították. Azok a személyiségek kapják, akik kutatóként kiemelkedő teljesítményeket mutattak fel a geofizika területén. Eddig 15 érmet osztottak ki neves német és külföldi tudósoknak.

A Társaság kiemelkedő tagtársainak megbecsülését „Tiszteleti tagság”-gal fejezi ki. 1929-től 1993-ig 22 német geofizikus viseli e megtisztelő címet.

Ormos Tamás

EÖTVÖS LORÁND A SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS 68. KONGRESSZUSÁN

New Orleans, 1998. szeptember 14–18.

Ebben az évben New Orleans adott otthont a résztvevők és kiállítók számát tekintve minden eddigi rekordot megdöntő kongresszusnak. A messzi földről érkezett résztvevő kissé elveszetteknek érzi magát a tízezernyi geofizikus, geológus, kiállító, üzletember és családtag nyüzsgésében, a kiállítócsarnokban térkép alapján próbálja megtalálni a számára érdekes cégeket és reménytelen feladatnak érzi, hogy a speciális szekció, az öt-nyolc poszter szekció, a hét-kilenc szóbeli szekció és az ezekkel egy időben a Virtuális Környezet Színházában történő munkaállomás bemutatók, azaz húsznál is több lehetőség közül kiválassza azt az egyetlenegy, amin részt tud venni. És ezzel még nincs vége a napnak. Öt óra felé ugyan befejeződnek az előadások, hat órakor bezár a kiállítás, de nem sokkal ezután már kezdődnek az egyéb események, fogadások, találkozók és valamikor a várost is meg kellene nézni, ritkán jut el az ember a Mississippri partjára. Az időjárás kellemes, 25 és 30 fok között, csak az a 95%-os páratartalom szokatlan, meg az a következmény, hogy nem az utcáról belépve valahová lesz párás a szemüveg, hanem fordítva, mikor a légkondicionált épületekből kimegyünk az utcára.

Ezek után, azt hiszem, érthető, hogy még a geofizika valamely szűkebb részterületéről is nehéz lenne áttekintést adni a kiállítás, az előadások alapján. Marad tehát egy még ennél is szűkebb szempont, a magyar vonatkozások. A kiállítók között — ez nem meglepetés — magyar intézménnyel nem találkozhattunk. Az International Showcase nevű „kiállítás a kiállításban” új lehetőségeket kínált az olajkutatás számára. Itt huszonkét ország szerepelt, mégpedig Algéria, Bulgária, Costa Rica, Dél-Afrika, Eritrea, Etiópia, India, Irán, Jordánia, Kanada, Kenya, Lengyelország, Litvánia, Mali, Namíbia, Nepál, Oroszország, Románia, Seychelles, Tanzánia, Togo és Ukrajna. Nem az én feladatom eldönteni, Magyarország beleillik-e ebbe a sorba. A nevében nem, de egyébként „magyar” CompuSeis

eltűnt, mivel összeolvadt az INPUT/OUTPUT-tal. NÉMETH Géza itt is megőrizte elnöki címét.

Rátérve a szakmai programra, az első ismerős névvel a beküldött előadások bírálóinak névsorában találkozhatunk. A hatvanál több „reviewer” egyike Tamas NÉMETH, azaz NÉMETH Tamás, aki az ELGI után a Chevront választotta munkahelyül.

Az előadók közt sem lehet sok magyar nevet találni. Nyilvánvaló a származás Jenő GAZDAG esetében, róla azonban csak annyit árul el az életrajz, hogy a Houston Advanced Research Center a munkahelye. A következő magyar név Gabor HURSAN, aki idehaza inkább HURSÁN Gáborként ismert. Két előadást is tartott. Az egyikben TAKÁCS Ernő professzor társszerzője volt és a fűrészek béléscsőveinek elektromágneses térforrásként való felhasználásáról beszélt. A másik előadás már jelenlegi munkahelyéhez kapcsolódott, egy új-mexikói geotermikus területen végzett elektromágneses mérések 3-D inverziójáról szólt. Ebben az előadásban Michael S. ZHDANOV, a University of Utah professzora volt az egyik társszerző és ezzel azt is elárultam, hol van most HURSÁN Gábor munkahelye. Lehet, hogy ZHDANOV professzor is rekordot állított fel ezen a rekorddöntő rendezvényen, tíz előadásban volt hivatalosan is társszerző és volt még három-négy, amelyben valamilyen szinten mindenképpen közreműködött, segítette tanítványait. Ezek után természetes, hogy az előadók névsorában szerepelt Erno TAKACS is, de az igazsághoz hozzátartozik, az előadás kivonatban Ernő TAKÁCS olvasható, köszönhetően a társszerző gondosságának. Találtam még egy magyarosan csengő családnevet, PINCE, de a hozzá tartozó Alaattin keresztnév eloszlatta reményeimet. Marad tehát legjobb esetben három magyar név és ez nem sok, hiszen 11 LI és WANG, valamint 10 LIU található a névsorban.

EÖTVÖS nevével nem az előadók listáján találkoztam. A denveri EDCON cég négy munkatársa — legalább az előadó megérdemli, hogy nevét is megemlítsem: John M.

BROWN — *Geological implications of increased beam sampling with the LaCoste and Romberg S-meter* címmel tartott előadást légi gravitációs mérésekről. Következtetésük az volt, hogy ha rövidebb időközönként „mintavételezik” a gravimétert és a GPS-szel meghatározott sebességeket, akkor pontosabb korrekciókat lehet végezni, kevésbé durván kell megszűrni az adatokat és a jelenlegi mintegy 9 km-es határnál rövidebb hullámhosszú gravitációs anomáliákat is lehet majd földtanilag értelmezni. Ezek közé a korrekciók közé tartozik természetesen az Eötvös-korrekció is és több ábrán vetített ki ezzel kapcsolatos eredményeket. Mindegyiken szerepelt EÖTVÖS neve, így, nem *Eotvosként*. Tudom, azt kellene természetesnek tekinteni, hogy legalább a szűkebb szakterület művelői vigyáznak ilyesmire, de annyi rossz példát látunk már.

Kimondatlanul, néha azonban kimondva is ez a kongresszus optimistán ítélte meg a geofizika jövőjét. A nyersanyagok, beleértve az olajat is, alacsony ára nem kedvelnitette el a geofizikusokat, az SEG taglétszáma túllépte a tizenötezret. A kiállítás megnyitására Rutt BRIDGES, a leköszönő elnök vidáman járt körbe a Doreen's Jazz New Orleans zenekar élén és a Marriot szálló nagy báltermében és a Mardi Gras teremben tartott fogadáson sem a dixieland vagy cajun zene bánatosabb számait játszották. Nem vették igénybe a városban állítólag még mindig élő voodoo varázslatok eszköztárát a jövő befolyásolására, bár tenyérjósok megjelentek a fogadáson. Nem a temetőt ajánlották elsősorban a látogatóknak, ahol a sírok a föld felett épültek az alacsony talajvízszint miatt, hanem a tengeri akváriumot, ahol cápák, ráják, teknősök és még ki tudja miféle halak úszkáltak egy tengeri fűrósziget kicsinyített lábazata körül, mert a nagy olajvállalatok által támogatott óriási üvegmedence tájékoztatója szerint a

tengeri élőlények éppúgy szeretik ezeket az acélszerkezeteket, mint a korallzátonyokat. Az sem zavarta túlságosan a kedélyeket, hogy a Petroleum Data Manager híradása szerint: „Amoco has won the first round in the fight with Landmark over the rights to use coherency technology.” (azaz: Az Amoco megnyerte a koherencia módszer használatának jogáért a Landmarkkal folytatott küzdelem első menetét.) Akit további részletek is érdekelnek, keresse meg a <http://www.coherence.com> című honlapot.

Ha valaki idáig elolvasta ezt a beszámolót, megérdemli, hogy befejezésül két lényegesebb dologról is értesüljön. Rutt BRIDGES — fogadásán, a rituális kézfogás közben — azt mondta, hogy Egyesületünk társult egyesületté való fogadása az SEG részéről a közeljövőben meg fog történni. Talán még ennél is fontosabb, hogy mind az ez évi kongresszus, mind visszamenőleg az 1981 óta tartott valamennyi SEG kongresszus előadás kivonatai megtalálhatók CD ROM-on az ELGI könyvtárban. Mostanáig csak az ez évit próbáltam ki. Akár a program, akár a szerző, akár kulcsszavak alapján könnyen megtalálható a keresett előadás és a kivonatban lévő ábrák számától és bonyolultságától függetlenül néhány vagy több perc alatt ki is nyomtatható. Mire ez a beszámoló megjelenik, talán már megérkezik a Geophysics CD ROM kiegészítése is, azaz a *Geophysics* és a *Leading Edge* legutóbbi két évfolyama.

1999-ben Houston lesz a konferencia helyszíne. A jelszó mindig kapcsolódik a városhoz, New Orleansben az *Unmask the Depth* nyilvánvalóan a *Mardi Gras*, azaz húshagyó kedd álarcos farsangi felvonulására utalt. A houstoni jelszó: *Fortune favors the bold*, azaz bátraké a szerencse (vigyázat, *bold* és nem *bold!*), mert ez a város bátor innovációjáról híres, amellyel már a 21. század problémáinak megoldásán dolgoznak.

Verő László

GLOBÁLIS VILLÁMHŐMÉRŐ

(Nemzetközi tanácskozás a Magyar Tudományos Akadémia soproni Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetében)

A Föld a kerületével összehasonlítható hullámhosszon rezonancia-testként viselkedik. Ilyen méretű elektromágneses hullámok bőséges forrása a világvízparttevékenység, amely a leírójáról elnevezett Schumann-rezonancia jelenség életbentartója. Már a 60-as években folytak kísérletek e jelenség vizsgálatára a Nagycenk melletti Geofizikai Observatóriumban BENCZE Pál professzor és ÁDÁM Antal akadémikus akkori munkásságának köszönhetően. Részben a számítástechnika óriási fejlődése tette lehetővé a Schumann-rezonanciák folyamatos észlelését. A 90-es évek elején dr. SÁTORI Gabriella tudományos főmunkatárs irányításával elkészült egy új Schumann-rezonancia mérőrendszer. A kiváló minőségű, s jelenleg már egyedülállóan hosszú adatsor, valamint a közzétett eredmények felkeltették a nemzetközi szakirodalomnak, többek között Earle R. WILLIAMSnek, a Massachusetts Institute of Technology professzorának érdeklődését. 1992-ben tette közzé a *Science* c. folyóiratban nagy visszhangot kiváltó tanulmányát, amelyben a Schumann-rezonancia jelenséget, mint lehetséges globális

hőmérőt mutat be. Felvetését arra a tapasztalati tényre alapozta, hogy a Schumann-rezonanciákat gerjesztő villámok gyakorisága a trópusokon akár több száz százalékkal is megnőhet néhány tized °C hőmérsékletnövekedés hatására. Elképzelésének helyességét a nagycenki mérések messzemenően alátámasztják. A Schumann-rezonanciák tanulmányozása óriási jelentőségű a napjainkban sokszor és sok helyen emlegetett globális felmelegedés, és a trópusi El Niño jelenség vizsgálata szempontjából. A téma neves szakértői tisztelik meg részvételükkel az 1998. szeptember 7–10-i tudományos tanácskozást a Magyar Tudományos Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetében. Többek között előadást tart E. R. WILLIAMS professzor, valamint A. P. NICKOLAENKO vendégprofesszor Japánból, aki a Schumann-rezonanciák kiváló teoretikusa.

(A hírt a *Kisalföld* c. napilap 1998. szeptember 7-i számából vettük át)

XII. ORSZÁGOS KÖRNYEZETVÉDELMI KONFERENCIA

Siófok, 1998. szeptember

Ez a rendezvény immár évtizedes múltra tekint vissza és emlékeim szerint a korábbi időkben az ELGI (és néha a MÁFI) szakemberei nemegyszer tartottak előadásokat. Meggyőződésem, hogy a fő környezeti elemek (víz, talaj, levegő, hulladékok, amelyek egyben a konferencia négy szekciójának témakörét alkották) különböző vizsgálataiban, kutatásában a földtani és geofizikai módszereknek igenis van helyük és szerepük (leszámítva egyelőre talán a levegőt és a zajt, rezgéseket). Ezért a konferencia kapcsán a legelső gondolatom, hogy hiányoltam a földtani-geofizikai szakma jelenlétét. Egy kft. adott áttekintést a geofizikai módszerek környezeti kárelhárításban való alkalmazhatóságáról, az MGSZ egyik területi szolgálata jelentkezett egy előadással, ezzel kész volt a környezeti problémák geo-oldala.

Szerintem igen célszerű lenne a *geofizikának* jelen lenni, mutatni magát, lehetőleg előadás(oka)t tartani, a vitákban részt venni, mert változatlanul úgy látom, sok érintkező szakterület képviselői nem is igen tudják, ezzel milyen hasznos eszközökhöz juthatnának.

Isten nem ver bottal — tartja a magyar mondás. A konferenciáról meggondolatlanul távol maradt kollégák máris elnyerték méltó büntetésüket, ugyanis nem hallhatták a földsugárzásról, vízésugárzásról, Hartmann-vonalakról és hasonlókról szóló két nagy ívű előadást. Így aztán persze nem tudhatják, hogy

— az elektromágneses, nukleáris, stb. sugárzások analógiájára e titokzatos jelenségeknél mi a sugárzó forrás, mi-

lyen jellegű a sugárzás és mi annak térbeli és időbeli matematikai leírása;

— ha egyszer a varázsvessző (nem viccelek, tényleg bemutatnák) csak a műszer mutatója, a műszer pedig maga az ember, akkor mit jelent a műszerfejlesztés és egy ilyen „műszer” kapcsán hogyan kell érteni az erősítés, érzékenység, méréshatár, reprodukálhatóság stb. fogalmakat;

— mi lenne az a földtani modell, amelyben néhány m mélységben a víz mindössze deciméteres szélességű erekben folyik, ezek mellett nem, és földtanilag hogyan lehet, hogy egymástól néhány m-re levő két ilyen ér vize egymással szembe folyik;

— alvászavar, szédülés, migrén, aluszékonyság, menstruációs panaszok, végtagfájás, hányinger stb. esetén miért kell — sok más lehetséges kiváltó ok helyett — elsősorban földsugárzásra és a Hartmann-vonalakhoz képest szerencsétlenül elhelyezett házra vagy ágyra gondolni;

— mindössze két-három ezer forintért lehet kapni olyan lapokat, amelyek a plafonra vagy az ágy alá helyezve megóvnak a fenti sugárzások káros hatásaitól (megint csak nem viccelek, tényleg elhangzott).

Fájdalom, ezekre a válaszokat én sem tudom. Pedig nemcsak hogy ott voltam, hanem a fentieket külön meg is kérdeztem. Sajnos hiába.

Draskovits Pál

AZ ELGI MÁTYÁS-HEGYI GRAVITÁCIÓS ÉS GEODINAMIKAI OBSZERVÁTORIUMÁNAK AKKREDITÁLÁSA

Az ELGI Földfizikai Főosztálya 1997-ben kezdeményezte gravitációs és geodinamikai obszervatóriumának a Nemzeti Akkreditáló Testület általi akkreditációját. Az akkreditálás műszaki területe:

„földfelszíni és földalatti mérési pontok nehézségi gyorsulási értékének meghatározása relatív graviméteres mérésekkel”

Az akkreditáció előzményeként e sorok írója szabványt dolgozott ki a relatív graviméteres mérésekre, melynek kötelező alkalmazását a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben az ELGI igazgatója 1997. június 1-én léptette hatályba (a házi szabvány száma: HSWG 002/96).

Az MSZ EN 45001:1990 szabvány szerinti akkreditálásnak két előfeltétele van: az egyik olyan minőségügyi kézikönyv elkészítése, amelyben egyértelműen és világosan meghatározzák az akkreditált tevékenységet, a minőségügyi rendszert és mindazokat a humán, anyagi és műszaki feltételeket, amelyek együtt biztosítják a tevékenység magas színvonalát. A másik feltétel — amely a mérési eredmények minőségének ellenőrzésére szolgál — az obszervatórium által végzett mérések eredményének nemzeti, vagy nemzetközi etalonokra történő visszavezethetőségének igazolása.

A második feltétel teljesítése érdekében az ELGI a mérésügyben illetékes szakhatósághoz fordult. Az Országos Mérésügyi Hivatal az 1991. évi XLV., a mérésügyről szóló törvény 4.§ (1) bekezdése, valamint az annak végrehajtására kiadott 127/1991. (X.9) kormányrendelet 4.§ (1, 2, 5) bekezdése és az ELGI által benyújtott dokumentumok alapján Magyarország országos gravimetriai hálózatának (MGH-2000) abszolút graviméteres állomásait — 1997. november 27-i határozatával a *nehézségi gyorsulási mérések országos etalonjává nyilvánította*. A határozat indoklása:

„Tekintettel arra, hogy Magyarország nem rendelkezik a nehézségi gyorsulás abszolút módszerrel történő meghatározásához szükséges műszerezettséggel, ezért az országos gravimetriai alaphálózat egyes pontjainak nehézségi gyorsulási értékét neves külföldi intézmények határozták meg. Az alkalmazott berendezések a Nemzetközi Súly- és Mérésügyi Hivatal (BIPM, Párizs) szervezésében rendszeresen összehasonlító mérésekben vesznek részt. A körvizsgálatok eredményét nemzetközi szaklapban közzéteszik.”

Az országos etalon státusz fenntartását az OMH a következő feltételekhez köthette:

- 1) a jelenlegi 14 állomás nehézségi gyorsulási értékét legálább tízévente újra meg kell határozni,
- 2) a pontok száma szükség szerint növelhető,



AKKREDITÁLÁSI OKIRAT ACCREDITATION CERTIFICATE

A NEMZETI AKKREDITÁLÓ TESTÜLET
az 1995. évi XXIX. törvény felhatalmazása alapján elismerti, hogy a
authorized by the law XXIX of 1995 the Hungarian Accreditation Board recognizes that

Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
Műhely-gepji Gravitációs és Geodinamikai Observatórium

1145 Budapest, Kalumbusz u. 17-23.

megfelel az MSZ EN 45001:1990 szabvány követelményeinek és a
complies with the criteria of MSZ EN 45001:1990 standard as

VIZSGÁLÓLABORATÓRIUM
TESTING LABORATORY

kategóriába az alábbi számon bejegyzi
and has been assigned registration number

501/0595

Az akkreditálás területét az akkreditálási határozat tartalmazza.
The scope of accreditation is specified in the accreditation decision.

Az akkreditálási okirat érvényes
The accreditation certificate is valid until

2001. június 22.

Az akkreditálási okirat kiadva
The accreditation certificate is issued

Budapest, 1998. június 23.



A Nemzeti Akkreditáló Testület ügyvezető igazgatója
Director of the Hungarian Accreditation Board

3) az ismételt meghatározások, ill. új állomások meghatározását igazoló hivatalos jegyzőkönyveket be kell nyújtani az OMH-nak.

Mindezek alapján a Nemzeti Akkreditáló Testület lefolytatta az akkreditációs eljárást és az 1995. évi XXIX. törvény felhatalmazása alapján az ELGI Gravitációs és Geodinamikai Observatóriumát *vizsgálólaboratórium kategóriába sorolta* és 501/0595 számon bejegyezte. Az akkreditálási okirat 2001. június 22-ig érvényes.

A határozat nagy jelentőségű, mert ezáltal valamennyi graviméteres mérés, amelynek pontjait bekötik az országos hálózatba, egyben a jelenleg szabványos nemzetközi mértékegységben (m/s^2) meghatározott nehézségi gyorsulási értékkel rendelkezik — ha a méréseknél alkalmazott gravimétereket előzőleg kalibrálták az etalonpontok között. Erre a célra országos kalibráló alapvonal áll rendelkezésre, amelynek teljes kiépítését az ELGI 1998-ban fejezte be. Felkérésre az observatórium vállalja relatív graviméterek HSZG 002/96 szabvány szerinti kalibrálását.

Tekintettel arra, hogy Magyarországon egyedül az ELGI rendelkezik a jelenleg nemzetközileg is legkorszerűbbnek tartott LaCoste-Romberg relatív graviméterekkel, ezért olyan esetekben, amikor az OMH erő- és tömegméréseinél a legnagyobb megbízhatóságú nehézségi gyorsulási értékre van szüksége, az ELGI-t kéri fel ezen mérések elvégzésére.

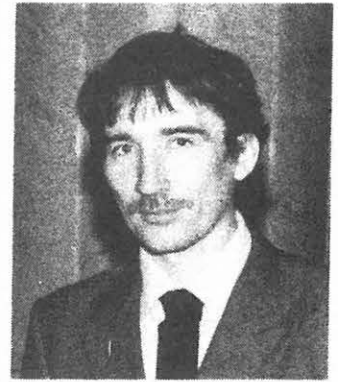
Végül megemlítjük, hogy mind az observatórium minőségügyi kézikönyve, mind a graviméteres mérésekhez készített szabvány bárki számára hozzáférhető az ELGI, a NAT és az OMH adattárában. Az akkreditációt, illetve a szabványt érintő kérdésekben dr. CSAPÓ Géza observatóriumvezető és KOVÁCSVÖLGYI Sándor minőségügyi megbízott ad felvilágosítást az érdeklődőknek.

Csapó Géza

In Memoriam:

BÁN ISTVÁN

1958–1998



*„Az élet legyőzte a halált,
A sír az élet kapuja lett,
S a tékozló fiú atyja házában elpihen”*

Így tudatta a gyászoló család mindazokkal, akik ismerték és szerették, hogy BÁN István okl. geofizikus 1998. július 21-én, életének 40. évében tragikus hirtelenséggel elhunyt.

Ki is volt BÁN Pista? Kollégái rendszeresen így hívták Őt egymás között.

1958. január 29-én született Salgótarjánban. Az általános iskolát ott, középiskolai tanulmányait Mezőkövesden végezte. Utána egy évet az Országos Gumiipari Vállalatnál dolgozott, majd sikeresen felvételizett az Eötvös Loránd Tudományegyetemre, s egy év katonai szolgálat után megkezdte tanulmányait. 1983. június 14-én az ELTE-n megkapta geofizikusi diplomáját. Még ebben az évben az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe került, s a Mélyfúrás Geofizikai Főosztály Kísérleti Karotázs Osztályának dolgozója lett. Egyetemista korában feleségül vette évfolyamtársát, GYŐRI Erzsébetet. Két gyermekük született — Andrea 1985-ben és Zoltán 1988-ban.

A kezdő geofizikus tehetségére, alkalmazkodó és kapcsolatteremtő képességére hamar felfigyelt a vezetés. Az alapvető szakmai, gyakorlati ismereteket gyorsan elsajátította, és egyre komolyabb önálló feladatokat bízta rá. Először a KD-20-as mikrogépes karotázs berendezés terepi üzemeltetését és szoftver fejlesztését tanulmányozta, azután irányította, majd a KD-80-as mikroprocesszoros berendezés hasonló kérdéseivel foglalkozott, de annak már egyik meghatározó fejlesztőjeként.

Jó matematikai ismeretei, kiváló programozói tudása és elhivatottsága alapján olyan jártasságot szerzett a mikroprocesszoros programozásban, amelynek köszönhetően a

mélyfúrás geofizika területén az Intézet egyik meghatározó szakemberévé nőtte ki magát. Szerepet játszott ebben az is, hogy nyelvtudását is gyarapította, s megfelelő szintű angol ismeretével jól boldogult azokban az országokban, ahol az ELGI karotázs berendezései dolgoztak. Ennek megfelelően több külföldi műszer átadásában, kísérleti bemutató mérésben és expedíciós kutatásban vett részt többek között a Német Szövetségi Köztársaságban, Romániában, Albániában, Iránban, a Szovjetunióban és Lengyelországban. 1990-ben a Budapesten megrendezett SPWLA konferencia egyik szervezője volt.

Tehetségét, tudását az Intézet elismerte, s így 1987-ben igazgatói dicséretben részesült, 1991-ben pedig a Mélyfúrás Geofizikai Főosztály Karotázs Módszertani Osztályának vezetője lett.

Az utóbbi évtizedben egyre többet foglalkozott a gerjesztett potenciál (GP) mérési módszerével, feldolgozásával és értelmezésével. Ebből a témából akart disszertációt írni. A nagy út, amelyre elindult, erre lehetőséget adott volna Neki. Az élet nem.

Útban nagy vállalkozása felé, Máltán tragikus körülmények között életét vesztette.

A sokszor átgondolt, nehezen beinduló líbiai expedíció csak egy be nem teljesült álom maradt, itt hagyva mindazokat, akiket nagyon szeretett — családját, kollégáit.

A tragédia nemcsak fiatalsága miatt döböntett meg mindannyiunkat, hanem azért is, mert egy valóban tehetséges, szép szakmai jövő előtt álló, szimpatikus ember távozott el közülünk — önhibáján kívül — értelmetlenül.

Dolgozószobája ajtaján neve még ott látható, s úgy vélem, sokáig nem veszi le senki.

Kedves BÁN Pista. Emléked megőrizzük, nyugodjál békében.

Baráth István

LIPTAI ISTVÁN

1913–1998



A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet szeizmikusainak köztiszteletben álló Pista bácsija 1951-ben jött az Intézet szeizmikus műszerfejlesztő laboratóriumába, ahol nyugdíjba vonulásáig, 1973-ig dolgozott a szeizmikus műszerek fejlesztése és terepi működtetésük szerteágazó feladatkörében. 1951 előtt a Telefunken laborban volt alkalmazásban.

Egyike volt azoknak, akik a GÁLFI János és STEGENA Lajos által vezetett lelkes műszerfejlesztő csoportban a Pogány-féle hatsatornás műszer felújításán, majd az első 24 csatornás reflexiós eszköz létrehozásán dolgoztak. Munkatársaival együtt neki is része volt abban az osztatlan sikerben, mely az eszköz terepi próbáit és rutinszerű alkalmazását követte.

Ott látjuk őt az ötvenes évek közepétől már a következő szeizmikus műszerfejlesztő kutatócsoportban is, amelyben a szintén első hazai mágneses jelelőgztetésű FM modulációs műszer laboratóriumi tervezése, majd összeállítása folyt.

1960 után a szeizmikus labor vezetőjeként tevékenykedik. Megépít egy nagy érzékenyséű hatsatornás hordozható berendezést is speciális analóg szűrőegységekkel, amit azután különböző szeizmikus terepi kísérleti kutatási témák munkáiban sikeresen alkalmaznak.

LIPTAI István széleskörű elektronikai gyakorlattal rendelkező rendkívül ügyes kezű, képzett, segítőkész szakember volt. A szeizmikus laborban és a terepi kutatómunka során előforduló problémákra gyorsan reagált és tudott

járható megoldásokkal szolgálni. Hozzáértéssel és nagy lelkesedéssel fejlesztett olyan eszközöket, melyek az Intézet tudományos kutatási témáit szolgálták. Ilyen feladat volt a hortobágyi kísérleti méréseknél alkalmazott nyomásmérő eszköz létrehozása és terepi alkalmazása is.

Tekintettel arra, hogy iskoláit az akkor már Magyarországtól elszakított területen, főleg Aradon végezte, anyanyelvi szinten beszélt románul és igen jól németül is. Ennek köszönhetően nagyon hasznos szerepet tudott vállalni az Intézet külföldi együttműködési témáiban, így a romániai geofizikai műszeres együttműködésekben és műszerszállításokban. Hasonlóképpen részt vett a kelet-németországi műszerfejlesztő együttműködésben. Az együttműködési témákban nyugdíjas korában is keresett szaktolmácsként működött közre.

Nem fejezhetjük be a róla szóló megemlékezést anélkül, hogy kedvenc amatőr foglalatosságáról, bravúros hangtechnikai berendezéseiről ne tennénk említést. Többen emlékszünk még arra, amikor még az ötvenes években a munkaidő letelte után a laborban elindította lemezjátszóját és nagy dinamikájú hangerősítő berendezéseit, hogy munkatársait hi-fi minőségű hangtechnikával szórakoztassa. Ma már ez nem számítana olyan nagy eseménynek, de négy évtizeddel ezelőtt káprázatos volt.

Kedves LIPTAI Pista! Nyugodj békében, emléked megőrizzük!

Polcz Iván

