

TISZTELT KOLLÉGÁK!

Gratulálunk Baráth Istvánnak — Felhívás tagtársainkhoz 103

MGE

Tisztelgő látogatás Celldömölkön — Tisztelet az éveknek — Vándorgyűlés Szolnokon — Konkoly-Thege Miklós sírjának megkoszorúzása — 1% 104

SZAKCIKKEK—CIKKEK

Háromdimenziós inhomogenitások indikációi a bélés-cső-elektroda elektromágneses térének szekunder komponenseiben <i>Takács Ernő, Hursán Gábor</i>	108
A variancia-meghatározás hibái különböző típusú valószínűség-eloszlásoknál <i>Steiner Ferenc</i>	115
Mozgásvizsgálati célú gravimetriai mérések a sóskúti gravimetriai hálózaton <i>Csapó Géza</i>	125
Térinformatika alkalmazása egy arab olajmező feltárásában <i>Elek István</i>	130
Víz kutatás Irakban <i>Viola Balázs, Szunyogh Ferenc</i>	137

HÍREK, BESZÁMOLÓK

Emlékezés Tárczy-Hornoch Antal professor születésének 100. évfordulóján — 6. környezetvédelmi és mérnökgeofizikai konferencia — EGS-konferencia Nizzában — Beszámoló az SEG 2000. évi konferenciájáról — Hírünk a világban	140
--	-----

IN MEMORIAM

Palkó Miklós	150
Csókás János	151

41. évfolyam 3. szám



2000

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

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

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

Telefon: (1)201-9815

Tisztelt Kollégák!

GRATULÁLUNK BARÁTH ISTVÁNNAK

Российская Академия
Естественных Наук

НА ОСНОВАНИИ УСТАВА АКАДЕМИИ

ИЗБРАЛА

Istvána Baráth

ИНОСТРАННЫМ ЧЛЕНОМ АКАДЕМИИ

СЕКЦИЯ «Наук о Земле»



ПРЕЗИДЕНТ

Ok

ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

В. М. И.

Az Orosz Természettudományi Akadémia BARÁTH Istvánt, a Magyar Geofizikusok Egyesületének tagját, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet munkatársát az Akadémia külföldi tagjává választotta a Földtudományok szekcióban.

BARÁTH Istvánnak további sikeres munkájához jó egészséget kívánunk!

Bodoky Tamás

FELHÍVÁS TAGTÁRSAINKHOZ

Egyesületünk egyik idős és beteg tagtársa azzal a kéréssel fordult hozzánk, hogy nagyon örülne, ha kaphatna egy használt, de még működő fekete-fehér (esetleg színes) tévékészüléket. Eddig használt készüléke már nem javítható, újat vásárolni pedig nem tud.

Kérjük, ha valaki tud segíteni, jelentkezék az egyesület

ügyvezető titkárnál, BELLÉR Évánál.

Cím: 1027 Budapest, Fő u. 68.

Telefon: (1)201-9815

A segítséget — tagtársunk nevében is — előre is köszönjük.

A Szeniorok Bizottsága

TISZTELGŐ LÁTOGATÁS CELLDÖMÖLKÖN

Celldömök városával való kapcsolatomban több évtizedre nyúlik vissza. Első ízben 1971-ben kaptam meghívást a városba egy tudományos ülésre, amelyet DALA József celldömöki helytörténész kezdeményezett és szervezett EÖTVÖS Loránd tiszteletére. A tudományos ülészen elhangzott előadások EÖTVÖS Loránd munkásságával foglalkoztak és nyomtatásban is megjelentek néhány folyóiratban és egy külön kiadású füzetben is. (Fizikai Szemle XXII. évf. 2. szám, 1972; Vasi Szemle XXVI. évf. 1. szám, 1972). A celldömöki rendezvénynek az adott aktualitást, hogy EÖTVÖS Loránd 1891-ben a Celldömök melletti Ság hegyen végezte első sikeres kísérleteit az Eötvös-íngával. Az emlékülés keretében DALA József és munkatársai emlékoszlopot avattak a Ság hegy aljában és ezzel méltó módon megjelölték az utókornak is a nyolcvan évvel azelőtt végzett nevezetes mérés színhelyét.

A Magyar Geofizikusok Egyesületében működő Szeniorok Bizottságának elnökeként 1995-ben tanulmányi kirándulást vezettem a Ság hegyre, mert úgy gondoltam, hogy minden magyar geofizikusnak legalább egyszer el kell zárándokolnia ide, hogy lerója tiszteletét EÖTVÖS Loránd lángelméje előtt. A tanulmányi kiránduláshoz helyi vezetőknek a régi ismeretség alapján DALA Józsefet kértem fel, mint a Ság hegy egyik legjobb ismerőjét. (Magyar Geofizika 36. évf. 3. szám, 1995).

A tanulmányi kirándulás előkészítésében STOMFAI Róbert kollégám volt segítségemre, aki maga is régen jól ismerte a Ság hegyet. A tanulmányi kirándulás kapcsán tudtuk meg, hogy az Eötvös-emlékoszlop avatása utáni évben az egyik celldömöki iskola felvette EÖTVÖS Loránd nevét és ROZMÁN László igazgatóval az élén ez az iskola lelkesen ápolja az Eötvös-hagyományokat. Minden évben megyei fizikai tanulmányi versenyt rendeznek Celldömölkön a Vas megyei iskolák végzős növendékei részére és a rendezvényt az Eötvös-emlékhelyek megkoszorúzásával teszik ünnepélyesebbé.

Az 1995-ös tanulmányi kirándulás során ismertük meg az EÖTVÖS Loránd nevét viselő iskola vezetőjét és tanárait. Azóta évente meghívást kapunk a tanulmányi versennyel kapcsolatos ünnepségre, amelyre a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnökét is minden alkalommal tisztelettel meghívják. Az idei ünnepi rendezvényen a Magyar Geofizikusok Egyesületét ACZÉL Etelka, STOMFAI Róbert és SZARKA László képviselte.

Az Eötvös Loránd megyei fizikai tanulmányi versenyt 1991-ben HEGYI Dániel és KOVÁCS Károly tanárok kezdeményezték. Az idei, tizedik alkalommal rendezett tanulmányi versenyt 2000. május 29-én tartották a celldömöki Eötvös Loránd Általános Iskolában. A zsűri elnöki teendőire HEGYI Dánielt, az iskola nyugalmazott tanárát kérték fel, a zsűri tagja pedig HÉDI Zoltánné fizika szaktanácsadó

(Sárvár, Sylvester János Általános Iskola) és VIOLA István, a celldömöki Eötvös Loránd Általános Iskola tanára volt. A verseny feladatait dr. KOVÁCS Jánosné, a szombathelyi Bercsényi Miklós Általános Iskola tanára állította össze. Amíg a diákok a feladatokon dolgoztak, megtekintettük PLÓSZ Katalin tanárnő (Patrona Hungariae Római Katolikus Leánygimnázium, Budapest) kiállítási anyagát (Magyar Geofizika 40. évf. 4. szám, 1999) és meghallgattuk érdekes előadását EÖTVÖS Loránd és EÖTVÖS József levelezésével kapcsolatos legújabb kutatásairól.

Az idei tanulmányi verseny is sikerrel zárult. A VIII. osztályosok közül első díjat nyert HORVÁTH Milán, a celldömöki Berzsenyi Dániel Gimnázium diákja (tanára: KARÁDINÉ PUP Ilona), második díjat kapott BODA Attila, a sárvári Gárdonyi Általános Iskola tanulója (tanára: KOVÁCS Károly), valamint TÖRÖK Ibolya, a hegyfalui Általános Iskola növendéke (tanára: SÁTORY Károly). A VII. osztályosok közül a répcelaki Móra Ferenc Általános Iskola tanulói nyerték el mind a három díjat. Első lett FICKER Balázs (tanára: SZALAY Gertrúd), a második helyezett PETHŐ András lett (tanára: NYESŐ László), a harmadik díjat pedig ÁDÁM András kapta (tanára: SZALAY Gertrúd).

Az eredményhirdetést az Eötvös Loránd Általános Iskola vezetői ebben az évben is bensőséges hangulatú ünnepség keretében foglalták. ROZMÁN László igazgató ünnepi beszéde után CSEKE Nóra Kazinczy-díjas VIII. osztályos tanuló is szép szavakkal emlékezett meg EÖTVÖS Lorándról.

A tanulmányi verseny győztesének ACZÉL Etelka és STOMFAI Róbert átadta a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet ajándékait. A Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke, SZÜCS István hivatalos elfoglaltsága miatt nem tudott megjelenni, nevében SZARKA László, a MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetének osztályvezetője helyezte el a Magyar Geofizikusok Egyesületének koszorúját az iskola dísztermét ékesítő, EÖTVÖS Lorándot ábrázoló plakett előtt.

Az ünnepségen örömmel üdvözölhettük DALA József helytörténészt, régi barátunkat is, az Alapítvány a Ság hegyért elnökét.

Az idei, jubileumi rendezvényt a város vezetői is megtisztelték látogatásukkal. Megjelent MAKKOS István, Celldömök város polgármestere, dr. BARANYAI Attiláné, a város önkormányzatának jegyzője és MOLNÁR Gábor, a celldömöki önkormányzat művelődési szakreferense.

Minden magyar geofizikust örömmel tölthet el az a tudat, hogy Celldömölkön egyre többen ismerik EÖTVÖS Loránd nevét és munkásságát, és méltó módon tisztelnek a legnagyobb magyar geofizikus előtt.

Aczél Etelka

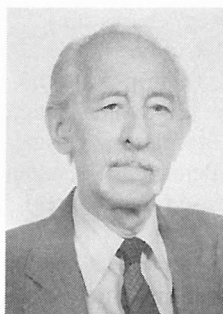
TISZTELET AZ ÉVEKNEK

Sok szeretettel köszöntjük szenior tagtársainkat, különös tisztelettel azokat, akik idén kerek évfordulós születésnapot ünnepeltek. Sokan közülük ma is aktívan részt vesznek az egyesület életében és a geofizikai kutatásokban. További sok sikert, sok örömet, derűs békés hétköznapokat, jó egészséget és szép ünneplést kívánunk Mindannyiuknak. Köszöntjük

Dr. CSÍKY Gábor geológust, aki idén töltötte be 85. évét,
DANKHÁZI László okleveles gépészmérnököt, aki idén töltötte be 80. évét,
LAMBERT Ferenc geológust, aki idén töltötte be 75. évét,
Dr. POSGAY Károly bányamérnököt, aki idén töltötte be 75. évét,
CZEGLÉDI István karotázsmérnököt, aki idén töltötte be 70. évét,
HÁMOR Nándor geofizikus-mérnököt, aki idén töltötte be 70. évét,
MOLNÁR Károly geofizikus-mérnököt, aki idén töltötte be 70. évét,
Dr. MORVAI László kandidátust, aki idén töltötte be 70. évét,
POLLHAMMER Manóné geofizikust, aki idén töltötte be 70. évét,
SIKLÓS Albert főiskolai tanárt, aki idén töltötte be 70. évét.

Kérjük, erejükhez mérten támogassák továbbra is a hazai geofizika ügyét.

*A Magyar Geofizikusok Egyesülete nevében
Hegybíró Zsuzsanna*



Dr. Csíky Gábor



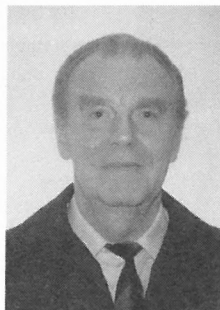
DANKHÁZI László



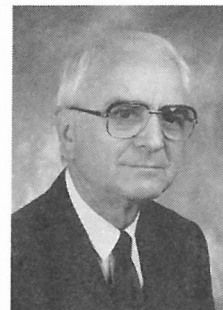
LAMBERT Ferenc



Dr. POSGAY Károly



HÁMOR Nándor



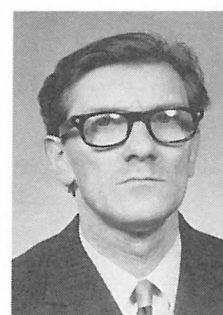
MOLNÁR Károly



Dr. MORVAI László



POLLHAMMER Manóné



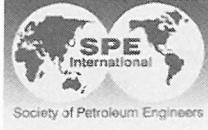
SIKLÓS Albert

VÁNDORGYŰLÉS

Szolnok (Technika háza), 2000. szeptember 15–16.

A száraz tények

A rendező egyesületek:



KFVSZ

A Vándorgyűlés főrendezője, főszervezője

a Magyar Geofizikusok Egyesülete, illetve Elnöksége megbízásából az MGE ÉMCS és az MGE ACS, segítette
— az OMBKE KFVSZ (Ősz Árpád) és
— a MHFT Alföldi Szervezete (PAP Sándor).

Mottója (témája):

„A geoműszaki tudományok kihívásai az évezred küszöbén”.

A Vándorgyűlést

— köszöntötte dr. KISS Bertalan, a szervezőbizottság vezetője,
— megnyitotta dr. SZŰCS István, az MGE elnöke,
— üdvözölte BALLA György, Szolnok megyei jogú város alpolgármestere, országgyűlési képviselő, az MGE tagja.



Résztevők:

— 76 fő regisztrált,
— 5 fő meghívott,
— kb. 10 fő érdeklődő.

Előadások:

— 3 plenáris,
— 17 szóbeli,
— 10 poszter,
a kiadott programfüzetnek megfelelően. Csak egy szóbeli előadás csere volt.

Értékelések

A visszaérkezett értékelő lapok alapján az előadásokat a válaszadók
— 20%-a kitűnőnek,
— 75% -a jó-kitűnőnek,
— 5%-a jó-közepesnek találta.

Észrevételek, tapasztalatok, javaslatok

(a kiértékelőlapok alapján):

— Rendkívül jó, színvonalas előadásokat hallhattunk. Jó volt a különböző szakterületek képviselőinek munkájáról hallani.
— A körünkön kívülről érkező előadóval érdemes tudatni a hallgatóság összetételét (pl. csak MOL-hallgatóság), egyebek OK.
— Esetenként az előadók „pongyolán” fogalmaztak (500 m mélységben végzett „talajbőség”-mérés stb.).
— Indokolatlanul sok a kétnyelvű ábra.
— Mint máskor is, hiányoztak (nem tanúsítottak érdeklődést) olyan vezetők, akiknek „illett volna” megjelenni.
— A csökkent érdeklődés okait célszerű vizsgálni, hatást gyakorolni azokra, akik ez ellen tehetnek (vezetők?).
— A szakma iránti érdektelenség szegénységi bizonyítvány.
— Nagyon hasznos lenne, ha az előadásokat nem egy általános időkorláttal (20 perc) határolnák be a szervezők, hanem előre biztosítanák a rugalmasságot azzal, hogy előre bekérnék az előadó időigényét. Így több gyakorlati információ kerülhetne megmentésre.



Összegzés

— Nehéz — az előbbieket miatt — kifogástalan rendezvényt szervezni.
— Az óhajokat nem követi tett.
— Nincs igazán peresztizsa a szakmai tudásnak, a kapcsolatok fontosabbak (s ezeket nem rendezvényeken alakítják).

Életképek

Köszöntés, megnyitó, üdvözlés alatt (még gyülekeznek a résztvevők)

- „Murphy szelleme” 10 óra előtt megérkezett (betegségek, a technika meghibásodása, sérült adathordozók formájában),
- útakadályok, balesetek nehezítették a célbajutást,
- „pedig 40 éves az MGE ÉMCS és az MGE ACS”!

Az előadásokról

- közvetlen, baráti hangnemben, élénk érdeklődés közepette zajlottak,
- megtudtuk, hogy a legolcsóbb és legkockázatmentesebb energiahordozó a „lopott tűzifa”,
- nem is gondoltuk, hogy mi mindennel foglalkoznak, illetve mi mindent kutatnak kollégáink és azt sem, hogy milyen szép eredményeik vannak,

— tudtuk, hogy hatékony és eredményes munkához, kutatáshoz szükség van szakmai megbeszélésekre, vitára, valamint segítő kritikára is (ami részben létrejött/megvalósult).

A kommunikációról

- a Szolnok TV beszámolt a rendezvényről,
- az ebédnél és a szünetekben folytatódott a szakmai vita,
- a baráti találkozó szakmai megbeszélésekkel, kibeszéléssel (ankét) telt el (túl a „zárórán”),
- a kommunikációra igazán a „piknik” adott alkalmat, ahol szakmán túl is ismerkedhettünk
 - a lótenyésztés fortélyjaival,
 - a lovaglás nehézségeivel,
- nemcsak a szellemi megterhelést nehéz elviselni, hanem a fizikait is és az étkezés terheit is.

Kiss Bertalan

KONKOLY-THEGE MIKLÓS SÍRJÁNAK MEGKOSZORÚZÁSA

Az Egyesület elnökségének felkérésére 2000. június 12-én látogatást tettünk az ógyallai obszervatórium állami tulajdonba vételének 100 éves évfordulójára szervezett IAGAWorkshop megnyitóján. Látogatásunk célja a Magyar Geofizikusok Egyesülete jókívánságainak tolmácsolása lett volna a centenáriumi alkalmából, amire azonban a megnyitónemesség kötött programjának köszönhetően nem kerülhetett sor. A megnyitónemességet követően azonban módunk volt az Egyesület nevében tiszteletünket leróni, és a szlovák kollégákkal együtt virágot elhelyezni KONKOLY-THEGE síremléke előtt. Erre a kis megemlékezésre a megnyitó elnöke, a Szlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének igazgatója hívott meg, csakúgy, mint a „koszorúzást” követő ebédre, amely baráti hangulatban zajlott le.

Az ógyallai látogatáson feleségemmel, MÁRTONNÉ SZALAY Emővel vettünk részt.

Márton Péter

(A szakmai programon résztvevő kollégáink mellett VERŐ László, a rendezvényt anyagilag támogató EAGE PACE Alapítvány képviselője volt Ógyallán. Az utolsó pillanatig bizonytalan volt, hogy elmondhatja-e az ünnepi ülést üdvözlő szavait. Végül is a nemzetközi szervezet képviselőjeként ő szóhoz jutott.

A szerkesztőség)

1%

Nemrég kaptuk meg az értesítést az Adó- és Pénzügyi Ellenőrzési Hivaltól, hogy az 1999. évi személyi jövedelemadóból — feltehetőleg elsősorban tagtársaink — 292 047 Ft-ot juttattak Egyesületünknek. A megfelelő igazolásokat beszereztük, így az eddigiekhez hasonlóan ezt az összeget megkaptuk. Ezúton mondunk most kö-

szönetet mindazoknak, akik éltek a lehetőséggel és anyagilag is támogatták Egyesületünket. A fenti összeget — az eddigi gyakorlatnak megfelelően — idén is az Ifjúsági Ankét céljaira fordítottuk.

Az elnökség

Háromdimenziós inhomogenitások indikációi a béléscső-elektroda elektromágneses terének szekunder komponenseiben¹

TAKÁCS ERNŐ¹, HURSÁN GÁBOR²

A tanulmány a béléscső-elektrodával harántolt, háromdimenziós inhomogenitások által létrehozott, anomális elektromágneses összetevőknek — mint az inhomogenitások indikációinak — sajátosságait vizsgálja integrálegyenletes numerikus modellezés eredményei alapján.

Ezek az összetevők horizontálisan rétegzett feltér fölött nem jelennek meg. Kizárólag a fúrás környezetében levő, laterális inhomogenitások hozzák létre őket. Emiatt a fúrás közvetlen közelében végzett mérésekkel is képesek jelezni a jelentős mélységű inhomogenitás meglétét.

A téglatest alakú inhomogenitások szekunder tere jól közelíthető egy föld alatti, vízszintes elektromos dipólus terével. A dipólus terének törvényszerűségei felhasználhatók az inhomogenitás mélységének, felszíni vetületének és a fedő effektív fajlagos ellenállásának becslésében.

E. TAKÁCS, G. HURSÁN: Three-dimensional inhomogeneity indications in the secondary components of the electromagnetic field generated by the steel-casing electrode

Behaviour of the anomalous, secondary electromagnetic components generated by three-dimensional inhomogeneities penetrated by the steel-casing electrode are examined using the results of integral equation numerical modelling.

These secondary components are absent on the surface of a horizontally layered medium. They are caused completely by lateral inhomogeneities disposed asymmetrically around the casing. They can indicate by measurements carried out even in the vicinity of the borehole the presence of inhomogeneities in considerable depth.

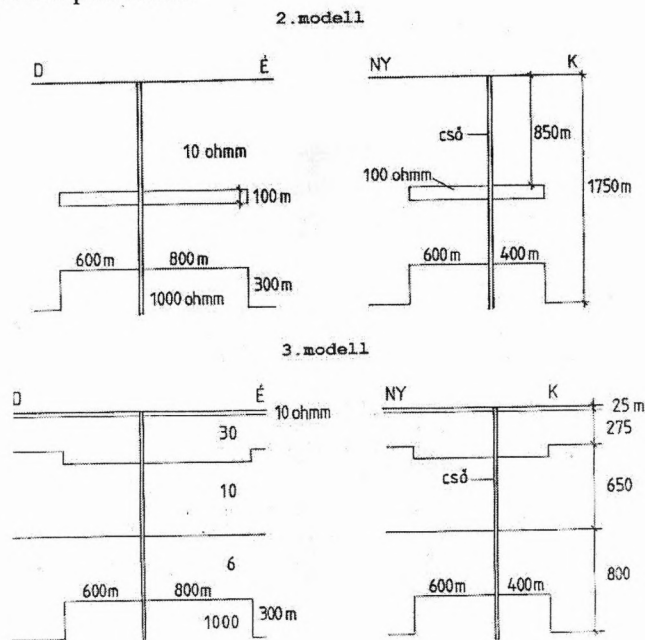
The secondary e.m. fields due to a brick-form inhomogeneity can be approximated by the field of a buried horizontal electric dipole. The features of the dipole-field can be used to estimate the depth and contour of the inhomogeneity and the effective resistivity of the covering sediment.

Bevezetés

A mélyfúrások béléscsővét lineáris tápelektrodaként használva az általa létrehozott elektromágneses tér lényegében mélybeli, vertikális elektromos dipólusok sorozata térerősségének eredője [TAKÁCS 1995]. A béléscsőves gerjesztéssel tehát az egyébként körülményesen megvalósítható felszín alatti vertikális elektromos dipólusával (VED) azonos sajátosságú elektromágneses tér hozható létre. Eddig a felszíni sugárirányú szelvényeken mért radiális elektromos térerősséggel (ER) foglalkoztunk, ami a felszíni tápelektroda — illetve elektrodák — megfelelő, például kör menti elhelyezésével a primer térerősségnek egyetlen komponense.

A béléscsőves mérés alkalmazási területeként a mélyfúrás közvetlen környezetében levő laterális inhomogenitások kutatása adható meg. Bár a hagyományos — felszíni elektrodás — árambevezetéshez képest a béléscsőves mérésnek azonos távolságon a radiális elektromos térerősséggel is nagyobb a kutatási mélysége — ráadásul az árnyékoló rétegek alatt is van árambevezetés — az inhomogenitás által létrehozott anomális tér kis értékű a primerhez képest. Emiatt a fúráshoz közel az ER komponens kis érzékenységgé az inhomogenitásra. Nagyobb távolságon a primer tér fokozottabb csökkenése miatt az anomális rész már jelentős

részévé válik a mért értéknek. Az inhomogenitás indikációja tehát a mélyfúrástól távol jelenik meg szignifikánsan az ER komponensben.

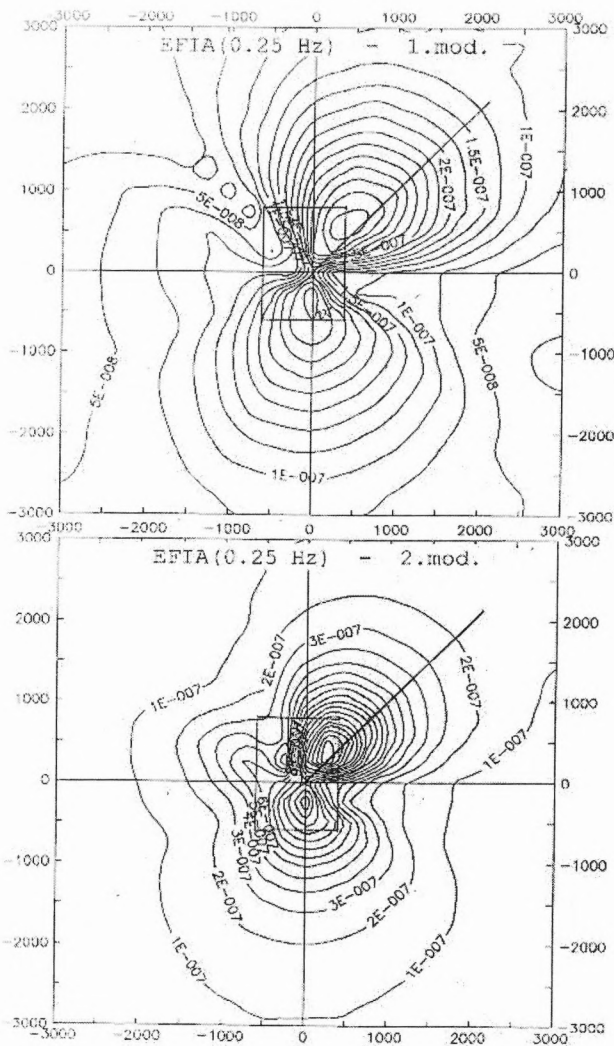


1. ábra. A béléscsővel harántolt 3D-s inhomogenitások modelljeinek oldalnézeti vetületei. Az 1. modell a 2. modelltől abban különbözik, hogy ott a felső inhomogenitás hiányzik
Fig. 1. Side view of the 3D inhomogeneity models penetrated by the casing. In the case of model 1 the upper inhomogeneity is missing

¹ Beérkezett: 2000. május 26-án

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

³ University of Utah, Dept. of Geology and Geophysics, Salt Lake City, UT 84112

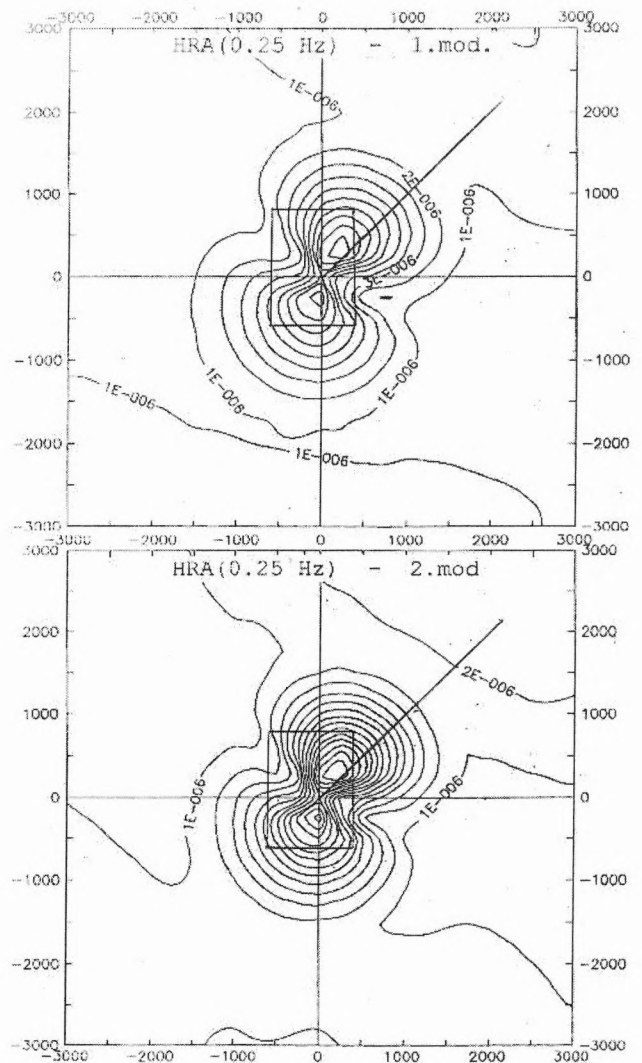


2. ábra. A tangenciális elektromos összetevő amplitúdójának területi eloszlása

Fig. 2. Amplitude contour map of the tangential electric component

A felszíni elektróda alkalmas telepítésével elérhető, hogy a radiális szelvényeken teljes egészében a laterális inhomogenitástól származzék a tangenciális elektromos (EFI), a radiális és vertikális mágneses (HR, HZ) komponens. Kisebb értékű primer tangenciális mágneses összetevővel (HFI) viszont számolni kell. Ezen szekunder komponensek amplitúdója és fázisa egyaránt tartalmaz földtani információkat. Tanulmányunkban a hangsúlyt a könnyen mérhető amplitúdó sajátosságainak bemutatására helyezzük. A fázisszög részletes tárgyalása nagy terjedelmet igényelne. Emiatt alkalmazhatóságának csak egy példáját említjük az 5. fejezetben.

A MOL Rt. Hazai Kutatási Üzletágának megbízásából a Geocom Ltd.-nél — Salt Lake City, USA — HURSÁN Gábor ZSDANOV M. professzor irányításával numerikus modellezést végzett a béléscsöves mérés lehetőségeinek tisztázására [TAKÁCS 1999]. Tanulmányunk ennek a munkának néhány eredményét mutatja be.



3. ábra. A radiális mágneses összetevő amplitúdójának területi eloszlása

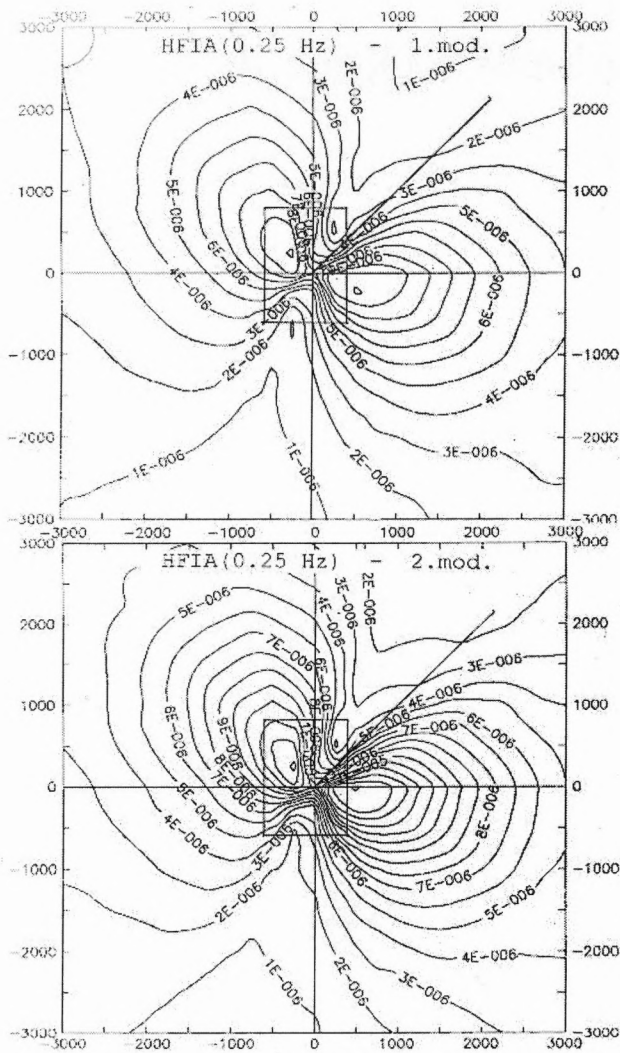
Fig. 3. Amplitude contour map of the radial magnetic component

1. A vizsgált modellek

A modellezés a CEMI — Center for Electromagnetic Modeling and Inversion, University of Utah — integrálegyenletes Sysem programcsomagjával történt. Ezen azonban jelentős változtatásokat kellett végezni, mivel a béléscsöves gerjesztés lényegesen eltér a hagyományos elektromágneses módszereknél alkalmazottaktól. A számításokhoz béléscső árameloszlását a 2383. nyilvántartási számú OTKA téma keretében kifejlesztett programmal határoztuk meg [TAKÁCS et al. 1995].

A béléscsővel harántolt inhomogenitások esetét három modellel vizsgáltuk.

Az 1. modellnél az 1800 m hosszúságú béléscső az 1000 ohmm-es aljzatnak 300 m magasságú, 1000x1400 m felületű, hasáb alakú felbotozódás a 10 ohmm-es fedő alatt 1500 m-ben éri el aszimmetrikus helyzetben. Az áramforrás egyik pólusa a felszín alatt 10 m-rel kezdődő cső felső végéhez, a másik pedig a közvetlenül felette levő



4. ábra. A tangenciális mágneses összetevő amplitúdójának területi eloszlása

Fig. 4. Amplitude contour map of the tangential magnetic component

felszíni elektródához csatlakozik. Ez a konfiguráció a terepen több, azonos áramerősséget leadó felszíni elektróda közeli, körkörös elhelyezésével valósítható meg.

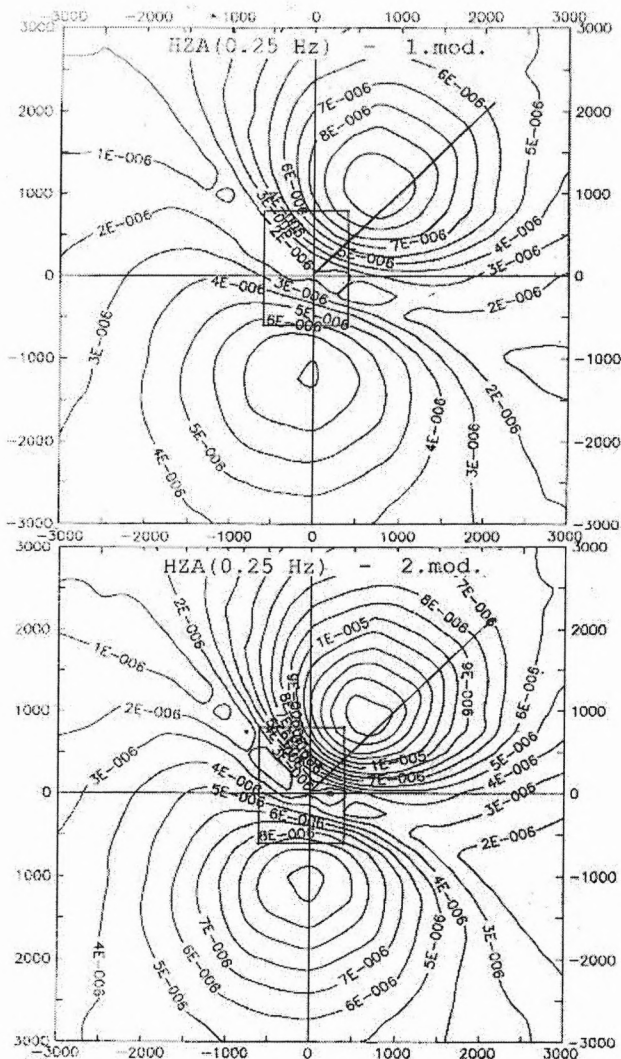
A 2. modell az előzőtől abban tér el, hogy az aljzat felboltozódása fölött a 10 ohm-es összetetben egy második, 100 ohm-es inhomogenitás települ 850–950 m mélység között, ami az aljzat inhomogenitásával azonos felületi méretű és vele fedésben van.

A 3. modellnél a fedő réteggel. Az alsó inhomogenitás továbbra is az aljzat hasáb alakú felboltozódása az előzőekkel megegyező mérettel. A felső inhomogenitás pedig a 30 ohm-es második réteg 300–400 m közötti, téglatest alakú kivastagodása, ami fedésben van az alsó inhomogenitással.

Az 1. ábra a 2. és 3. modelleket mutatja (ld. a 108. oldalon).

2. A szekunder komponensek kisfrekvenciás amplitúdójának területi eloszlása

Az anomális elektromos és mágneses komponensek amplitúdójának (EFIA, HRA, HFIA, HZA) területi alakulását 0,25 Hz-nél az 1. és 2. modellre a 2.–5. ábra mutatja.



5. ábra. A vertikális mágneses összetevő amplitúdójának területi eloszlása

Fig. 5. Amplitude contour map of the vertical magnetic component

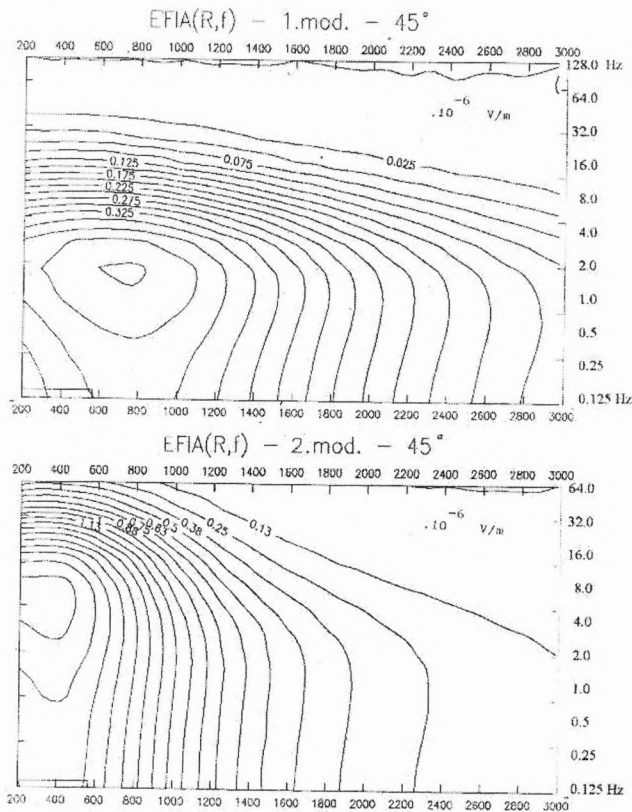
A HFIA összetevőnél kis értékű primer térerősség is szerepel ebben a képen.

Valamennyi összetevőnél az izovonalak az inhomogenitás fölött aszimmetrikusan kirajzolódó, két szélső értékkel indikálják az inhomogenitás meglétét és helyzetét. Közöttük éles minimum-sávok alakulnak ki. A 2. modell felső inhomogenitása domináló anomáliával jelentkezik és a béléscsőhöz közelebb alakul ki.

Az anomális amplitúdók területi alakulásában fő vonásokban a föld alatti, vízszintes elektromos dipólus térerősség-eloszlásának sajátosságai fedezhetők fel. Erre az EFIA, HRA és HZA esetében a mérési szelvény és a dipólus tengelye által bezárt szög szinusza, a HFIA komponensnél pedig a koszinusza szerinti irányfüggés a jellemző. Az inhomogenitást „helyettesítő” föld alatti dipólus azonban a hasáb szimmetriatengelyeihez képest — az egyes térnegyedekben eltérő módon — elfordult helyzetű és változó momentumú. A „helyettesítő” föld alatti elektromos dipólust az inhomogenitás felületén kialakult felületi töltések aszimmetriája fordítja el, ugyanis a béléscső nem a hasáb középpontján halad át. Emiatt a hasáb béléscsőhöz közelebbi oldallapjain nagyobb a felületi töltéssűrűség.

3. A szekunder komponensek amplitúdójának távolság-frekvencia metszetei

Az anomális térerőségek amplitúdójának frekvencia- és távolságfüggését az EFIA, HRA és HZA szélső értékén átmenő, ÉK-i szelvényre mutatjuk be a 6.–9. ábrán.



6. ábra. A tangenciális elektromos összetevő amplitúdó-frekvencia metszete az ÉK-i irányú szelvény mentén

Fig. 6. Tangential electric field amplitude pseudo-section along the NE profile

Az inhomogenitás hatására létrejött szélső érték legtisztábban az EFIA komponensnél jelenik meg. Maximuma a határfelület közelében, de a kis frekvenciáknál rajta túlnyúlóan alakul ki. A nagyobb frekvenciákon viszont már az inhomogenitás fölé húzódik. Az izovonalak értékében és lefutásában szignifikáns az eltérés a felső inhomogenitás megjelenésével.

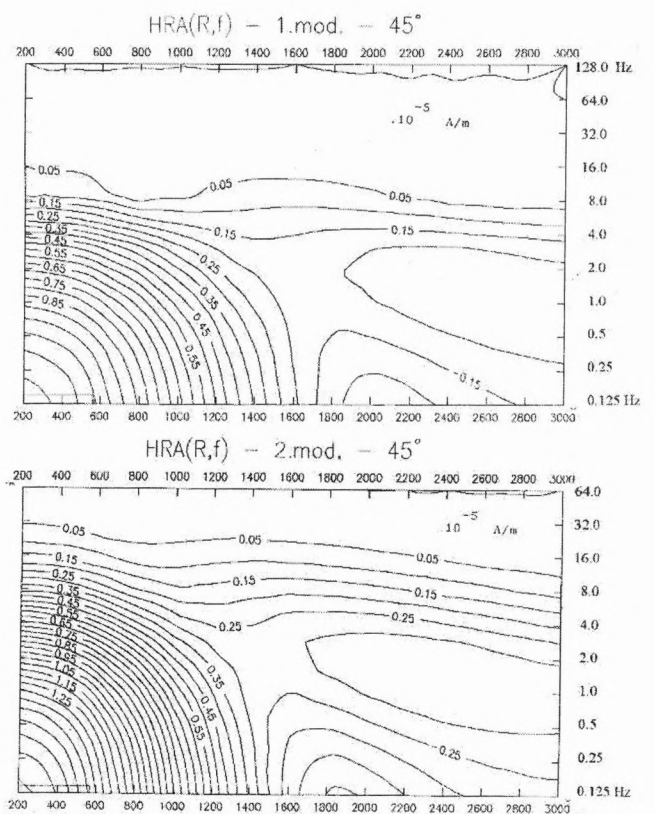
A mágneses összetevőkben a felső inhomogenitás jelenléte kisebb változást hoz.

A HRA komponens maximuma a többenél jobban koncentrálódik az inhomogenitás fölé. Az 1800–3000 m-en a 0,25–2,0 Hz-en kialakult minimum nulla-átmenet következménye, ami ezen komponens jellegzetessége.

A HZA összetevőnek a béléscsőnél van nulla-átmenete. Kis frekvencián szélső értékei jóval a határfelületen kívül alakulnak ki. A felső inhomogenitás az amplitúdónak mintegy 50%-os növekedését hozza és a maximum mintegy 200 m-rel kerül közelebb a béléscsőhöz.

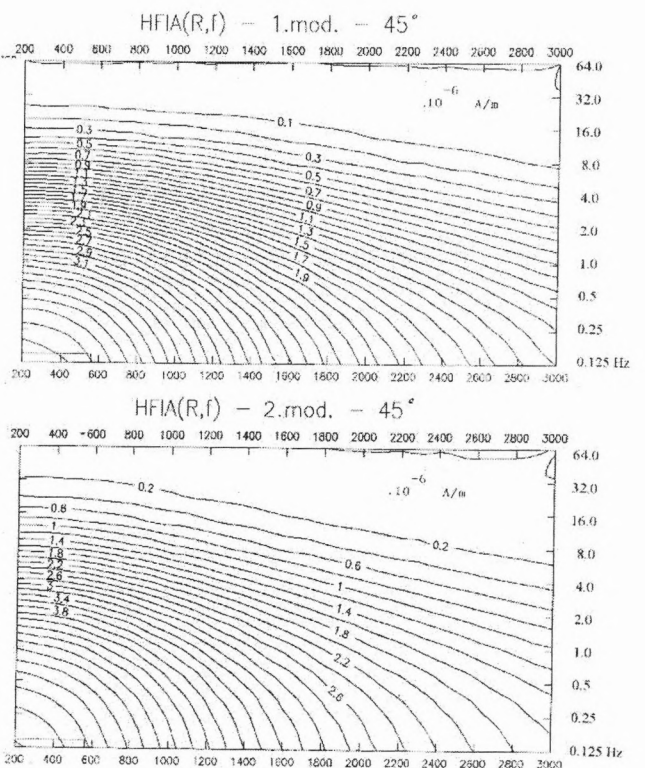
4. Az amplitúdó frekvenciaszondázási görbéi

A további szemléltetés céljából a 10a. ábrán az ÉK-i szelvény 200, 1400 és 3000 m-en levő pontjára EFIA frekvenciaszondázási görbéket is bemutatunk az 1. és 2. modellre.



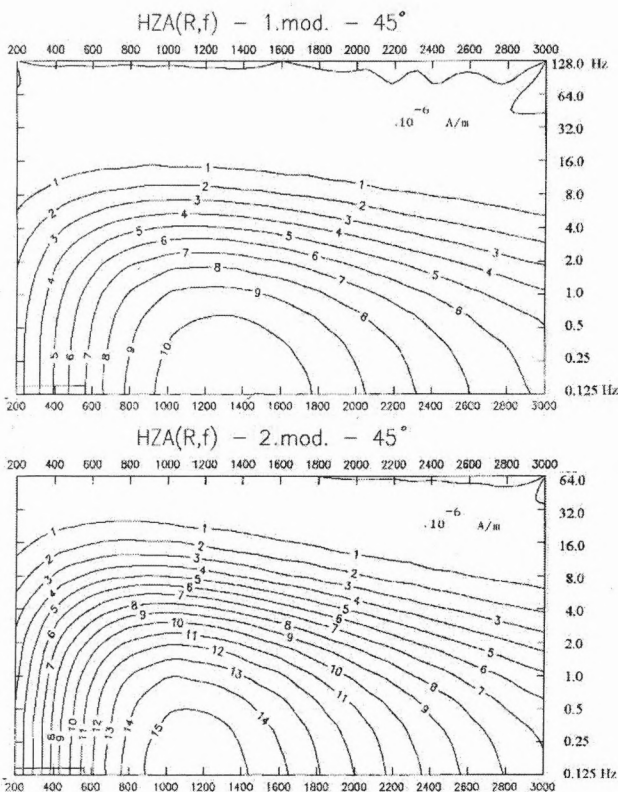
7. ábra. A radiális mágneses komponens amplitúdó-frekvencia metszete az ÉK-i irányú szelvény mentén

Fig. 7. Radial magnetic field amplitude pseudo-section along the NE profile



8. ábra. A tangenciális mágneses komponens amplitúdó-frekvencia metszete az ÉK-i szelvény mentén

Fig. 8. Tangential magnetic field amplitude pseudo-section along the NE profile



9. ábra. A vertikális mágneses komponens amplitúdó-frekvencia metszete az ÉK-i szelvény mentén

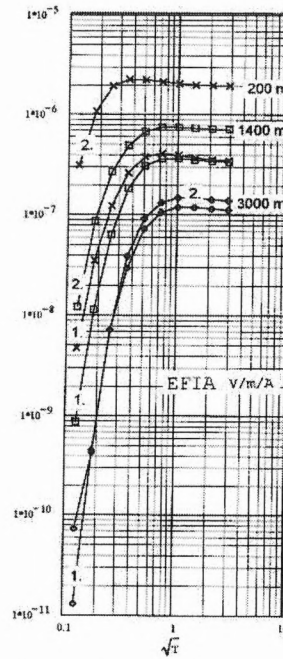
Fig. 9. Vertical magnetic field amplitude pseudo-section along the NE profile

EFIA-ban az 1. és 2. modellhez tartozó görbék eltérése a legkisebb távolságon a legnagyobb. A kisfrekvenciás jobb oldali aszimptóták egy nagyságrenden belül helyezkednek el. Az elválás a frekvenciával növekszik és 64 Hz-en már közelíti a két nagyságrendet, mert a felső inhomogenitás hatása a nagyobb frekvenciákon nagyobb. A felső inhomogenitás geometriai közelsége miatt nagyobb az effektív fajlagos ellenállás és ezért hosszabbá válik a kváziszacionárius szakasz, valamint a maximum nagyobb frekvencián jelentkezik, mint az 1. modellnél. A bemutatott hatás a távolsággal csökken. 3000 m-en a két modell görbéi már egymáshoz közeliek.

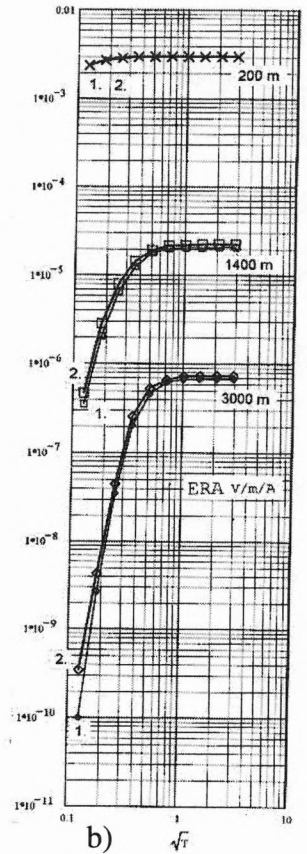
Tanulságos összehasonlítani a radiális elektromos összetevő (ERA) és a tangenciális összetevő (EFIA) görbéit. ERA értékében a primer elektromos térerősség a meghatározó, amiben a béléscsőtől mért távolság a döntő szerepű (10b. ábra). Emiatt $R=200$ m-nél az 1. és 2. modell görbéjének eltérése szinte észrevehetetlen. Elválásuk csak a nagyobb távolságokon érzékelhető. Az anomális EFIA összetevő görbéi viszont az inhomogenitás tényleges helye fölött mutatják a legnagyobb eltérést.

A felső inhomogenitás még kisebb mélységénél az indikáció akár élesen elkülönülő helyi maximummal is megjelenhet a nagyfrekvenciás szakaszon. Ez a helyzet a 3. modell esetében. EFIA és HRA frekvenciaszondázási görbék láthatók az ÉK-i szelvény előbbi három pontjára a 11. ábrán, amin összehasonlításul a felső inhomogenitás nélküli, rétegzett fedő alatti 1. modell görbéi is szerepelnek. A felső inhomogenitás hatására $R=200$ m-nél teljesen eltűnik, a nagyobb távolságokon pedig mintegy 8 Hz-től a nagyobb frekvenciák felé trendváltással

megszakad a görbék bal oldali, süllyedő szakasza. A felső inhomogenitás elkülönülő indikációval jelenik meg.



a)



b)

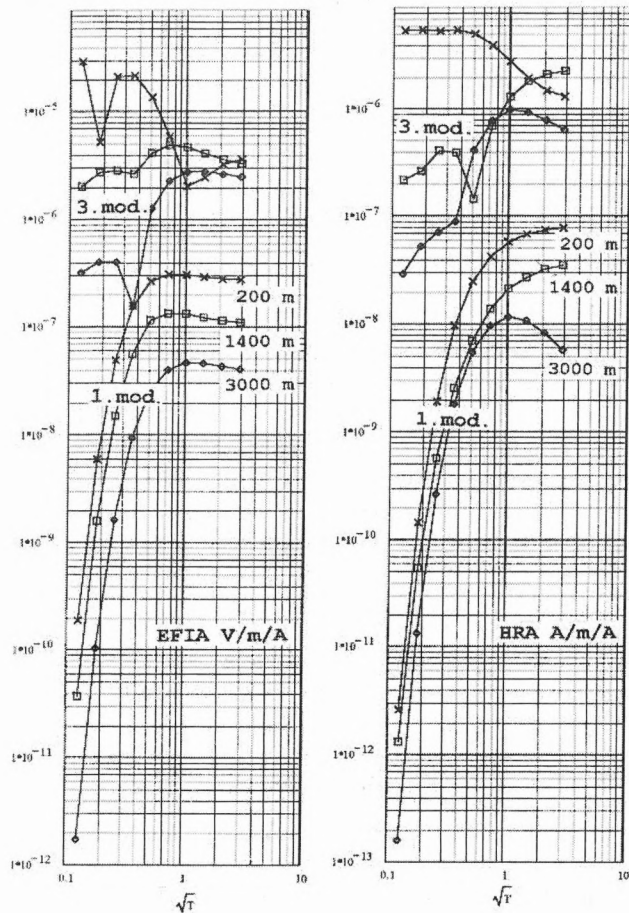
10. ábra. A tangenciális elektromos (EFIA) és a radiális elektromos (ERA) összetevő amplitúdójának frekvenciaszondázási görbéi az 1. és 2. modell ÉK-i szelvényének $R=200, 1400$ és 3000 m állomásán

Fig. 10. Tangential electric (EFIA) and radial electric (ERA) amplitude frequency-sounding curves at stations $R=200, 1400, 3000$ m along the NE profile for models 1 and 2

5. Az inhomogenitás térbeli helyzetére és a fedő effektív fajlagos ellenállására vonatkozó becslés lehetőségei

Az értelmezés fő feladata az inhomogenitás vetületének megadása. Kontúrjának egyes szakaszai az amplitúdók szélső értékeinek területi eloszlásából a bemutatott törvényszerűségeket figyelembe véve kijelölhetők. A térbeli helyzet megadása azonban csak az inverziótól várható, amikor a felszín alatti térfogat-, illetve felületelemekhez töltéseloszlást számítunk. A szóba jöhető térfogat, illetve felület célszerű megválasztásában segítenek az inhomogenitás mélységére vonatkozó becslések.

Az anomális térerősségek távolságtól és frekvenciától való függése nyilvánvalóan információt hordoz az inhomogenitás mélységi helyzetéről. Forrásuknak a jelenlegi modelleknél durva közelítéssel a mérési szelvényvel szöget bezáró, föld alatti, vízszintes elektromos dipólus tekinthető. Valójában azonban az inhomogenitás felületén felhalmozódó töltések a szekunder komponensek forrásai.



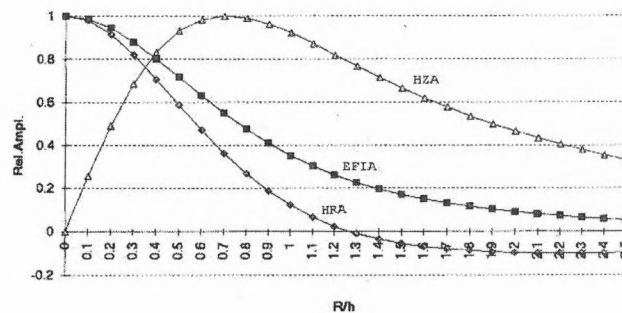
11. ábra. A tangenciális elektromos (EFIA) és a radiális mágneses (HRA) összetevő amplitúdójának frekvenciaszondázási görbéi az 1. és 3. modell ÉK-i szelvényének $R=200, 1400$ és 3000 m állomásán

Fig. 11. Tangential electric (EFIA) and radial magnetic (HRA) amplitude frequency-sounding curves at stations $R=200, 1400, 3000$ m along the NE profile for models 1 and 3

Az amplitúdók távolságtól való függésének bemutatására vizsgáljuk meg a felszín alatti vízszintes elektromos dipólus felszíni térerősségének alakulását. Az anomális összetevőknek a maximumukra normált amplitúdója a homogén féltér felszínén egyenáramnál a távolság (R) és mélység (h) arányának függvényében a 12. ábra szerint alakul. A görbéken jellegzetes pontok — metszések, félértékű helyek, szélső értékek, nulla-átmenet stb. — jelölhető ki. Az abszcissza menti helyzetükből tájékozódhatunk az inhomogenitást „helyettesítő” dipólus mélységéről. Így például HZA maximuma $0,71$, HRA és EFIA félértékű helye $0,57$ és $0,77$ R/h értéknél van. A modellezés eredményeit vizsgálva ezen R/h értékek felhasználásával megfelelő egyezést kaptunk a téglatestek mélységével.

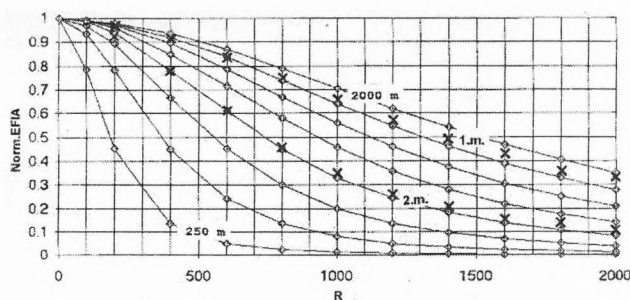
A jellegzetes pontok mellett az amplitúdószelvények teljes adatrendszere is felhasználható. A 13. ábrán $0,1$ Hz-re EFIA normált amplitúdójának távolságfüggése látható a dipólus különböző mélységére 250 -tól 2000 m-ig 250 m-es lépésekkel. Az ÉK-i szelvényre számított normált amplitúdó az 1. modell esetében az 1750 m, a 2. modellnél pedig az 1000 m paraméterű görbéknél található. Ezek jó becslései az inhomogenitások mélységének. A 2. modell két különböző mélységű inhomogenitása mellett a felső domináló módon hat a tangenciális elektromos összetevő távol-

ságfüggésére. A fedésben levő, többszörös inhomogenitások hatásának szétválasztásában emiatt a frekvenciafüggést is elemezni kell. Megoldást biztosítana a fúrás ideje alatt különböző béléscső-, vagy rudazathosszúságnál ismételt mérések lehetősége.



12. ábra. A felszín alatti, egyenáramú vízszintes elektromos dipólus maximumukra normált EFIA, HRA és HZA amplitúdói a radiális távolság (R) és mélység (h) arányának függvényében

Fig. 12. EFIA, HRA, HZA amplitudes normalised by their maximums due to a buried dc horizontal electric dipole as a function of the separation/depth — R/h — quotient

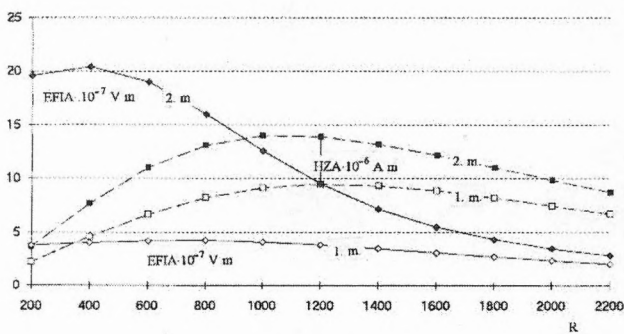


13. ábra. A 250 – 2000 m között különböző mélységben levő vízszintes $0,1$ Hz-es elektromos dipólus felszíni tangenciális elektromos összetevője normált amplitúdójának szelvény menti alakulása

Fig. 13. Normalised tangential electric field amplitude profiles due to a $0,1$ Hz horizontal electric dipole located at different depths in the depth interval 250 – 2000 m

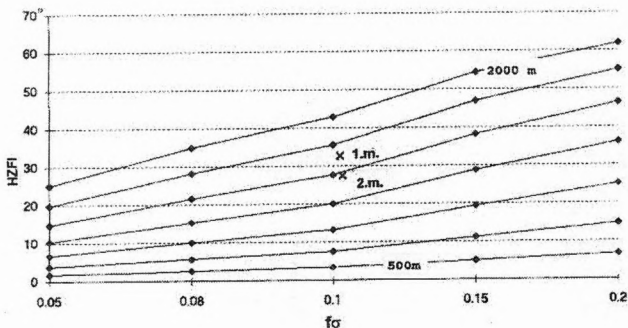
A 2. modell felső inhomogenitásának azonban kisebb hatása van a mágneses összetevőkre. A 14. ábrán a tangenciális elektromos és a vertikális mágneses amplitúdó látható az 1. és 2. modell ÉK-i szelvényére 1 Hz-en. Az elektromos görbék elválása lényegesen nagyobb és félértékű pontjaikból összhangban a fentiekkel az 1. modellnél 1740 , a 2. modellnél 970 m adódik az inhomogenitások mélységére. Az utóbbi esetben az elektromos komponens tehát csak a felső inhomogenitást látja. A vertikális mágneses összetevő maximumának helyéből viszont az 1. modellnél 1660 , a 2. modellnél 1480 m-t kaptunk. Az 1. modellnél tehát jó az egyezés az elektromos és mágneses komponensekből származtatott mélységek között. A 2. modellnél ellenben a vertikális mágneses komponens a két inhomogenitás tényleges helyzete közötti mélységet ad, ami közelebb van az alsóhoz. Az elektromos és a mágneses összetevőkből levezetett mélységek eltérése tehát figyelmeztet, hogy két inhomogenitás van a 2. modellnél.

A hasáb alakú inhomogenitáshoz kötött dipólus feltételezésével levezethető a fedő effektív fajlagos ellenállása is. Erre az egyes szekunder összetevők amplitúdójának, vagy



14. ábra. Az 1. és 2. modell tangenciális elektromos és vertikális mágneses komponense amplitúdója az ÉK-i szelvényen 1 Hz-en

Fig. 14. Amplitudes of the tangential electric and vertical magnetic components along the NE profile of models 1 and 2



15. ábra. A vertikális mágneses összetevő fázisszöge az amplitúdó maximumának helyén a horizontális elektromos dipólus különböző mélységénél a vezetőképesség és frekvencia szorzatának függvényében a kis indukciós szám tartományában

Fig. 15. The phase of the vertical magnetic component at the location of the amplitude maximum of the horizontal electric dipole buried in various depths as a function of the product frequency. Conductivity — $f\sigma$ — in the small induction number range

fázisának távolság-, illetve frekvenciafüggése számos lehetőséget kínál. Válasszuk most példaképpen erre a célra a vertikális mágneses összetevő fázisszögét (HZFI) a kis indukciós számok tartományában, ahol a fázisszög szinte lineáris függvénye a vezetőképességnek. A 15. ábrán elméleti görbék láthatók a homogén feltérben levő, mélybeli horizontális elektromos dipólus vertikális mágneses összetevőjének az amplitúdó szelvény menti maximumának a helyén mért fázisára a dipólus mélységének 500–2000 m tartományra 250 m-es közönként. Az abszcisszán a frek-

vencia (f) és a vezetőképesség (σ) szorzata szerepel. Az $f\sigma = 0,1$ helyen változik a skála. Az 1. és 2. modellre vonatkozó pontokat 1 Hz-re az amplitúdó maximuma helyéből levezetett mélység és a maximumnál mért fázisszög alapján hordtuk fel. Az ezen pontokhoz tartozó abszcissza értékéből a frekvencia ismeretében származtatott vezetőképesség a tényleges $\sigma = 0,1$ -hez egészen közeli érték.

Következtetés

A numerikus vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy az elektródaként használt béléscsővel, illetve rudazattal harántolt 3D-s inhomogenitások fölött jellegzetes területi eloszlású szekunder elektromágneses térkomponensek jelennek meg. Ezek még szinte a fúrás közvetlen közelében mérve is — ahol a primer komponensben nem érzékelhető az anomália — jelentős mélységtartományból és árnyékoló réteg alól is jelzik az inhomogenitás meglétét. A modellezés feltárta az egyes szekunder komponensek több szempontból egymástól különböző sajátosságait. Ezek alapján az inhomogenitás paramétereire becslés végezhető, ami a tényleges inverzió hatékonyságát segítheti.

Köszönetnyilvánítás

A témakörben a 2383. sz. OTKA-támogatással elért megalapozó eredmények után a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt. Hazai Kutatási Üzletága tette lehetővé az ismertetett numerikus modellezés elvégzését. Érdeklődésükért, valamint a lehetséges mérési konfigurációval, az értelmezéssel és a modellek kiválasztásával kapcsolatos értékes tanácsaikért a szerzők köszönetüket fejezik ki dr. FERENCZY Lászlónak és NAGY Zoltánnak.

HIVATKOZÁSOK

- TAKÁCS E. 1995: The normal surface electric field of an E-field excited steel casing. *Acta Geod. Geoph. Hung.* **30**, 331–341
- TAKÁCS E., SZARKA L., VARGA M. 1995: Elektromágneses kutatás a mélyfúrások béléscsővének felhasználásával. *Magyar Geofizika* **36**, különszám, 60–64
- TAKÁCS E. 1999: Béléscső alkalmazásával végzett kísérleti elektromágneses frekvenciaszondázások adatainak feldolgozása és értelmezése. *Kutatási jelentés II*, 135. o.

A variancia-meghatározás hibái különböző típusú valószínűségeloszlásoknál¹

STEINER FERENC²

A variancia (az L_2 -norma minimális értékének négyzete, azaz a szórásnégyzet) a klasszikus statisztika egyik alapmennyisége, ezért meghatározási hibáinak az ismerete minél több hibaeloszlás-típusra vonatkozóan alapvető fontosságú. Különösen igaz ez a klasszikus geostatistikára, ahol a varianciával definiált (általában $\gamma(h)$ -val jelölt, szemivariogramnak is nevezett) variogram fundamentális szerepet játszik.

Ha a szórást (σ_{VAR} -t) választjuk a VAR-ral jelölt variancia meghatározási hibájának a jellemzésére, nagy n mintaelemszámoknál ezt egyszerűen számíthatjuk $\sigma_{\text{VAR}} = A_{\text{VAR}} / \sqrt{n}$ -ként, mivel a varianciák A_{VAR} aszimptotikus szórását a klasszikus statisztika (a negyedik momentum segítségével) szintén egyszerű formulával adja meg. E dolgozatban azonban fény derül arra, hogy A_{VAR} értéke a földtudományok hibaeloszlásainak kb. csak egynegyedére véges, és végtelen értékű az irodalom szerint a geostatistikában leggyakrabban várható eloszlástípusra is. Eszerint a (szerencsére csak látszólagos) ellentmondás szerint a $\gamma(h)$ variogramgörbe pontjainak számításánál az esetek többségében olyan nagy hibával szembesülünk, amely már a számítási eredmény realitásának a kérdését is felveti.

A jelen dolgozat kimutatja, hogy ha a szórás helyett a varianciák hibáit interszextilis félterjedelmükkel mérjük, minden olyan típusra teljesülőnek találjuk a nagy számok törvényét (azaz a hiba az n mintaelemszám növelésekor csökken), amelyre a varianciának magának véges az értéke.

F. STEINER: Errors of the variance-determinations for different parent distribution types

As the variance (the square of the minimum L_2 -norm, i.e., the square of the scatter) is one of the basic characteristics of the conventional statistics, it is of practical importance to know the errors of its determination for different parent distribution types. This statement is outstandingly valid for the geostatistics because the $\gamma(h)$ variogram (called also as semi-variogram) is defined as the half variance of some quantity difference (e.g. difference of ore concentrations in function of the h distance of the measuring points) and this $\gamma(h)$ -curve plays a basic role in the classical geostatistics.

If the scatter (σ_{VAR}) is chosen to characterise the determination uncertainties of the variance (denoted the latter by VAR), this can be easily calculated as the quotient $A_{\text{VAR}} / \sqrt{n}$ (if the number n of the elements in the sample is large enough); for the so-called asymptotic scatter A_{VAR} a simple formula is known (containing the fourth moment). The present paper shows that the A_{VAR} has finite value unfortunately only for about a quarter of distribution types occurring in the earth sciences, it must be especially accentuated that A_{VAR} has infinite value for that distribution type which most frequently occurs in the geostatistics.

It is proven by the present paper that the law of large numbers is always fulfilled (i.e., the error always decreases if n increases) for the error-determinations if the semi-intersextile range is accepted (instead of the scatter); the single (quite natural) condition is the existence of the theoretical variance for the parent distribution.

1. Bevezetés

A múlt század közepén dél-afrikai aranybányák készlet-számítására KRIGE szakmai (elsősorban bányász-) körökben nagy visszhangot kiváltó, szellemes eljárást vezetett le valószínűségelméleti alapon a szükségképpen csak diszkrét pontokban ismert érckoncentráció-értékek interpolálására. Az új módszert elméletileg is tanulmányozták (ill. megalapozták), valamint gyakorlatilag is továbbfejlesztették (előbbire MATHERON [1965], utóbbira JOURNAL, HUIJBREGTS [1978] szolgálhat példaként); a létrejött eredmény a klasszikus geostatistika gerincének tekinthető.

Az ezen a szakterületen dolgozók aligha igénylik a módszer ismertetését; többi olvasómnak legyen szabad tankönyvemet [STEINER 1990] ajánlanom, ahol magyar nyelven az eljárás ismertetése (valószínűségelméleti levezetéssel és egy példa részletes bemutatásával együtt) megtalálható. Ebből kiderül, hogy a krigelés kulcsfogal-

ma a (szemivariogramnak is nevezett) variogram, amelynek definíciója:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \text{VAR} \left[Z(\bar{x}) - Z(\bar{x} + \bar{h}) \right], \quad (1)$$

ahol Z a (pl. térbelileg) interpolálandó jellemző mennyiség (érctartalom vagy egyéb), az X -tartomány a vizsgált térrészt definiálja, a szögletes zárójelben pedig azon pontpárookra vonatkozó jellemző mennyiségek értékkülönbsége szerepel, amely pontok h távolságra vannak egymástól. VAR nyilván a varianciát jelenti, ami köztudomásúan a szórásnégyzettel, azaz a minimális értékű L_2 -norma négyzetével azonos. A $\gamma(h)$ kulcsszerepe a krigelés végrehajtásakor abban áll, hogy a $\gamma(h)$ maximális értékéből az aktuális h ponttávolsághoz tartozó $\gamma(h)$ -t levonva, az ilyen távolságban mérhető Z értékpárok (c_{ik} -val jelölt) kovarianciáit kapjuk (ld. pl. STEINER [1990] 291. oldalán a 8.6 ábrát), márpedig ezek a c_{ik} értékek annak a Krige-mátrixnak az elemei, amelynek (ill. inverzének) alapján az interpoláció végeredménye: a vizsgált térrész bármely, be nem mért pontjára vonatkozó Z érték már elemi úton számítható.

¹ Beérkezett: 2000. október 16-án

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

A fentiekből következik, hogy akár speciálisan krigeléskor, akár a címben megjelölt, sokkal általánosabb témakörben is a klasszikus statisztika kellős közepén vagyunk: az L_2 eltérésnorma iménti felmerülése már erre figyelmeztethetett. Márpedig e sorok írója az elmúlt években-évtizedekben nem a klasszikus, azaz az $f_G(x) = (2\pi)^{-1/2} \cdot \sigma^{-1} \cdot \exp[-x^2/2\sigma^2]$ valószínűség-sűrűségfüggvényű hibaeloszlások gyakori (vagy pláne kizárólagos) előfordulását feltételező statisztika területén tevékenykedett (f_G jelölésében a G index arra utal, hogy a Gauss-féle típusról, az ún. *normáloszlás* sűrűségfüggvényéről van szó, amelynek fenti kifejezésében σ a variancia gyökét, a szórást, azaz az L_2 -norma minimális értékét jelenti), hanem a statisztikát a gyakorlat igényeinek megfelelő sokkal nagyobb általánossággal művelte, hibaeloszlásként túlnyomóan az

$$f_a(x) = \Gamma(a/2) \cdot \pi^{-1/2} \cdot \Gamma^{-1}[(a-1)/2] \cdot S^{-1} \cdot [1 + (x/S)^2]^{-a/2} \quad a > 1 \quad (2)$$

sűrűségfüggvényekkel definiált szupermodell valamelyik típusát feltételezve. (Már a (2) kínálta sokféle $f_a(x)$ -típus is jelzi az általánosság mértékét, egyben azt is, hogy ez az $f_G(x)$ kizárólagos előfordulását feltételező klasszikus szemlélet általánosítása is egyben, hiszen bizonyítható, hogy $a \rightarrow \infty$ esetén $f_a \rightarrow f_G$, azaz a Gauss-típus is az $f_a(x)$ szupermodell elemének tekinthető.) Miért ez „*pálfordulás*” a szerző részéről a klasszikus statisztika irányában?

E kérdés megválaszolása előtt legyen szabad a szerzőnek egy teljesen szubjektív, ezért apró betűs bekezdést ideiktatnia, — talán kismértékben a SZILASI [2000]-ból vett következő megjegyzés hatására is: „...én tényleg, soha, sehol nem olvastam olyan utasítást, hogy a tudományos szövegnek egyben ... feltétlenül *unalmasnak is kell lennie*.” — Abban a szerencsében volt részem, hogy egyetemi tanulmányaim során a valószínűség elméletét SZÓKEFALVI-NAGY Béla professzor előadásában hallgathattam annak következményeként, hogy RIESZ professzorral közösen írt könyvük [RIESZ, SZÓKEFALVI-NAGY 1952] megjelenésével egy csapásra lett fiatalon világhírűvé, így a JATE Matematikai Intézete nem tehette meg, hogy bizonyos tárgyak előadását ne őrá bízva és az viszont nyilván azonnal nem volt megoldható, hogy ezek mind abból a témakörből valók legyenek, amelyek világhíressé tették. Nem tudhatom, hogy a valószínűségelméletet mennyire szívesen adta elő — feltehetően szívesebben, mint az ábrázoló geometriát, amelynek ezt megelőzően kényszerűen szintén előadója volt, — de nagyon jól jártam, hogy olyan zsenitől (és nem a klasszikus valószínűségelmélet lezártságában bigott módon hívó középkádertől) ismertem meg a valószínűségelmélet alapjait, aki bizonyos távolságtartással és az órá oly jellemző csípős megjegyzésekkel sem fukarkodva adta elő ezt a tárgyat. Nehéz lenne megítélni, hogy a fentieknek milyen mértékben volt szerepe abban (valami tudat alatti csatornán keresztül), hogy egy zseni tanársegédként írt cikkem [STEINER 1959] szakmai tartalmának statisztikai komponense az L_2 -norma alkalmazásától való elszakadást jelentette, — és ráadásul ezzel a lépéssel egy Egyed-féle jó alapgondolat [EGYED 1955] megszabadult a gyakorlati alkalmazhatóságot is már időnként megkérdőjelező nagy bizonytalanságtól, amelyet az 1955-ös cikkben az L_2 -alapú statisztika alkalmazása okozott. Sietek hozzátenni, hogy az idézett cikkem írásakor csak a *józan paraszti ész* logikáját követtem, és ez teljesen ösztönösen vezetett engem a legkisebb négyzetek klasszikus elvétől való eltérésre. Több évtized távolából is hállával tartozom EGYED professzornak, aki ezt a klasszikus statisztikától való ösztönös elszakadásomat egy be-

szélgetésünk során tudatossá tette bennem, bizonyára ezzel is előkészítve a talajt ahhoz, hogy már 1965-ben (gravitációs témakörben) írt kandidátusi értekezésemben bátorkodtam kimondani a *legnagyobb reciprokok* elvét (ld. pl. STEINER (ed.) [1997], 367. oldal), amelynek alapján robusztus és rezisztens eljárások származtathatók akárhány ismeretlen paraméter meghatározására általános esetben is. Alig titkolható büszkeséggel teszem hozzá, hogy egyetlen évvel korábban jelent meg az a dolgozat [HUBER 1964], amelyet startként szokás elfogadni a robusztus statisztika fejlődéstörténetében, de ez a Huber-cikk még nem szolgált általános esetekre alkalmazható algoritmusokkal: belül marad a helyparaméter-meghatározások problémakörén.

A fenti apró betűs bekezdés előtt feltett kérdést az tette látszólag indokolttá, hogy a klasszikus statisztika egy alapmennyisége e dolgozat vizsgálódásának a tárgya. A vizsgálati módszer azonban a klasszikus statisztikáénál tágabb horizontú lesz, nemcsak az eredményesség érdekében, hanem azért is, mivel egyre több geofizikus kolléga bír már a klasszikusnál általánosabb statisztikai szemlélettel (ld. pl. az L_1 -normán alapuló módszerek egyre nagyobb térhódítását), ennek megfelelően a „*normális eloszlás széles körű felléptét*” (PRÉKOPA [1962], 289. oldal 5. szöveg-sor) is feltehetően egyre kevesebben tételezik fel, a modern statisztika eszköztára pedig — látszólagos ellentmondásokat feltárva — esetleg olyan esetekben is elbizonytalaníthatja a gyakorlati szakembert, amikor az nem indokolt. Amennyire lehet, ilyen eseteknek elejét kell venni (úgy érzem, hogy ennek elősegítése kötelessége a gyakorlati statisztika általános szemléletű elméletével foglalkozó szakembereknek). A variogram-, vagy általánosabban a variancia-meghatározások vonatkozásában a jelen dolgozat ezt a célt kívánja elérni.

2. A variancia becslése

Az (1) egyenletben szereplő $\gamma(h)$ -t, vagy általánosan: valamilyen ξ valószínűségi változó pontos variancia-értékét nyilván csak becsülni tudjuk, ha (mint a gyakorlatban szinte mindig) csak n db x_i mérési adatra támaszkodhatunk. A pontos érték persze egyszerűen meghatározható az $f(x)$ valószínűség-sűrűségfüggvény ismeretében a következő integrállal:

$$\text{VAR}(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - E)^2 f(x) dx, \quad (3)$$

ahol E a ξ várható értéke, azaz $E = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$. Ha x sta-

tisztikai ingadozást jelent, az esetek túlnyomó többségében indokolt a zérus értékre szimmetrikus $f(x)$ -et várni (a (2)-ben definiált szupermodell mindegyik hibatípusmodellje ilyen, de az (1)-ben szereplő Z differenciákra is ez áll), s ekkor egyszerűen

$$\text{VAR} = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x) dx \quad (4)$$

a variancia pontos értékét definiáló formula. Minták esetében (azaz n db, az $f(x)$ -ből véletlenszerűen kapott x_i adatra) a (4) formulát a statisztikában megszokott szabályokkal írjuk át összegformulává:

$$VAR = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad (5)$$

tudva persze azt, hogy a bal oldal most már nem pontos értéket jelent, csupán annak becslését. (A $\gamma(h)$ (1) kifejezésében minden rögzített h távolsághoz az (5)-beli x_i -k az összes lehetséges módon képzett Z különbségeket jelentik — tehát csak közvetve van köztük az (1)-beli, rádiuszvektor értelmű \vec{x} vektorhoz, — és ha a bemért pontok között $n(h)$ db, egymástól h távolságra levő pontpár van, a VAR-becslés (5) kifejezésébe n helyett nyilván $n(h)$ -t kell írunk mindkét helyen. Így számítják a gyakorlatban az összes lehetséges h -hoz $\gamma(h)$ értékeit — pl. valamely adott, mondjuk térbeli pontrács sarokpontjaiban mért Z értékek alapján. A becslésjelleg miatt nem várható sima görbe; az ingadozó pontokat ezért célszerűen analitikusan adott formula szerinti görbét feltételezve egyenlítik ki, talán leggyakrabban a *szférikus modellnek* nevezett $\gamma(h) = C [1,5 \cdot h/H - 0,5(h/H)^3]$ függvényt alkalmazva a $0 \leq h \leq H$ tartományon, ahol H hatástávolságot jelent: ez az érték az a legkisebb h távolsága azon pontpároknak, amelyeknél a mért Z értékek kovarianciája már zérus. Ha $h > H$, $\gamma(h) = C$, ld. újra a STEINER [1990] 291. oldalán a 8.6 ábrát. Hogy egy ilyen megnyugtatóan sima görbe milyen nagymértékben ingadozó pontok kiegyenlítéséből adódott, azt talán néha jobb nem is tudni; mindenesetre az imént idézett könyv 296. oldalának 8.9 ábráján első pillanatban ijesztő pontfelhőt látunk. A pontok ilyen mértékű diszperziója azonban nem tekinthető tipikusnak: a krigelés részletes, ugyanakkor áttekinthető bemutatása szükségképpen összességében is kisszámú Z adatot igényelt, így azután az $n(h)$ értékek nagyon kicsinyek lettek, következésképpen heurisztikusan is indokoltnak fogadhatjuk el az (5) szerint számított pontok nagy statisztikai ingadozását. Emellett nagy, a vizsgált térrész méretével összemérhető h értékeknél az (5) szerinti számításoknál torzítás is felléphet az $n(h)$ -k extrém kicsiny volta miatt, mégpedig a $\gamma(h)$ pontbecslések csökkenését eredményezve. A klasszikus statisztikából azonban régóta ismert a torzításmentes varianciabecslés formulája is, amely általános esetben

$$VAR = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (6)$$

alakban írható, ahol \bar{x} az x_i -k számtani átlagát jelenti. Az alább ismertetendő Monte Carlo-számítások mindegyikében így történt a VAR-becslések számítása.

3. A varianciabecslések aszimptotikus szórása

Ha valamely statisztikai mennyiséget elég sok adatból számítunk ki, akkor ennek a b -vel jelölt becslésnek a σ_b -vel jelölt szórását szerencsés esetben $\sigma_b = A/\sqrt{n}$ -ként számíthatjuk (ahol A -t a b aszimptotikus szórásának nevezzük és n az adatok száma).

A (4)-ben definiált VAR kifejezést a klasszikus statisztikában második centrális momentumnak is nevezik és ekkor m_2 -vel jelölik. Az r -edik centrális momentum (m_r) kifejezés per analogiam

$$m_r = \int_{-\infty}^{\infty} x^r f(x) dx, \quad (7)$$

de ezek a momentumok origóra szimmetrikus $f(x)$ sűrűségfüggvényeknél, amelyekkel a hibaeloszlásokat is modellezzük, nyilván csak páros r -eknél szolgáltatnak zérustól eltérő értékeket.

A variancia A_{VAR} -ral jelölt aszimptotikus szórásának formulája a következő (ld. pl. CRAMÉR [1945]):

$$A_{VAR} = \sqrt{m_4 - m_2^2}, \quad (8)$$

tehát csak az $r=4$ -hez és $r=2$ -höz tartozó momentumok ismerete szükséges A_{VAR} meghatározásához.

Vegyük alapul hibaeloszlásként a (2)-ben definiált $f_a(x)$ szupermodell valamely a -hoz tartozó típusát standardizált alakban, azaz $S=1$ -et helyettesítve. Az utóbbi lényegtelen, azaz eredményekre hatással nem levő, pusztán egyszerűbb, így egyben áttekinthetőbb írásmódot lehetővé tevő művelet interpretálható úgy, hogy, mivel x egységét tetszőlegesen választhatom meg, így standardizáláskor csupán az történik, hogy történetesen az S skálaparamétert választom x egységének. (Ha vizsgálódásaink után az eredeti egységrendszerre akarunk visszatérni, akkor a standardizált esetre vonatkozó VAR-t, A_{VAR} -t, vagy bármilyen, x^2 dimenziójú jellemzőt S^2 -tel kell szoroznunk.)

A (2) szupermodell alapulvétele általában is, így most is nemcsak azért előnyös, mert a típusok rendkívüli sokféleségét kínálja (a gyakorlat számára túlnyomóan már túl rövid szárnyú modellnek bizonyuló Gauss-típustól egészen az extrém nagy súlyú szárnytartományokkal rendelkező típusokig), hanem azért is, mert $f_a(x)$ egyszerű analitikus alakja gyakran vezet elemien egyszerű formulákra. Utóbbira talán az egyik legmeggyőzőbb példa éppen a (7) szerint számított m_r -eknek az $f_a(x)$ szupermodellre adódó formulája:

$$m_r = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (r-1)}{(a-3) \cdot (a-5) \cdot \dots \cdot [a-(r+1)]} \quad (9)$$

(ld. pl. STEINER (ed.) [1997] 52. oldalán a (2-5) formulát).

Azonnal látható (9)-ből, hogy magának a varianciának (azaz m_2 -nek) az értéke

$$VAR = \frac{1}{a-3}, \quad (10)$$

s mivel (szintén (9)-ből)

$$m_4 = \frac{3}{(a-3) \cdot (a-5)}, \quad (11)$$

következésképpen a variancia aszimptotikus szórása (ld. (8)-at)

$$A_{VAR} = \frac{\sqrt{2}}{a-3} \cdot \sqrt{1 + \frac{3}{a-5}} \quad (12)$$

alakban írható fel. Ha A_{VAR} értéke a VAR-hoz viszonyítottan érdekel bennünket, nyilván az

$$A_{VAR}/VAR = \sqrt{2} \cdot \sqrt{1 + \frac{3}{a-5}} \quad (13)$$

formulát fogjuk alkalmazni.

4. A geostatistikában előforduló hibatípusok

DUTTER [1986/87] szerint a geostatistikában leggyakrabban az $a=5$ -höz tartozó $f_a(x)$ valószínűségeloszlás-típus előfordulása várható, amelynek sűrűségfüggvénye (2) szerint standard esetben

$$f_{st}(x) = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\left(\sqrt{1+x^2}\right)^5}. \quad (14)$$

(Az „st” index arra utal, hogy néhány csillagászati, geodéziai stb. adatrendszer típusvizsgálata is $a=5$ körüli értékre vezetett, így ez a típus *statistikus eloszlásnak* nevezhető.) Mivel nincs okunk feltételezni, hogy a $\gamma(h)$ variogrampontok számításának alapjául szolgáló Z differenciák eloszlása nem áll közel a (14) szerinti statisztikához (hiszen utóbbinak a definiálásakor kiindulásként DUTTER fentebb idézett, éppen a geostatistikára vonatkozó megállapítása szolgált), első pillanatban megdöbbenéssel állapítjuk meg, hogy (12)-ből ekkor a variancia aszimptotikus szórásának végtelen voltára kell következtetnünk. Ha ezt a körülményt úgy interpretálnánk, hogy hiába sűríttem (akár szinte minden ésszerű határon túl is) a mérési pontok számát pl. a $\gamma(h)$ -meghatározáshoz, hogy annak $A_{VAR} / \sqrt{n(h)}$ szórása az $n(h)$ növelésével csökkenjen, igyekeztem hiábavaló: maga az A_{VAR} végtelen lévén, a szórás változatlanul végtelen marad már a (14) szerinti statisztikai eloszlásnál is (persze az $a < 5$ típusparaméterekkel jellemzett eloszlásoknál ugyanúgy), amely f_{st} -ről pedig a (14) előtti sorok Dutter-idézete azt állította, hogy a geostatistikában leggyakrabban ez a hibaeloszlás fordul elő.

Azok az olvasóimat, akik eddig DUTTER nevével esetleg nem találkoztak, — pedig őt a fentiekben mértékadó tekintélyként idéztem, — legyen szabad arról tájékoztatnom, hogy ez a bécsi professzor a robusztus statisztika irodalmában ismert név, HUBER társszerzőségével is jelentetett meg cikkeket, — márpedig HUBERT a nemcsak fundamentális jelentőségű, már idézett HUBER [1964] tette kiemelkedően elismertté, hanem az is, hogy elsőként jelentetett meg monográfiát a robusztus statisztikáról [HUBER 1981]. A fentiek — azazhogy DUTTER kiváló elméleti szakember a robusztus statisztika általános témakörében, — még nem nyugtatnák meg e sorok szerzőjét afelől, hogy valóban kompetens bármely gyakorlati diszciplínára vonatkozóan típuseloszlások előfordulási valószínűségére bármilyen kijelentést tenni. Gondoljunk azoknak a klasszikus valószínűségelméletet művelő kiváló matematikusoknak az extrém nagy számára, akik a Gauss-típus igen gyakori — vagy akár kizárólagos — előfordulását hirdetik a hibaeloszlásokra vonatkozóan, sőt, a Ljapunov-tételre (ld. pl. PRÉKOPA [1962]) hivatkozva ezt bizonyítottak is hiszik, megfelelkezve CRAMÉR nevezetes tételéről, amely szerint akárhány apró hiba szuperponálódása alakítja is ki a gyakorlatban tapasztalt hibaeloszlást, ez utóbbi csak akkor lehet Gauss típusú, ha minden egyes összetevője már maga is eleve Gauss típusú volt. — Azt hiszem, joggal mondhatjuk ki, hogy típuseloszlás-előfordulás valamilyen diszciplínán belüli gyakoriságára vonatkozó kijelentést csak olyan matematikustól fogadhatunk el, aki az adott diszciplínát is kellő mélységben ismeri. Nos, DUTTER a leobeni egyetemen geostatistikát ad elő (ennek jegyzetét idéztem

DUTTER [1986/87]-ként), így ez a feltétel teljesül.

A geofizikusok nagy szerencséjére talán JEFFREYS személye teljesíti a fent megfogalmazott kettős követelményt a legpregnásabban: kiváló matematikusként monográfiát írt a valószínűségelméletéről [JEFFREYS 1961], ugyanakkor (mint gyakorlati statisztikus) a geofizika több szakterületén (pl. a szeizmológiában) mért adatrendszerekből hámozta ki a lényeges információkat, a lehető legnagyobb pontosságra törekedve. Utóbbiit a klasszikus statisztika alkalmazásával nem érthette el, mert az adatrendszerek hibaeloszlásait sohasem találta Gauss típusúaknak, így a mért adatrendszerek optimális értékelésére iterációs eljárásokat fejlesztett ki és alkalmazott már a XX. század harmincas éveiben, — bár az akkori „számítástechnika” egész munkacsoportjának egy műszaknyi munkáját igényelte egyetlen iterációs lépés végrehajtásához. JEFFREYS a hibaeloszlások még legrövidebbnek talált szárnyait is a $6 < a < 10$ tartományba eső a típusparaméterű $f_a(x)$ eloszlásokkal találta modellezhetőeknek (idézi KERÉKFI [1978]). A $6 < a < 10$ típusintervallumot ezért *Jeffreys-intervallumnak* nevezzük; nos, ezen intervallum bármely típusára véges értéket ad (12) a varianciák A_{VAR} aszimptotikus szórására, de ez nem a leggyakrabban előforduló típusok tartománya. Itt nem részletezendő okokból célszerű volt az $a=9$ esetet mint ezen intervallum reprezentánsát kiemelni; ennek a Jeffreys-eloszlásnak nevezett típusnak a standard esetre vonatkozó, $f_J(x)$ -szel jelölt sűrűségfüggvénye (2) szerint a következő:

$$f_J(x) = \frac{35}{32} \cdot \frac{1}{\left(\sqrt{1+x^2}\right)^9}. \quad (15)$$

Az f_J az f_{st} -hez viszonyítva nyilván az f_a -típusok rövid szárnyú tartományát képviseli (az f_G -vel jelölt, $a \rightarrow \infty$ -hez tartozó Gauss-eloszlás persze az f_a -típusok közül a legrövidebb szárnyú, de ilyen hibaeloszlással nemcsak JEFFREYS nem találkozott gyakorlati adatrendszereinél, de modern szerzők egész sora sem — legyen szabad itt elhagynom az erre vonatkozó idézetlistát). Nézzük az f_{st} *másik oldalát*: milyen nagy súlyú szárnyak fordulhatnak elő a geofizikában? STEINER (ed.) [1991] elektromágneses példát mutat be arra, hogy a típusmodellezéshez az

$$f_C(x) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{1+x^2} \quad (16)$$

sűrűségfüggvényű Cauchy-eloszlásra is szükségünk lehet (azonnal látható (2)-ből, hogy ez az $a=2$ típusparaméterhez tartozó $f_a(x)$ eloszlás). Sőt, STEINER (ed.) [1997] egy példában bemutatja, hogy még az $a < 2$ eset is előfordulhat adatrendszereinknél, de ezek csak sporadikus esetek lehetnek; már a Cauchy körüli eloszlások előfordulása sem gyakori, de semmiképpen nem elhanyagolható valószínűségű.

Jó lenne egy egyszerű analitikus függvénybe sűríteni mindazt, amit szavakkal a fentiekben kissé hosszadalmasan tudtam csak elmondani. Az áttekinthetőség fokozása érdekében vezessük be $t \equiv \frac{1}{a-1}$ -et új típusparaméterként;

ezzel egyben azt is elérjük (a STEINER (ed.) [1997]-ben bizonyítottan), hogy új típusparaméterünk „kézzelfogható” értelemmel bír: a Gauss-tól mért títüstávolság konstansszorosával egyenlő. A Cauchy-eloszlásra ($a=2$

miatt) $t=1$, az $a=5$ -höz tartozó statisztikai típusra $t=0,25$, az $a=9$ -cel jellemzett Jeffreys-félére $t=0,125$. Vizsgálódásaink szemszögéből a $t=0,5$ esetet is kiemelten fontosnak kell ítélnünk, mert (10) szerint ennél az ($a=3$ -mal is jellemezhető) típusnál kezdődik az a típusintervallum, amelytől indulva (azaz $t \geq 0,5$ -re) már nincs értelmezve a variancia, amit úgy is szokás rövidebben megfogalmazni, hogy $VAR = \infty$ teljesül (a (4) szerinti integrál divergens).

A fentiekben megismert t alkalmazásával a hibatípus-eloszlások $g(t)$ -vel jelölt sűrűségfüggvénye

$$g(t) = 16 \cdot t \cdot e^{-4t} \quad (17)$$

szerint írható fel (görbeként e függvényt STEINER [1990] a 233. oldalon a 6.19 ábrán mutatja be). Ez az egyszerű formula maximumát valóban a DUTTER által leggyakrabban előfordulóként megadott hibatípusnál éri el (amely típust most a $t=0,25$ típusparaméter definiálja), a $t=0$ -hoz tartozó Gauss-típus (17) szerint valóban zérus valószínűsűrsűrűségű, a Jeffreys-intervallum típusait viszont a maximális $g(t)$ érték felénél nagyobb valószínűsűrsűrűségek jellemzik, — míg a $t=1$ -hez tartozó Cauchy-eloszlás valószínűsűrsűrűsége már kb. csak ötöde a maximális $g(t)$ értéknek: így teljesül itt az a korábbi megállapítás, hogy szakterületünkön ugyan nem várható gyakorinak a Cauchy környéki típusok előfordulása, de ez utóbbi esemény egyáltalában nem elhanyagolható valószínűségű. A t -nek 1-nél nagyobb, növekvő értékeihez a $g(t)$ értékek gyors zérushoz tartása tartozik, kifejezve azt, hogy $a < 2$ típusparaméterű eloszlások fellépte már szinte elhanyagolhatóan ritka.

A (17) ugyan elegánsan sűrítve adja vissza a típuseloszlások előfordulási gyakoriságairól az irodalomban található utalásokat, de hiba lenne a földtudományok minden szegmensére szinte természetörvényként elfogadni. A jelen sorok szerzője azonban nem ismer egyéb javaslatokat a szakirodalomból, ezért a (17) alapján válaszolja meg azt a kérdést, hogy az előforduló típusok hány százalékában véges a varianciák (egyben persze az (1) szerinti $\gamma(h)$ variogrampontok) aszimptotikus szórása. Mivel $t \geq 0,25$ -nél (12) szerint A_{VAR} már végtelen, a varianciák hibáit szórással, azaz $\sigma_{VAR} = A_{VAR} / \sqrt{n}$ -ként a várható hibatípusok 26,4%-ánál tudjuk csak jellemezni, mivel a $P\{t < 0,25\}$ valószínűség (17) szerint

$$P\{t < 0,25\} = \int_0^{0,25} g(t) dt = 0,264 \quad (18)$$

értékűnek adódik.

5. A σ_{VAR} varianciahibák Monte Carlo-meghatározásai és kapcsolatuk az A_{VAR} aszimptotikus szórással

Ha a statisztika irodalmában megadják bármely jellemzőhöz és becslésmódjához az aszimptotikus szórás értékét vagy formuláját, azt általában nem felejtik el hozzátenni, hogy a becslések σ szórása A/\sqrt{n} -ként számítható, ha n elég nagy. Annak a közlésével általában már adós szokás maradni, hogy az adott esetben milyen n értéket tekinthetünk elég nagyoknak? 25-öt, 50-et vagy 100-at? Esetleg még

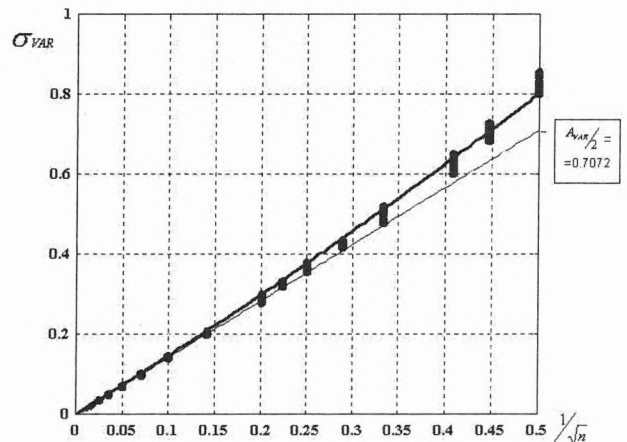
ennél is sokkal nagyobb értéket, mondjuk $n=10\,000$ -et? HAJAGOS, STEINER [2000]-ből látható, hogy amennyiben az aszimptotikus szórással kezelhető típustartományának a határához közeledünk, a $\sigma = A/\sqrt{n}$ szabály csak minden határon túl növekvő n -ekre ad pontos értéket.

Jelenleg nyilván a

$$\sigma_{VAR} = A_{VAR} / \sqrt{n} \quad (19)$$

érvényességi tartományai érdekelhetnek bennünket, de mivel a (12) szerinti A_{VAR} a (18)-ból láthatóan az összes előforduló hibatípusoknak csak 26,4%-ára véges, elégedjünk meg három hibatípus: a Gauss-, Jeffreys- és az $a=6$ -hoz tartozó f_a típus Monte Carlo-vizsgálatával. Emlékezzünk, hogy a harmadikként említett eloszlás a Jeffreys-intervallum felső, a kritikus (a Gauss-típustól távolodva elsőként $A_{VAR} = \infty$ -t eredményező) $a=5$ -höz közel álló határa, így az $a=5,9; 5,8; \dots; 5,1$ sorozat időigényes vizsgálatával mutathatnánk csak be azt, amit per analogiam kézenfekvő a varianciákra vonatkozóan is várni a HAJAGOS, STEINER [2000] eredményei alapján: az n , mint a (19) alsó érvényességi határa, minden határon túl nő, ha $a \rightarrow 5$.

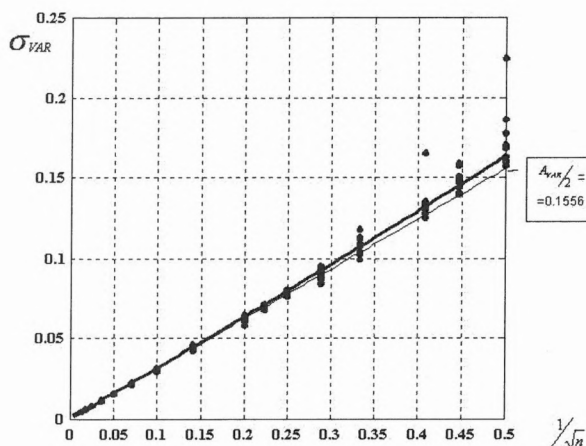
A Monte Carlo-vizsgálatok N ismétlési száma mindvégig 2400 volt; ezek eredményeit az 1–3. ábrán pontok jelzik. Az ábrákon látható, hogy azonos n -hez több pont is tartozik, mert a gép az egész fenti procedúrát azonos n -hez minden esetben 11-szer ismételte meg.



1. ábra. A varianciák szórása az $1/\sqrt{n}$ függvényében, ha az anyaeloszlás Gauss típusú. A (20) összefüggésbeli c faktort a Monte Carlo-eredményekből az eltérések P_C -normájának minimalizálásával határoztuk meg

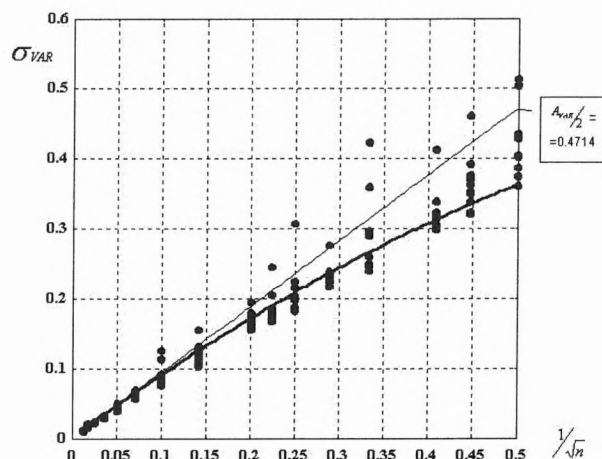
Fig. 1. The scatter of the variances vs. $1/\sqrt{n}$ in case of the standard Gaussian parent distribution. The c coefficient in Eq. 20 was determined on the basis of the Monte Carlo results using P_C -norm minimisation; the thin straight line corresponds to the asymptotic rule

A $(1/\sqrt{n}; \sigma_{VAR})$ pontok elhelyezkedését vizuálisan megítélve az 1., 2. és 3. ábrán (minimálisan $n=4$ elemű mintát tartva reálisnak σ_{VAR} becsléséhez, az $1/\sqrt{n}$ jelentésű abszcisszát csak a 0,5 értékig vettem fel az ábrákon), egyszerű parabolikus kiegyenlítést látszik célszerűnek végrehajtani



2. ábra. A varianciák szórása az $1/\sqrt{n}$ függvényében, ha az anyaeloszlás Jeffreys típusú. A (20) összefüggésbeli c faktort a Monte Carlo-eredményekből az eltérések P_C -normájának minimalizálásával határoztuk meg

Fig. 2. The scatter of the variances vs. $1/\sqrt{n}$ in case of the Jeffreys (see Eq. 15) parent distribution. The c coefficient in Eq. 20 was determined on the basis of the Monte Carlo results using P_C -norm minimisation; the thin straight line corresponds to the asymptotic rule



3. ábra. A varianciák szórása az $1/\sqrt{n}$ függvényében, az anyaeloszlás $a=6$ -hoz tartozó standard $f_a(x)$ -eloszlására. A (20) összefüggésbeli c faktort a Monte Carlo-eredményekből az eltérések P_C -normájának minimalizálásával határoztuk meg

Fig. 3. The scatter of the variances vs. $1/\sqrt{n}$ in case of the standard $f_a(x)$ for $a=6$ as parent distribution. The c coefficient in Eq. 20 was determined on the basis of the Monte Carlo results using P_C -norm minimisation; the thin straight line corresponds to the asymptotic rule

a hibaeloszlás-típusok neve	a típusparaméter	A_{VAR} a varianciák aszimptotikus szórása	c az $1/n$ szorzója a (20) formulában
Gauss	∞	1,4145	0,3645
Jeffreys	9	0,3118	0,0304
a Jeffreys-intervallum Gausztól távolabbi határa	6	0,9428	-0,4383

1. táblázat. A variancia szórásának n -től való függését $\sigma_{VAR} = A_{VAR}/\sqrt{n} + c/n$ alakban megadó (20) egyenlet paraméterei három, standard alakban megadott anyaeloszlástípusra

Table 1. The values of the parameters figuring in Eq. 20 for three parent distribution types (given in standard form)

$$\sigma_{VAR} = A_{VAR}/\sqrt{n} + c/n \quad (20)$$

alakban. Tanulságos megemlíteni, hogy A_{VAR} -t és c -t egyaránt ismeretlennek tekintve, a klasszikus, azaz az L_2 -normát minimalizáló kiegyenlítés A_{VAR} értékeire a (12)-ből (ill. (13)-ból) pontosan számítható A_{VAR} értékektől szignifikánsan eltérő adatokat is szolgáltatott, ezzel szemben a P_C (ld. pl. STEINER (ed.) [1997] 20. oldalán levő P.2 táblázatot) minimumhelye helyes értékeket eredményezett A_{VAR} -ra mindhárom esetben. (A (13)-at a standard Gauss-esetnél alkalmaztuk: az egységnyi szórás miatt $VAR=1$ is teljesül, s így (13)-ból közvetlenül leolvasható, hogy erre az ($a = \infty$ -nel is jellemezhető) típusra $A_{VAR} = \sqrt{2}$.) Így a P_C szerint egyenlítetttem ugyan ki mindhárom ponthalmazt, de felesleges „sportteljesítménynek” ítélve A_{VAR} kiegyenlítéssel való meghatározását, kiegyenlítéskor a pontosan ismert A_{VAR} -okat helyettesítve (20)-ba, kiegyenlítéssel csak a c meghatározása történt. A (20) paramétereit a vizsgált három esetre az 1. táblázat tartalmazza.

Az 1., 2. és 3. ábrán vékony vonallal az origóbeli érintőt is feltüntettük; ez adná meg a σ_{VAR} függését az összes n mintaméretre vonatkozóan, ha (19) nemcsak aszimptotikusan teljesülne. Ha a kiegyenlítés eredménye szerinti vastag vonal már grafikusan nem különíthető el a vékony vonalú egyenestől, akkor már az egyszerű (19) formulát alkalmazhatjuk. A fentiekben már kifogásolt „ h n elegendően nagy” feltétel helyébe számértékek lépnek: a

Jeffreys-eloszlásnál $n \geq 25$ -nek és az $a=6$ -tal jellemzett f_a hibatípusnál $n \geq 100$ -nak kell teljesülnie ahhoz, hogy (19) a gyakorlat számára pontos eredményt adjon.

6. A $Q_{VAR,n}$ varianciahibák Monte Carlo-meghatározásai és a belőlük levonható következtetések véges A_{VAR} esetén

Ebben a pontban tulajdonképpen a 7. pontot szándékozom előkészíteni, amennyiben már most öntsünk tiszta vizet a pohárba: az $A_{VAR} = \infty$ és következésképpen a $\sigma_{VAR} = \infty$ esetét sem kell szerencsére tragikusan felfognunk, mivel a VAR -becslések egyéb hibajellemzői nem okvetlenül végtelenek, ha σ_{VAR} végtelennek adódik is. Magyarul: nem túl szerencsés a választásunk, ha a szórást választjuk hibajellemzőnek. Milyen más alternatívánk van?

Többet is felsorolhatnánk, de elégedjünk meg a Q -val jelölt interszextilis félterjedelemmel (grafikus definícióját standard $f_4(x)$ -re a STEINER (ed.) [1997] P.2 ábrája mutatja

be a 21. oldalon), amelynek néhány praktikus sajátosságát már STEINER [1990] is megfogalmazta: sohasem végtelen értékű, aszimptotikus viselkedését még f_a -nál általánosabb esetekre is egyszerű formula írja le, — és hogy egy klaszszikus statisztikát művelő szakember fülének is bizonyára jól hangzó tulajdonságáról is beszámoljak: $Q \approx \sigma$ teljesül a *normáleloszlásra* (azaz a Gauss-félére); a pontos összefüggés erre az eloszlásra a következő:

$$Q = 0,9674 \cdot \sigma. \quad (21)$$

A Q interszextilis féltérjedelem általános definíciója előtt definiálnunk kell a Q_f felső szextilist az

$$\int_{Q_f}^{\infty} f(x) dx = 1/6 \quad (22a)$$

integrállal, az alsó szextilist pedig a következőképpen:

$$\int_{-\infty}^{Q_a} f(x) dx = 1/6. \quad (22b)$$

A (Q_a, Q_f) intervallumra nyilván $2/3$ valószínűséggel esnek x értékek (Q_a -nál kisebb és Q_f -nél nagyobb x értékek előfordulása egyaránt $1/6$ valószínűségű); kézenfekvő tehát a (Q_a, Q_f) intervallum felét hibajellemzőnek elfogadni és ezt Q -val jelölve interszextilis féltérjedelemnek nevezni:

$$Q = \frac{1}{2}(Q_f - Q_a). \quad (22c)$$

Monte Carlo-számításunk során $N=2400$ -szor generálunk n elemű mintát az éppen vizsgált anyaeoszlásból, minden mintára meghatározva a (6) kifejezést és nagyság szerint rendezve az így kapott VAR-bebecsléseket, már csak azt a két értéket kell megadnunk, amelynél $N/6$ db VAR kisebb (vagy egyenlő), ez a $Q_{VAR,n,a}$, valamint amelynél $N/6$ db VAR-bebecslés nagyobb (vagy egyenlő), ez $Q_{VAR,n,f}$ lévén, (22c) szerint már számíthatjuk a kézenfekvően $Q_{VAR,n}$ -nel jelölt hibajellemzőt. Maga VAR is szoros kapcsolatban van az anyaeoszlás egyik primer hibajellemzőjével, a szórással ($VAR = \sigma^2$ miatt), ezért ha a $Q_{VAR,n}$ hiba hibáját (akár elméleti úton, vagy másképpen) tüzetes vizsgálat tárgyává tennénk, az már a *hiba hibájának a hibája* vizsgálati célkitűzések kategóriába esne, amely nem érdektelen kérdéskör ugyan, de túlzásnak ítélném ennek részletes vizsgálatát. Ehelyett minden n -re mindig 11-szer meghatározva (persze egymástól teljesen függetlenül) a $Q_{VAR,n}$ értékeket, ezek (normálás után) ugyanúgy külön pontként kerülnek az ábrákra, ahogyan (az N elemű VAR minta sorba rendezését és a normálást leszámítva) hasonló előkészületi munka után számítottuk az N db VAR bebecslésből a σ_{VAR} értékeket és így minden n -hez annyi pont került (a σ_{VAR} -ok kis ingadozásának kedvező esetében esetleg vizuálisan már nem elkülöníthetően) az 1., 2. és 3. ábrára, ahányszor az egész procedúrát a gép végrehajtotta, tehát mindig 11 darab.

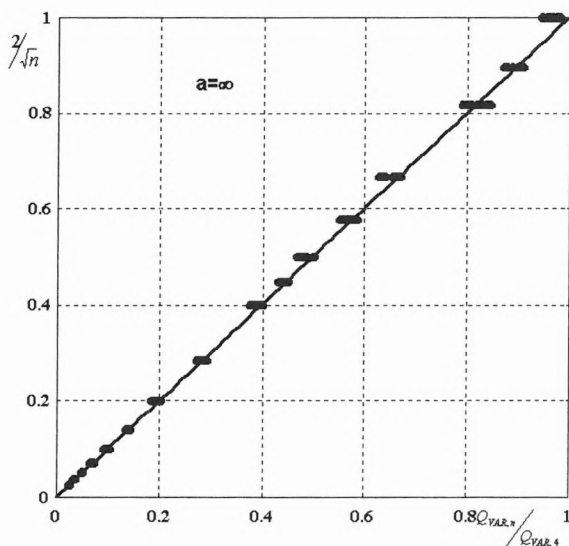
A fent már szóba hozott normálás végrehajtása abból a célból történik, hogy az eredmények függetlenek legyenek a skálaparamétertől (mivel mindig standard alakú anyaeoszlásból indulunk ki, ahol az $S=1$ teljesül, minden $Q_{VAR,n}$ és a korábbiakban kapott σ_{VAR} eredményünk is S^2 -tel szorzandó, ha az S skálaparaméter értékét az $S \neq 1$ reláció jellemzi). Számítástechnikailag nyilván a legkevésbé munka-

igényes $Q_{VAR,4}$ meghatározása, így ezt a meghatározást (11 helyett) ezerszer is megismételhetjük, amely értékhalmoz mediánja már kellően pontos ahhoz, hogy normálásra alkalmazzassuk; a további ábráinkon szereplő pontok egyik koordinátája ezért $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ lesz. Mivel nyilván 1 ennek az immár skálaparaméter-független hányadosnak a maximális értéke, a pontok másik koordinátájára is könnyen megvalósíthatjuk az 1 értékű maximumot, ha az eddigi $1/\sqrt{n}$ helyett $2/\sqrt{n}$ -et alkalmazunk. Hogy görbéink sohasem indulhassanak végtelen irántangenssel az origóból, ezért (végül is tehát az analitikus kezelhetőség megkönnyítésére) $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ szerepel a továbbiakban abszciszszaként és $2/\sqrt{n}$ ordinátaként; az origóban a végtelen aszimptotikus szórások eseteiben így adódó zérus irántangens megjelenése analitikus szemszögből megítélve nemcsak hogy nem probléma, sőt inkább egyszerűsödést eredményez (vö. a (24) és (27) formulákat).

A 4., 5. és 6. ábra a fenti megfontolással adódó eredmények kiegyenlítő görbéit mutatja be ugyanazokra a véges aszimptotikus szórású esetekre (Gauss, Jeffreys, $a=6$), amelyek σ_{VAR} -görbéit az 1., 2. és 3. ábrán már megismertük. A 4. ábrán egyetlen egyenes adódik; az 5. és 6. ábra görbéi pedig nem elhanyagolható hosszúságú (nyilván az origóbeli érintővel egybeeső) egyenes szakasszal indulnak, arra utalva, hogy a $Q_{VAR,n}$ mennyiségekre a (19)-cel analóg

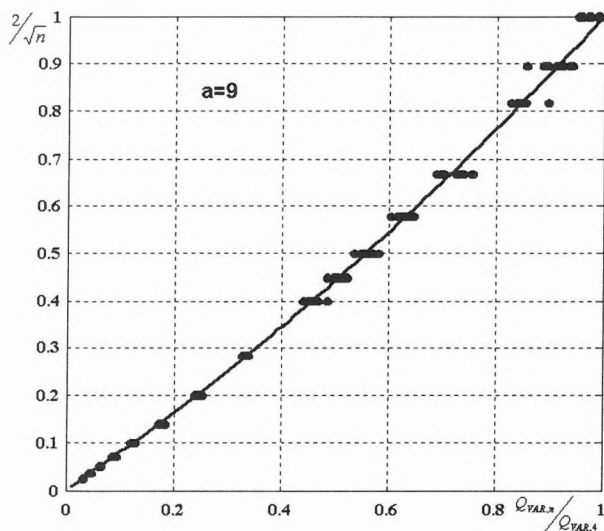
$$Q_{VAR,n} = Q_{VAR} / \sqrt{n} \quad (23)$$

aszimptotikus törvényszerűség teljesül véges aszimptotikus szórású esetekben, csak egyelőre még nem ismerjük a Q_{VAR} *aszimptotikus interszextilis féltérjedelem* számszerű értékeit.



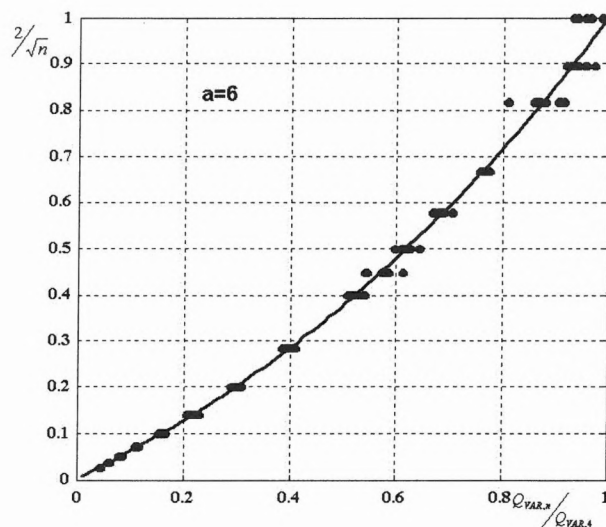
4. ábra. $2/\sqrt{n}$ görbéje a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ függvényében Gauss típusú hibaeoszlásra, a Monte Carlo-eredményeket a (24) egyenlet szerint L_2 -minimalizálással meghatározva (a görbeparaméterek számértékeire vonatkozóan ld. a 2. táblázatot)

Fig. 4. The $2/\sqrt{n}$ curve vs $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ in case of the Gaussian parent distribution, fitting the Monte Carlo results according to Eq. 24. (The numerical values of the parameters are given in Table 2)



5. ábra. $2/\sqrt{n}$ görbéje a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ függvényében Jeffreys típusú hibaeloszlásra, a Monte Carlo-eredményeket a (24) egyenlet szerint L_2 -minimalizálással meghatározva (a görbeparaméterek számértékeire vonatkozóan ld. a 2. táblázatot)

Fig. 5. The $2/\sqrt{n}$ curve vs $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ in case of the Jeffreys-type parent distribution, fitting the Monte Carlo results according to Eq. 24. (The numerical values of the parameters are given in Table 2)



6. ábra. $2/\sqrt{n}$ görbéje a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ függvényében a hibák $a=6$ -hoz tartozó $f_d(x)$ -eloszlására, a Monte Carlo-eredményeket a (24) egyenlet szerint L_2 -minimalizálással meghatározva (a görbeparaméterek számértékeire vonatkozóan ld. a 2. táblázatot)

Fig. 6. The $2/\sqrt{n}$ curve vs $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ in case of the $a=6$ parent distribution, fitting the Monte Carlo results according to Eq. 24. (The numerical values of the parameters are given in Table 2.)

a a típus- para- méter	$Q_{VAR,4}$ a négyelemű minták variancia- becsléseinek interszextilis félterjedel- me	b	u	v	w	Q_{VAR} a varianciák aszimptotikus interszextilis félterjedelme; alkalmazását a (23) egyenlet mutatja	$0,9674 \cdot A_{VAR}$ a varianciák aszimptotikus szórása a Gauss- eloszlásra érvényes Q/σ hányados ér- tékekével szorozva	a Q_{VAR} és a $0,9674 \cdot A_{VAR}$ kicsiny szá- zalékos eltérései (ld. a (26) defi- níciót)
∞	0,7000	1,0000	-	-	-	1,4000	1,3681	2,28%
9	0,1185	0,4749	1,629	1,061	0,1969	0,3160	0,3012	4,68%
6	0,2321	0,4776	1,414	1,885	-0,6055	0,9719	0,9121	6,15%
5	0,3355	0	1,246	2,132	-0,6312	∞	∞	-
4	0,5815	0	1,672	3,029	-1,2596	∞	∞	-
3,5	0,8733	0	1,995	3,545	-2,8765	∞	∞	-

2. táblázat. A 4–7. ábrák görbéit leíró (24), ill. (27) egyenlet szerinti b, u, v, w paraméterek (3., 4., 5. és 6. oszlop); a második oszlopbeli $Q_{VAR,4}$ -ből és b -ből (25) szerint meghatározott Q_{VAR} aszimptotikus interszextilis félterjedelem értékei a 7. oszlopban találhatóak. Az utolsó oszlop a nagy n -ekhez számított empirikus varianciák típusának Gauss-féléhez közeli voltára utal (esetleg aszimptotikusan az is)

Table 2. The curves in Figs. 4–7 were fitted according to Eq. 24 and Eq. 27; the parameters (b, u, v, w) are given in the third, fourth, fifth and sixth columns for six parent distribution types. The Q_{VAR} values were calculated on the basis of the $Q_{VAR,4}$ and b values according to Eq. (25). The percentual difference-values given in the last column hint that the distribution-type of the variances calculated for large n -s is near to the Gaussian

A 4., 5. és 6. ábrák pontjainak kiegyenlítése azzal az analitikus formulával történik, amely az egységnyi területű, hasonló lefutású változások eseteire HAJAGOS, STEINER [2000]-ben már olyan jól bevált. Jelen esetünkben ez

$$2/\sqrt{n} = b \cdot x + (1-b) \cdot (x^u - w \cdot x^v \cdot \ln x) \quad (24)$$

alakú összefüggést jelent, ahol az x egyszerűsítő jelölés a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ hányadost jelenti. A 4., 5. és 6. ábra eseteire a 2. táblázat első három sora adja meg egyrészt $Q_{VAR,4}$ -nek,

másrészt a (24) egyenletben szereplő paraméterek (azaz a b, u, v és w) értékeit.

Könnyen belátható, hogy a $Q_{VAR,4}$ és a b origóbeli iránytangens birtokában a (23)-beli aszimptotikus interszextilis félterjedelem

$$Q_{VAR} = 2 \cdot Q_{VAR,4} / b \quad (25)$$

szerint számítható. Ezeket az értékeket is feltüntettük a 2. táblázat első három sorában, s mivel ezek közel álltak az

A_{VAR} aszimptotikus szórások 1. táblázatbeli értékeihez, a nagy n -ekhez tartozó varianciák Gauss-hoz közeli típusát feltételeztük. Valóban, mivel a (21) szerint az ilyen típusra $Q_{VAR}=0,9674 \cdot A_{VAR}$ teljesül, a táblázat a $0,9674 \cdot A_{VAR}$ szorzatot is tartalmazza, és ezek Δ_{VAR} -ral jelölt százalékos eltéréseit a Monte Carlo-eredményekből nyert Q_{VAR} értékektől

$$\Delta_{VAR} = (Q_{VAR} - 0,9674 \cdot A_{VAR}) / Q_{VAR} \cdot 100 \quad (26)$$

szerint számítva, kicsiny (és legalább részben a teljes Monte Carlo-procedúra + kiegyenlítés) számlájára írható százalékos eltérések adódtak mindössze. Ezek szerint $Q_{VAR,n}$ -et az $5 < a < \infty$ tartomány bármely a paraméterrel jellemzett $f_a(x)$ anyaeloszlás-típusára (23) szerint számíthatjuk, úgy, hogy Q_{VAR} helyébe a (12) szerint számított A_{VAR} 0,9674-szeresét helyettesítjük, feltételezve persze, hogy n elég nagy.

7. A $Q_{VAR,n}$ varianciahibák értékei a varianciák végtelen aszimptotikus szórása esetén

A 7. ábra a 6. pontban részletesen leírt Monte Carlo-módszerrel nyert $(Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}; 2/\sqrt{n})$ pontokat mutatja be az egységnyezetben, amelyek az a típusparaméter 5; 4 és 3,5 értékeihez tartozó $f_a(x)$ anyaeloszlásokhoz tartoznak; (12)-ből láthatóan mindhárom esetre $A_{VAR} = \infty$.

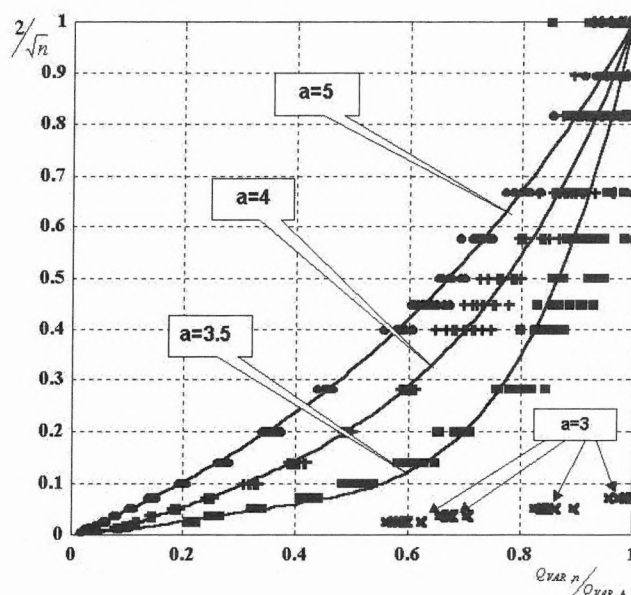
Minél közelebb van az a 3-hoz, az origótól zérus iránytangenssel indulóan annál hosszabb $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ intervallumon esnek a pontok az abszcisszatengelyhez nagyon közel (a 7. ábrán az „ $a=3,5$ ” jelű görbe mutatja legpregnansabban ezt a tendenciát), ami azt jelenti, hogy a nagy számok törvénye teljesül ugyan (azaz nagyobb n mintaelemszámnál csökken a varianciák $Q_{VAR,n}$ -nel mért hibája), de ez $a=3,5$ -nél a $Q_{VAR,4}$ hibának már akár csak felére csökkentéséhez is igen nagy n mintaelemszámot igényel. Az alkalmazott Monte Carlo-eljárás kissé kétségtelenül túlfeszített teszteléseként az $a=3$ -hoz is számítottunk pontokat (ezek közül az abszcisszához közeliakat nyilakkal jelöltük, a többi gyakorlatilag az abszcissza 1-es értékénél emelt függőleges egyenesre esett). Ezek feltüntetése talán nem volt felesleges, mert a görbék origóból való vízszintes indulása és kisebb vagy nagyobb hosszon az abszcisszatengely közelében maradása mindegyik $5 \geq a > 3$ relációnak eleget tevő $f_a(x)$ anyaeloszlástípusra jellemző, ha pontjainkból most (a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ hányadost továbbra is x -ként jelölve,) a

$$\frac{2}{\sqrt{n}} = x^u - w \cdot x^v \cdot \ln x \quad (27)$$

analitikus kifejezés szerint végezzük el a pontok kiegyenlítését. Ekkor ui. a (24)-ben szereplő b értéke természetesen zérus; a többi görbeparamétert (tehát a (27) összes görbeparaméterét) a 7. ábra három görbéjére a 2. táblázat szám szerűen adja meg.

A görbék közelítőleg vízszintes szakaszainak hossza $a=5$ -höz közeledve egyre rövidül, sőt, nullához tart (a 7. ábrán az 5-tel jelölt görbén ezért nem látszik vízszintes szakasz, de grafikusan az sem, hogy a görbe — mint minden (27) alakú függvény — az origóban zérus iránytangensű). Másrészt viszont a -t minden határon túl 3 közelébe csökkentve, a számított görbék egyre közelebb vannak ahhoz a görbéhez, amely az egységnyi hosszúságú

abszcisszavonalból és az abszcissza 1-es értékénél arra merőlegesen emelt, szintén egységnyi hosszúságú egyenesből áll. Az az előbbieken jogosan túlfeszítettnek minősített tesztelés, amely $a=3$ -ra végzett számításokból áll, valóban a fentiekben leírt, két egymásra merőleges egyenes szakaszból álló *határgörbéhez* közeleső pontokat eredményezett. (A túlfeszítettség ismételt hangsúlyozását azért tartom indokoltnak, mert (10) szerint már elvi értéke sem létezik a varianciának $a=3$ esetén.) HAJAGOS, STEINER [2000]-ben az \bar{x} számtani átlagokra kapott teljesen analóg eredményeket a végtelen aszimptotikus szórások típusartományára, amely ott a $3 \geq a > 2$ relációt teljesítő a -kat jelentette; az $a=2$ -nél már nem létezik várható érték, így ez a határ az \bar{x} -okra ugyanolyan szerepű volt, mint most a varianciáknál az $a=3$ határ.



7. ábra. $2/\sqrt{n}$ görbéi a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ függvényében, végtelen aszimptotikus szórású varianciák néhány esetére: az $a=5$; 4 és $a=3,5$ típusparaméter-értékekhez tartozó $f_a(x)$ hibaeloszlásokra. A

(27) egyenlet szerinti L_2 -minimalizálás a Monte Carlo-eredmények alapján, az u , v és w paramétereknek a meghatározására történt $b=0$ feltétellel; a numerikus eredményeket a 2. táblázat tartalmazza. Az $a=3$ típusparaméter esetén a variancia már definiálatlan, így a Monte Carlo-eredmények

$[Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}; 2/\sqrt{n}]$ pontjai érthetően részben az abszcissza, részben a $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}=1$ függőleges egyenes közelében adódtak (ezek közül az ábra csak az abszcissza-közeliakat jelöli meg)

Fig. 7. The $2/\sqrt{n}$ curves vs $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}$ for three cases characterized by infinite A_{VAR} asymptotic scatter: the parent distributions are of $f_a(x)$ type to the type parameters $a=5$; 4 and $a=3.5$. The u , v and w parameters of the three curves were determined by fitting of the Monte Carlo results according to Eq. 27 (the numerical values are given in Table 2). In case of $a=3$ the variance itself is already undefined, consequently the points $[Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}; 2/\sqrt{n}]$ representing the Monte Carlo results and denoted in the figure by x are very near to the abscissa (see the arrows), on one hand, and on the other hand, very near (or even coinciding with) the vertical straight line defined by $Q_{VAR,n}/Q_{VAR,4}=1$.

A varianciák végtelen aszimptotikus szórásával jellemzett $5 \geq a > 3$ típusparaméterű $f_a(x)$ eloszlások másik határát: az $a=5$ -höz tartozót azonban legnagyobb örömmelre a

nagy számok törvényét gazdaságosan teljesítő viselkedés jellemzi (ld. a 7. ábrán az 5 jelű görbét), hiszen emlékezünk a korábbiakból arra, hogy ez tekinthető a geostatistikában (DUTTER 1986/87), de általánosabban is a leggyakrabban előforduló hibaeloszlás-típusnak.

Nem szeretném a dolgozat végén az olvasónak afeletti örömét elrontani, hogy a nagy számok törvénye (már ti. hogy növekvő n -nel csökken a hiba), mint láttuk, minden véges varianciájú esetben teljesül, azaz feloldódott az a pusztán lát-szólagosnak bizonyult ellentmondás, amelyet a $\gamma(h)$ variogram-pont- vagy egyéb variancia-meghatározás túlnyomóan problémamentesnek talált volna és a között a tény között feszült, hogy a variancia aszimptotikus szórása a geostatistikában előforduló eloszlástípusoknak csak kb. egyegyedére véges, és az irodalomban leggyakrabban előforduló-nak mondott típusra is már végtelen. A megoldást (Kolumbusz tojásaként) az hozta meg, hogy a hibát a korábbiakban általános an elfogadott σ szórás helyett interszextilis félterjedelmével (Q -val) jellemeztük; ezzel sikerült reális képet kapnunk a hibaviszonyokról. Örömmel esetleg kissé beárnýékolhatja, de persze nem hallgatható el, hogy a hibacsökkenés mértéke nagymértékben függ az anyaeloszlás típusától, s így pl. ha $n=4$ -ről $n=100$ mintaelemszámra térünk át, a 4.–7. ábrákról azonnal leolvasható, hogy az $n=4$ -re jellemző hiba $n=100$ alkalmazásakor (azaz 0,2 értékű $2/\sqrt{n}$ -re) a Gauss-típusnál 20%-ára, a Jeffreys-típusnál 25%-ára, $a=6$ -nál 30%-ára, $a=5$ -nél 35%-ára, $a=4$ -nél 50%-ára végül $a=3,5$ -nél már csak 70%-ára csökken. A felsorolás utolsó két adata arra utal, hogy a nagy számok törvénye — a gyakorlati szakember bánatára — eléggé gazdaságtalanul is teljesülhet, ha az a típusparaméter értéke túl közel van 3-hoz, az elméleti variancia létezésének határához. Ilyen esetekben ijesztően (és túlnyomóan teljesíthetetlenül) nagy n -ek is adódhatnak, ha egy szignifikáns hibacsökkenési mértéket eleve kikötünk, amelyet a négyelemű minimális mintaméretre egy alkalmas n -re váltva akarunk elérni. Amennyiben a minimális mintaméretet jellemző hibát egyötödére (20%-ára) akarjuk lecsökkenti, akkor a fentiekben láttuk, hogy ez a Gauss-anyaeloszlásnál már $n=100$ -zal elérhető, de az 5., 6. és 7. ábrákról leolvashatóan a Jeffreys-típusnál ($a=9$ -nél) már $n=156$, az $a=6$ esetében $n=237$, a leggyakrabban előforduló $a=5$ -re pedig $n=400$ mintaelemszámra van szükségünk (megítélés kérdése, hogy ezt már túl soknak ítéljük-e, hiszen csak négyszerese a Gauss-típust jellemző értéknek). A 7. ábráról leolvashatóan ugyanilyen hibacsökkenéshez azonban az $a=4$ típusnál 1600, míg az $a=3,5$ típusnál már kerekken ötezer mintaelemszám szükséges.

* * *

A szerző megragadja az alkalmat, hogy köszönetét fejezhesse ki az FKFP 0914/1997 projektnek az 1997 óta többnyire team-tevékenység keretében végzett munkájának támogatásáért. Ebbe nemcsak oktatásfejlesztést és kutatómunkát, de az ezen időszakban közlésre leadott cikkek írását is beleérttem, amelyeket túlnyomóan HAJAGOS Béla ny. főiskolai tanár társszerzővel, legnagyobb számban az Acta Geodaetica et Geophysica Acad. Sci. Hung. folyóirat jelentetett meg. Ugyanitt fog megjelenni a szerzőnek

(HAJAGOS Béla társszerzőségével) az a dolgozata is, amely a jelen cikk angol nyelvű pandantjaként tekinthető, hiszen az ábrák és táblázatok azonosak lesznek, ezek hordozván a számítások eredményeit, amelyeknek programozási és futtatási munkáiért HAJAGOS Béla barátomnak hálás köszönetemet fejezem ki, mint a jelen dolgozat szerzője. Ez az angol nyelvű dolgozat a jelenleginél rövidebb lesz (lényegében megmaradva az ábrák kommentálásánál), ezért ezt a cikket már csak kétszerzős változatban lesz korrekten megjelentetni (a rövideget az ugyanabban az Actában megjelentetett cikkekre való nagyobb mérvű támaszkodás lehetősége teszi indokoltá). — Az azonos eredmények két dolgozatban történő, de más szövegű (terjedelemben is eltérő) megjelentetését persze előzetesen egyeztettem a két folyóirat főszerkesztőjével.

HIVATKOZÁSOK

- CRAMÉR H. 1945: *Mathematical methods of statistics*. Almqvist & Wiksells, Uppsala, 575 p.
- DUTTER R. 1986/87: *Mathematische Methoden in der Montangeologie*. Vorlesungsnotizen. Manuscript, Leoben
- EGYED L. 1955: Új módszer az átlagsűrűség meghatározására. *Geofizikai Közlemények* 4, 2, 31–36
- HAJAGOS B., STEINER F. 2000: The fulfilment of the law of large numbers for arithmetic means in case of infinite asymptotic scatter. *Acta Geod., Geoph. Acad. Sci. Hung.* 35, 4
- HUBER P. J. 1964: Robust estimation of a location parameter. *Ann. Math. Statist.*, 35, 73–101
- HUBER P. J. 1981: *Robust statistics*. Wiley, New York, 308 p.
- JEFFREYS H. 1961: *Theory of probability*. Clarendon Press, Oxford
- JOURNAL A. G., HUIJBREGTS Ch. J. 1978: *Mining geostatistics*. Academic Press, New York, 600 p.
- KERÉKFI P. 1978: A robusztus becslésekről. *Alkalmazott Matematikai Lapok*, 4, 327–357
- MATHERON G. 1965: *Les variables regionalisées et leur estimation*. Masson & Cie, Paris, 305 p.
- PRÉKOPA A. 1962: *Valószínűségelmélet műszaki alkalmazásokkal*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 440 p.
- RIESZ F., SZŐKEFALVI-NAGY B. 1952: *Leçons d'Analyse Fonctionnelle*. Akadémiai Kiadó, 448 p.
- STEINER F. 1959: Zur Ermittlung des Koeffizienten der gravimetrischen Höhenreduktion. *Gerlands Beiträge zur Geophysik* 68, 1, 15–20
- STEINER F. 1990: *A geostatistika alapjai*. Tankönyvkiadó, Budapest, 363 p.
- STEINER F. (ed.) 1991: *The most frequent value*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 315 p.
- STEINER F. (ed.) 1997: *Optimum methods in statistics*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 370 p.
- SZILASI L. 2000: *A Kopereczky-effektus*. Jelenkor Kiadó, Budapest, 248 p.

Mozgásvizsgálati célú gravimetriai mérések a sósikúti geodéziai mikrohálózaton¹

CSAPÓ GÉZA²

A dolgozatban egy hazai kísérleti mérést ismertet a szerző. A mérések célja a gravimetriai módszer alkalmazhatóságának vizsgálata földtani mozgások kimutathatósága céljából. A feladat a mozgások nagyságának és területi kiterjedésének meghatározása. Megállapítható, hogy megbízható eredményekre a területen csak hosszú időn keresztül ciklikusan végzett mérések után számíthatunk, mert a jelenlegi abszolút graviméterek mintegy 9 mm, a relatív graviméterek pedig 30–60 mm magasságkülönbségnek megfelelő „szekuláris” nehézségi gyorsulási értékváltozások kimutatására alkalmasak. A földtani jellegű mozgások nem okvetlen járnak együtt a nehézségi erő megváltozásával (és fordítva). Miután a gravimetria fizikai módszer, célszerű a geometriai módszerekkel (GPS, szintezés) együtt alkalmazni, mert a komplex értelmezésnél — az adott terület földtani ismeretének birtokában — hasznos információkat szolgáltat a nehézségi erőter változásának okáról és jellegéről, illetve magyarázatot adhat a GPS mérések eredményében esetleg jelentkező ellentmondásokra.

G. CSAPÓ: Gravity measurements for monitoring structural movements on the geodetic micronet near Sósikút

This paper presents the first phase of gravity measurements carried out on a test polygon to detect vertical crustal movements. The aim of the measurements is to investigate the applicability of gravity to detect geological movements. The task is to determine the amplitude and the extent of the movements. It is calculated that reliable results can only be expected from long measurement series because at present the accuracy of absolute and relative gravimeters only makes it possible to detect the gravity equivalent of 9 mm and 30–60 mm vertical movement respectively. At the same time geological movements do not indicate gravity change under any circumstances and vice versa. Since gravity is a physical method it is advisable to combine it with geometrical methods (GPS, leveling). The integrated interpretation of the two methods — taking into consideration the geological conditions and structure of the given region — can lead to the better understanding of the nature and characteristics crustal movements.

Bevezetés

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke a 80-as években hat pontból álló hálózatot létesített Sósikúton. Három-három pontot telepítettek a Benta patak két oldalán meredeken emelkedő mészkő kibúvásokon, a patakmeder közelében feltételezett törésvonal ÉNy–DK csapásirányában. A hálózat célja egyrészt a különböző geodéziai módszerek bemutatása a földmérőmérnök-hallgatóknak, másrészt az esetleges jelenkori kéregmozgások kimutatása ciklikus újramérésekkel. A gondosan állandósított pontjeleket elsősorban GPS-, távolság- és iránymérésekhez, valamint szintezéshez tervezték.

1993–99 között az ELGI kiépítette az ország gravimetriai alaphálózatának korszerű abszolút graviméterekkel mért ún. nulladrendű hálózatát (ennek pontjait az Országos Mérésügyi Hivatal 1998-ban a magyarországi graviméteres mérések etalonjának minősítette), valamint korszerű, néhány μGal megbízhatóságú mérésre alkalmas relatív graviméterek is rendelkezésre állnak [CSAPÓ 1997].

Mindezek figyelembevételével a BME és az ELGI Földfizikai Főosztálya elhatározta, hogy tudományos együttműködés keretében kiegészíti a geometriai jellegű mozgásvizsgálati méréseket a gravimetria módszerrel.

A gravimetria alkalmazása mozgásvizsgálati célra

A gravimetria — jellegét tekintve — fizikai módszer. Mozgásvizsgálati célra történő alkalmazási lehetőségének az a fizikai alapja, hogy a Föld mélyében (vagy a felszínközeli rétegekben) bármely okból történt tömegátrendeződés következtében egy felszíni mérési ponton megváltozik a — korábbi tömegviszonyokhoz képesti — nehézségi gyorsulási érték. A tömegátrendeződés — illetve a nehézségi gyorsulás felszínen mért értékeinek változása — azonban nem jár együtt szükségszerűen felszíni magasságváltozásokkal. Ezért alkalmazása csak más — geometriai jellegű — vizsgálati módszerekkel együtt lehet eredményes. A gravimetria mozgásvizsgálati célú alkalmazása tulajdonképpen a nehézségi erőter évszázados — nem árapály jellegű — változása vizsgálatának az az esete, amikor a graviméterekkel észlelt nehézségi változások geofizikai értelmezésével megkíséreljük azokat a geometriai alapú módszerek (GPS, szintezés) eredményeivel összhangba hozni.

A földtani mozgások jellege

A mozgások jellege szerint megkülönböztethetünk ún. „mélységi mozgást” (a földmag, illetve a köpeny mozgásai) és „kéregmozgást”. Előbbi minden esetben geodinamikai folyamatok (pl. lemeztectonika) eredménye, utóbbi általában vagy részben helyi hatásoké (pl. suvadás, tömörödés, fokozott vízkitermelés stb.).

¹ Beérkezett: 2000. május 29-én

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

Egy másik csoportosítás szerint beszélhetünk globális, regionális vagy lokális mozgásról aszerint, hogy a tömegátrendeződés felszínen mérhető hatása mekkora területre terjed ki (nehézségi, vagy/és magasság-változás).

A tömegátrendeződés vagy hosszú időn keresztül zajló folyamatok (pl. a felszínközeli rétegek tömörödése) eredménye, vagy igen gyorsan (pl. földrengés, bányamolás következményeként) zajlik le.

Az előzőekben mondottaknak megfelelően a vizsgálat célja kettős: egyrészt a mozgások okozta, felszínen jelentkező hatás számszerűsítése, másrészt e mozgások jellegének meghatározása. A vizsgálathoz szükség van a terület földtani (geológiai) szerkezetének ismeretére. Csak ennek birtokában lehet eredményes kísérletet tenni a regionális és lokális hatások szétválasztására.

Ha két földtani szerkezet (blokk) egymáshoz képest mozog, akkor a két blokkon kijelölt mérési pontokon a nehézségi gyorsulás értékek különbsége változik az időben. Ha mindkét blokkon folyamatosan mérjük a nehézségi gyorsulás abszolút értékét, akkor a két értéksor különbségének változásából következtethetünk a regionális változások nagyságára (trend). Erre a célra használhatók az ún. *abszolút graviméterek*, amelyek mérési megbízhatósága 2–3 μGal , ami magasságra átszámítva mintegy 9 mm. Ilyen nagyságrendű magasságváltozások tehát (a vizsgált pontok távolságától függetlenül) abszolút graviméterekkel kimutathatók.

Nehezebb a helyzet a lokális mozgások kimutatásánál (egy földtani blokkon belüli kisebb terület, pl. egy város), különösen, ha azok lassú lefolyásúak és ezért a nehézségi gyorsulás kismértékű változását okozzák. A lokális mozgások rendszerint az emberi tevékenység következményei (bányaművelés, víztározók, fokozott vízkitermelés stb.), és nagyrészt nem az alapközetek, hanem a felszínközeli rétegek helyzetét befolyásolják. Ezek a mozgások néhány kivételtől (pl. suvadás) eltekintve időben lassan történnek és mind az egyes felszíni pontok magasságkülönbségeinek, mind ezen pontok nehézséggyorsulási értékeinek lassú változását okozzák. Éppen ezért kimutatásuk csakis hosszú időn keresztül végzett (ún. „monitorozó”) mérésekkel lehetséges.

Említettük, hogy a nehézségi gyorsulás valamely helyi értékének megváltozása nem okvetlen jár együtt magasságváltozásokkal. Ennek egyik példája az ELGI Mátyás-hegyi Gravitációs és Geodinamikai obszervatóriumában 1980-ban elkezdett abszolút mérések eredménye: ezen az állomáson 2–4 évente rendszeresen végeznek abszolút módszerű nehézséggyorsulás-meghatározásokat abszolút graviméterekkel. Az elmúlt húsz év során a helyi g érték lineárisan csökkent évi 2,5 μGal értékkel. Ez az összességében mintegy 50 μGal csökkenés kb. 16 cm magasságváltozásnak felel meg. Abban az esetben, ha a mért g változás valóban magasságváltozás következménye lenne, akkor a mészkőbarlang (ahol a megfigyeléseket végezzük) valószínűleg már beomlott volna, vagy legalábbis szemmel látható nyomai lennének a mozgásnak. Az eredmények jól korrelálnak viszont a karsztvízszint süllyedésével, ami elsősorban az előző évtizedek intenzív bányaművelésének eredménye.

A lokális mozgások vizsgálatát az adott területen telepített mérési ponthálózaton bizonyos időnként megismételt mérésekkel végzik. Erre a célra abszolút gravimétereket nem szokás használni részben a magas mérési költségek, részben az e módszer megkövetelte pontállandósítás jellege miatt. Ezért ilyen vizsgálatokhoz általában *relatív gravimétereket*

alkalmaznak. Ezen műszerek egy mérési cikluson belüli megbízhatósága mintegy 5 μGal , ugyanazon graviméterrel — azonos külső körülmények között — végzett ismétléseké 10–20 μGal . Magasságváltozásra átszámítva ez mintegy 3–6 cm-nek felel meg.

A hosszú időn keresztül (akár évtizedeken át) végzett monitorozó méréseknél két alapvető feltételt kell biztosítani. Az egyik a *vizsgálati pontok*, a másik az *alkalmazott graviméterek időbeni azonossága*. Egy-egy vizsgálati pont elpusztulása után új pontot kell telepíteni. Ilyenkor az ún. „rekonstruáló mérésekből” a hibaterjedés törvényének megfelelően pótlólagos hibák származnak az elpusztult ponthoz tartozó mérési kapcsolatoknál. Nagyon fontos, hogy az ismétlődő méréseket lehetőleg minden esetben ugyanazokkal a műszerekkel végezzék, mert a tapasztalatok szerint a különböző graviméterek összehasonlítható műszaki paraméterei elég jelentős mértékben szórnak. A relatív méréseknél további gondot jelenthet a műszerek léptékegyűthetőségének lassú változása (ami a kalibráláshoz alkalmazott kényszerpontok nehézségi értékének időbeni változásaiból is származhat).

Gravimetriai mérések a sóskúti mozgásvizsgálati programban

A feltételezett törésvonal két oldalán évekkel korábban telepített 3-3 vizsgálati pontból kialakított mikrohálózaton 1999-ben és 2000-ben végeztünk *relatív graviméteres méréseket*. A két ciklus között mintegy 7 hónap telt el. A méréseket mindkét esetben a *LaCoste–Romberg* cég 1919–G és 963–G jelű gravimétereivel végeztük. A műszereket részben gépkocsival, részben gyalogmenetben szállítottuk a mérési pontok között. A relatív graviméteres mérések vázlatát az 1. ábrán mutatjuk be. A 99 jelű ponton abszolút állomást létesítettünk, de az abszolút mérésekre ez ideig nem került sor. A sóskúti abszolút állomást a 2. ábra szemlélteti, ahol a háttérben a vertikális gradiens meghatározására szolgáló állvány is látható.

A méréseket minden esetben A–B–A–B–A mérési rendszerben végeztük. A műszerleolvasásokat — CPI elektronikával ellátott graviméterekről lévén szó — az elektronikus kimenethez 0,1 Hz-es passzív szűrőn keresztül csatlakoztatott digitális voltmérővel végeztük. A voltmérő szorzóját ($\text{mV}/\mu\text{Gal}$) naponta kétszer határoztuk meg. A reggeli szorzó meghatározás előtt minden esetben elvégeztük e műszerek szükséges ellenőrzéseit is [FETT 1992]. Minden műszerfelállításnál 3–3 ún. „interpoláló” műszerleolvasást végeztünk, amelyekből a pontos leolvasási értéket a feldolgozóprogram határozta meg. Tekintettel arra, hogy a graviméterek rendelkeznek nagy érzékenységű elektronikus libellákkal, a műszerleolvasások megbízhatósága 0,2–0,5 μGal -ra tehető. Valamennyi észlelési időpontban mm pontossággal mértük a pontjél és a föléje központosan felállított graviméter mérőtömege közötti függőleges távolságot, a hőmérsékletet és a légnomást. A szélérőt és a felhőzet százalékos mértékét becsléssel állapítottuk meg és az észlelési időpontokkal együtt rögzítettük a mérési jegyzőkönyvekben. Az észlelési idők meghatározásához használt órákat naponta ellenőriztük a frankfurti pontos időjellel történő összehasonlítással [ELGI 1997].

A mérési eredmények feldolgozása

A mérési eredmények feldolgozásánál a következő korrekciókat alkalmaztuk:

- árapályhatás miatti korrekció: a korrekciók értékét DOODSON módszerével határoztuk meg,
- műszermagassági korrekció: a kiegyenlített nehézségi gyorsulási értékeket minden esetben a pontjelre vonatkoztatjuk. A redukcióhoz valamennyi mérési ponton meghatároztuk a vertikális gradiens értékét és ezeket a lokális értékeket használtuk a számításhoz [CSAPÓ 1999],
- barometrikus korrekció: a DIN 5450/1968 szabvány szerint,
- műszerjárás miatti korrekció: az egyes pontokon ismételtén végzett műszerleolvasások alapján számítottuk az irodalomban [CSAPÓ 1976] ismertett módszerrel.

A mérési eredmények kiegyenlítése

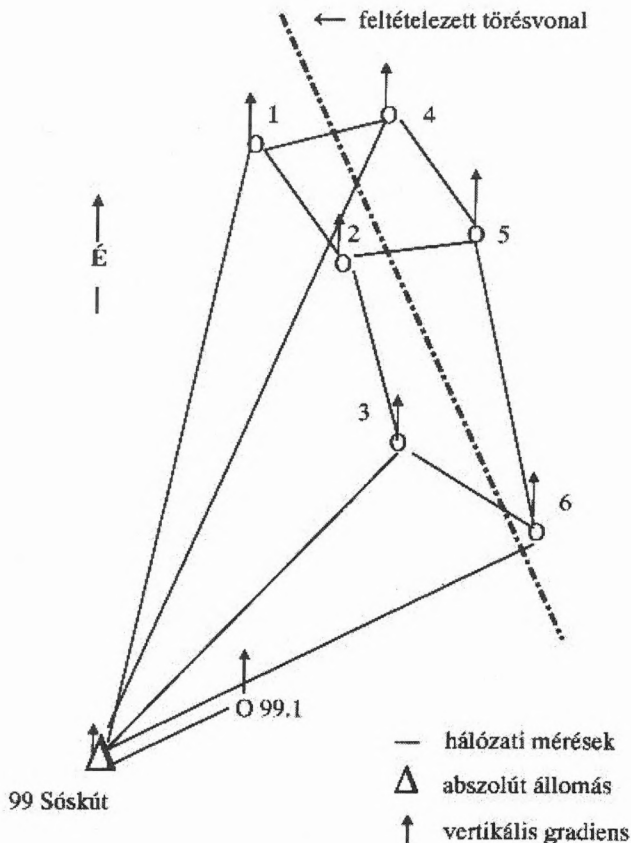
A kiegyenlítésben független mérési eredménynek az egyes graviméterek napi mérési kapcsolataiból számítható 4–4 Δg érték számtani közepét fogadtuk el. A kiegyenlítést szabad hálózat szerint, az ún. „dán” módszerrel, súlyozott mérési eredményekkel, 3 iterációs lépésben végeztük. (Az iterációt addig folytattuk, amíg a kiegyenlítés utáni hálózati középhiba — M_0 — már nem változott érdemlegesen. Jó méréseknél az említett graviméterekkel ez az eset általában a 3. lépés után következik be.) A mérések referenciaszintjét a 99 jelű pontnak az országos hálózatból levezetett nehézségi gyorsulási értéke szolgáltatta. A graviméterek méretarány-tényezője ismeretlenként szerepelt a kiegyenlítésben a 6 mérési pont nehézségi gyorsulási értékével együtt. A kiegyenlítést műszerenként és együttesen is elvégeztük.

A mérési eredmények ismertetése

Az 1. és 2. táblázatban az 1919–G graviméter szabad hálózat szerinti kiegyenlítésének eredményeit mutatjuk be, a 3. és 4. táblázatban pedig a két műszer együttes kiegyenlítéséből származó eredmények találhatók.

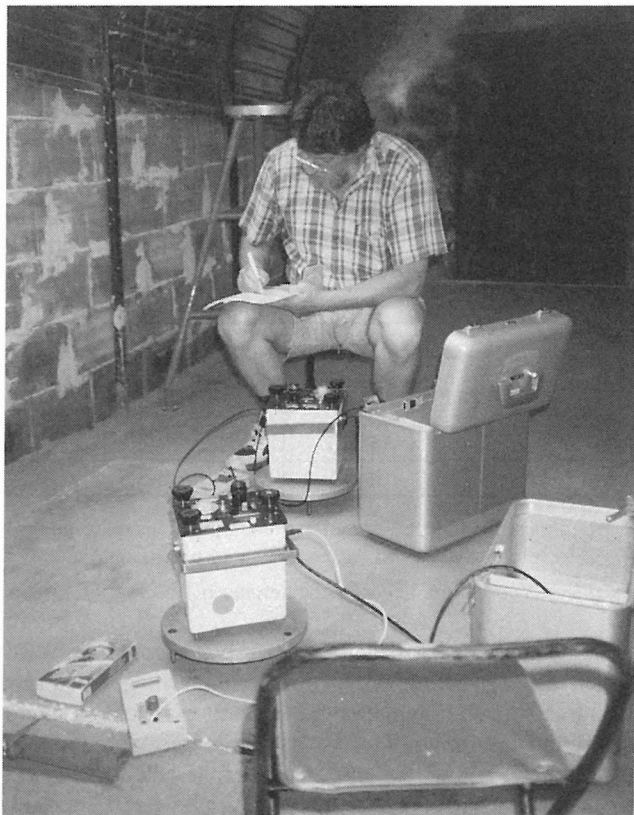
kapcsolat	Δg (mGal)		Δ (μ Gal) (2000-1999)
	1999	2000	
99 – 1	9,746	9,748	+ 2
99 – 3	5,339	5,329	– 10
99 – 4	8,343	8,353	+ 10
99 – 6	8,098	8,089	– 9
1 – 4	1,403	1,395	– 8
2 – 5	2,089	2,109	+ 20
3 – 6	2,759	2,760	+ 1
1 – 2	3,069	3,075	+ 6
2 – 3	1,338	1,344	+ 6
4 – 5	0,423	0,429	+ 6
5 – 6	0,668	0,693	+ 25

1. táblázat. Az 1919–G graviméterrel mért kapcsolatok Δg értékei
Table 1. Observed Δg values obtained by LCR–1919 gravimeter



1. ábra. A relatív graviméteres mérések vázlata

Fig 1: Sketch map of the test polygon near Sósokút village



2. ábra. A sósokúti abszolút állomás

Fig 2: The absolute gravity station in Sósokút

pont	1999		2000		Δ (μGal)
	g (mGal)	m_g (μGal)	g (mGal)	m_g (μGal)	
99	816,411		816,411		kényszer
1	806,665	$\pm 2,5$	806,663	$\pm 4,7$	- 2
2	809,734	$\pm 3,2$	809,738	$\pm 5,2$	+ 4
3	811,072	$\pm 2,9$	811,082	$\pm 4,5$	+ 10
4	808,068	$\pm 2,6$	808,058	$\pm 4,6$	- 10
5	807,645	$\pm 3,0$	807,629	$\pm 6,2$	- 16
6	808,313	$\pm 3,3$	808,322	$\pm 4,6$	+ 9
M_0	$\pm 3,2$		$\pm 5,9$		

2. táblázat. A mérési pontok nehézségi gyorsulási értékei az 1919-G graviméter mérési eredményeiből számítva (M_0 a hálózat kiegyenlítés utáni középhibája)

Table 2. Gravity values of the points calculated from the measurements of No. 1919-G gravimeter (M_0 —the r.m.s. value of the adjusted network)

kapcsolat	Δg (mGal)		Δ (μGal)
	1999	2000	
99-1	9,745	9,717	- 28
99-3	5,353	5,331	- 22
99-4	8,341	8,335	- 6
99-6	8,090	8,075	- 15
1-4	1,404	1,382	- 22
2-5	2,080	2,075	- 5
3-6	2,737	2,744	+ 7
1-2	3,063	3,040	- 23
2-3	1,329	1,346	- 17
4-5	0,421	0,417	- 6
5-6	0,672	0,677	+ 5

3. táblázat. A mérési kapcsolatok Δg értékei az együttes feldolgozásból számítva

Table 3. Adjusted Δg values of the ties with results of LCR-1919 and LCR-963 gravimeters

pont	1999		2000		Δ (μGal)
	g (mGal)	m_g (μGal)	g (mGal)	m_g (μGal)	
99	816,411		816,411		kényszer
1	806,666	$\pm 2,9$	806,694	$\pm 8,1$	+ 28
2	809,729	$\pm 3,7$	809,734	$\pm 9,3$	+ 5
3	811,058	$\pm 3,4$	811,080	$\pm 7,3$	+ 22
4	808,070	$\pm 3,0$	808,076	$\pm 8,8$	+ 6
5	807,649	$\pm 3,5$	807,659	$\pm 8,7$	+ 10
6	808,321	$\pm 3,6$	808,336	$\pm 6,4$	+ 15
M_0	$\pm 5,2$		$\pm 12,8$		

4. táblázat. A mérési pontok nehézségi gyorsulási értékei az együttes kiegyenlítés alapján (M_0 a hálózat kiegyenlítés utáni középhibája)

Table 4. Gravity values of the points obtained from combined adjustment (M_0 —the standard error of the adjusted network)

Földtani vizsgálatok igazolják, hogy a magyarországi függőleges kéregmozgások (szerencsére) igen kis értékűek. Ezért nem várható, hogy ezeket a két mérési ciklus eredményei alapján a sósikói törésvonal mentén kimutathassuk. A mérésekből azonban a módszer alkalmaz-

hatóságára vonatkozóan levonható néhány következtetés.

Az 1. táblázatból látható, hogy a két ciklusban végrehajtott mérésekből az egyes mérési kapcsolatokra számított Δg értékek eltérése megfelel a jó minőségű relatív graviméterektől elvárt megbízhatóságnak, az eltérések abszolút értékének átlaga $9 \mu\text{Gal}$ (két kivételtől eltekintve a mért értékek eltérése $10 \mu\text{Gal}$ -nál kisebb). Megjegyzem, hogy valamennyi kapcsolatot (anyagi okokból) csak egyszer mértük, bár a kedvezőtlen megközelítési viszonyok indokolttá tették volna az összes kapcsolat ismételt lemérését. Ebben az esetben várhatóan növekedett volna az együttes kiegyenlítésből nyert értékek megbízhatósága is (3-4. táblázat). A mozgásvizsgálati mérések eredményét műszerenként célszerű vizsgálni (ezzel számos szabályos műszerhiba hatása kiesik) és a különböző műszerekkel kapott eltérések tendenciáját kell összehasonlítani. Természetesen a tendenciavizsgálatnak csak több ciklus mérése után van értelme.

A 2. táblázat eredményei alapján a hálózat pontjainak szabad hálózatos kiegyenlítéssel számított g értékei is hasonló eltéréseket mutatnak.

Az 5. táblázatból az derül ki, hogy nagypontosságú mérések észlelési anyagának feldolgozásánál nem elegendő a vertikális gradiens elméleti értékével ($0,3086 \text{ mGal/m}$) számítani a műszermagassági korrekciókat. Esetünkben pl. a 99-6 jelű mérési kapcsolathoz az elméleti érték használata mintegy $12 \mu\text{Gal}$ hibát okozott volna a számított Δg értékben (az alkalmazott mérőállvánnyal a graviméter mérőtömegének pontjeli feletti magassága kb. 110 mm , így a korrekció a vertikális gradiens teljes, 1 méterre vonatkozó értékének mintegy 10% -a, helyi vertikális gradienssekkel történő számításnál a két helyi érték különbségének 10% -a).

pont	LCR-1919	LCR-963	együtt	m_{VG}
	(eötvös-ben)			
1	3617	3602	3599	± 20
	3577	-		
2	3574	3699	3636	± 88
3	3749	3861	3805	± 79
4	3173	3205	3189	± 23
5	3255	3151	3203	± 74
6	3538	3580	3559	± 30
99	3 graviméterrel	n=13	2406	± 20

5. táblázat. A hálózati pontok vertikális gradiens mérésének eredményei (n az összes mérési sorozat száma)

Table 5. Vertical gradients (n —the number of observation series)

Általánosságban megállapítható, hogy gondosan válogatott LaCoste-Romberg (vagy hasonló megbízhatóságú Scintrex CG-3) graviméterek tapasztalt észlelőkkel lehetőséget adnak arra, hogy a gravimetriai mérések eredményeit felhasználjuk komplex mozgásvizsgálati célokra. Szükségesnek tartjuk azonban az abszolút graviméteres mérésekkel együtt történő alkalmazást — a cikk elején tett megállapítások miatt. Kis értékű mozgások vizsgálata esetén ismétlési periódusnak 2-3 év javasolható.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki a Magyar Tudományos Akadémiának azért, hogy egy akadémiai kutatási projekt keretében (A geodézia környezetvizsgálati mérési módszereinek integrált elemzése a sóskúti mikrohálózaton) anyagi lehetőséget biztosított a mérések elvégzéséhez.

HIVATKOZÁSOK

CSAPÓ G. 1976: A műszerjárás figyelembe vétele nagy pontosságot igénylő graviméteres mérések eredményeinek számítógépes feldolgozásánál. *Magyar Geofizika* 17, 3, 83–88

CSAPÓ G. 1997: Hungary's new gravity base network (MGH–2000). *Geophysical Transactions* 40, 3–4, 119–143

CSAPÓ G. 1999: Effect of vertical gravity gradient on the accuracy of gravimeter measurements based on Hungarian data. *Geophysical Transactions* 42, 1–2, 67–81

ELGI 1997: A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Mátyás-hegyi Gravitációs és Geodinamikai obszervatóriumának minőségügyi kézikönyve. Budapest, ELGI, NAT és OMH adattár

FETT J. 1992: Instruction manual for LaCoste and Romberg G and D gravimeters. Austin, Texas

Térinformatika alkalmazása egy arab olajmező feltárásában¹

ELEK ISTVÁN²

Az információtechnológia egyik legnagyobb eredménye a döntések előkészítésekor felhasznált információk sokfélesége, hallatlan gazdagsága, amelyek különböző adatforrásokból származnak. Az adatforrások eltérő megbízhatóságú adatokat nyújtanak, amelyek a szakértők tapasztalatain átszűrődve eredményezik a döntéseket. Gyakran többféle szakterület szakértőinek tapasztalatait és adatait kell integrálnia egy-egy információs rendszernek. A térinformatika előnyei leginkább interdiszciplináris területeken mutatkoznak meg.

Az olajipar tipikusan ilyen interdiszciplináris szakterület, ahol többek között a geológus, a geofizikus, a rezervoármérnök, a fűrómérnök, a szállítási szakértő együttes munkája eredményezi a sikeres olajkutatást. A következőkben bemutatandó olajkutatási projektben a térinformatika alapvető szerepet játszott a felszíni információs rendszerben. A kutatási programnak csak a térinformatikával kapcsolatos részeire térünk ki, egyéb részleteit nem ismertetjük, mivel terjedelmi okokból az informatikai rendszer részletes bemutatására sincs lehetőségünk. Célunk csupán annyi, hogy érzékeltessük az olajkutatás felszíni informatikai rendszerének főbb képességeit.

A rendszer célja

A rendszer feladata egyrészt az volt, hogy gyors és megbízható hozzáférést biztosítson az olajkutatási célú adatokhoz, adatbázisokhoz, mint pl. geológiai térképek, gravitációs és mágnesesanómália-térképek, szeizmikus adatok (csak nézegetés, nem feldolgozás), fúrásokkal kapcsolatos adatok. A rendszer másik, talán kevésbé hangsúlyozott feladata a sivatagbeli navigáció volt. Ennek jelentősége nemcsak az eltévedés elkerülésében rejlik, hanem főként az egyes terepi objektumok földrajzi helyének pontosabb meghatározásában. Logikailag tehát két alrendszert különböztetünk meg: a navigációs alrendszert és a geológiai alrendszert.

A rendszer elemi célja általánosságban a döntéstámogatás. A döntéshozás a gondolkodó ember feladata, azonban a helyes döntésekhez minél teljesebb körű ismeretekre van szükség, amiben alapvető szerepe van a térinformatikának.

Az 1. táblázat az alrendszereket és a felhasznált alaptérképi adatforrásokat mutatja.

Az ismertetett alrendszerek alapvetően nem választhatók szét, mivel számos adatbázis közös mindkét rendszerben. Szétválasztásuk inkább csak a fő funkcióik miatt indokolt. Valamennyi alaptérképi réteg elérhető az alrendszerek bármely dedikált felhasználója számára.

Főbb entitáscsoportok

A rendszer számos, különböző adatforrásból származó szöveges és grafikus adatból áll, ezért a rendszer készítőinek óriási adatintegráló munkát kellett végezniük. A kutatás előkészítéséhez több térképi adatforrás felhasználása és azonos koordináta-rendszerben való egyesítése volt szükséges. Pontos és részletes térképekre volt szükség, tekintettel arra, hogy kiindulásként csak egy 1:1 000 000 méretarányú áttekintő térkép állt rendelkezésre digitális formában, ezért pontos topográfiai térképeket, továbbá hasonló méretarányú különböző geológiai térképeket kellett beszerezni. Mivel ezek a térképek csak analóg formában álltak rendelkezésre, nagy mennyiségű digitáliz-

zási munkát kellett elvégezni. A geomorfológia tanulmányozása céljából be kellett illeszteni a rendszerbe a konkrét kutatási területet lefedő SPOT- és LANDSAT-műholdképeket is, amelyeket összhangba kellett hozni egymással és a digitális vektortérképekkel.

Adat	Geológiai alrendszer	Navigációs alrendszer
kis méretarányú (1:500 000) topográfiai térképek és adatok (országos kiterjedésű)		*****
közepes méretarányú (1:200 000) topográfiai térképek és adatok (lokális, csak a koncessziós területre terjed ki)	*****	*****
közepes méretarányú (1:200 000) geológiai térképek és adatok (lokális, csak a koncessziós területre terjed ki)	*****	
nagy méretarányú (1:50 000) topográfiai térképek és adatok (lokális, csak a kutatási területre terjed ki)	*****	*****
közepes méretarányú (1:200 000) geológiai térképek és adatok (lokális, csak a kutatási területre terjed ki)	*****	
SPOT-képek (a teljes koncessziós területet lefedi)	*****	
LANDSAT-képek (a teljes koncessziós területet lefedi)	*****	

1. táblázat

Tekintettel arra, hogy a rendelkezésre álló adatforrások adatai vegyes minőségűek voltak, ezért a gyakran eltérő koordináta-rendszerű, különböző méretarányú és pontosságú, továbbá eltérő időben és módszerrel felmért térképek összhangba hozása hallatlan nagy erőfeszítést igényelt. Tovább tarkította az amúgy is sokszínű képet, hogy a legtöbb térkép arab nyelvű volt.

A 2. táblázatban összefoglaljuk a főbb entitáscsoportokat.

¹ Beérkezett: 2000. szeptember 28-án

² ISIS Magyar-Svájci Térinformatikai Kft.,
H-1023 Budapest, Török u. 6.

Vektortérképek	Űrfelvételek	Alfanumerikus adatok	Egyéb grafikus adatok (fényképek, ábrák, metszetek ...)	Egyéb szöveges adatok
1:200 000 topográfiai térképek, 1:50 000 topográfiai térképek, 1:200 000 geológiai térképek, 1:50 000 geológiai térképek, geofizikai térképek (mágneses, gravitációs, szeizmikus vonalhálózati térképek)	5 SPOT-, 1 LANDSAT-kép	A topográfiai és geológiai térképek valamennyi objektumának leíró adatai, a szeizmikus vonalhálózatok leíró adatai fúrési pontok, mintavételi helyek leíró adatai	geomorfológiára vonatkozó fényképek, magfotók, geológiai metszetek, rétegsorok stb. grafikus ábrái	egy-egy felszíni objektumhoz tartozó összetettebb szöveges dokumentum (pl. szerződés, magleírás stb.)

2. táblázat

A rendszer főbb funkciói

A rendszer néhány olyan általános funkció ellátására épül, amely a koncessziós területekre vonatkozó adatok vizsgálatát jelenti. E funkciók közül a legfontosabbak a következők:

- mindazon adatok, térképek, információk kezelése, amelyek a koncessziós megállapodás szempontjából lényegesek (pl. 1:500 000 topográfiai térképek, részletes közlekedési és energetikai hálózat, vízrajz stb., részletes geológiai térképek és adatok, metszetek, fényképek, rajzok, mezők szöveges leíró adatai, dokumentumok, szerződések, magleírások, bármely olajipari adatfésülés)
- a rendelkezésre álló információk alapján gyors, pontos, áttekinthető összefoglalást adni a koncessziós területről (bármely terület, területrész kiválasztható, kereshető legyen, tetszőleges feltétel megadása szerint legyűjtések legyenek végrehajthatók, tematikus térképek, kivágatok, piktogramok, kartogramok, metszetek készíthetők legyenek)
- lehetőség új térképi és szöveges elemek bevitelére, a meglévő adatok változtatására
- bármely elemzés, legyűjtés grafikus (térképi, kartogram), szöveges vagy táblázatos eredményeinek az iroda-automatizálás eszközkészletével történő kezelése
- változatos lekérdezési lehetőségek
 - pontokhoz rendelt szöveges adatok
 - koordináták
 - két pont közti távolság
 - pontsorozatok összegzett távolsága
 - poligon területe, kerülete
 - poligonon kívül/belül eső pontok
 - bármely objektum felirata
 - poligonokhoz rendelt szöveges adatok
 - vonalokhoz rendelt szöveges adatok
 - hatásvonal definiálás (buffer)
- Elemzési lehetőségek
 - Számítások: terület, kerület, pontok keresése a poligon belsejében, zártság ellenőrzés, szöveges adatbázis rekordok hozzárendelése, tematikus érték számítás, vonalhossz, távolság stb.
 - Tematikus térkép: pontokhoz, vonalokhoz, poligonokhoz rendelt attribútum adatok tematikus megjelenítése különböző szimbólumokkal, satírozási mintákkal, vonalvastagsággal, színekkel
 - Tematikaszámítás: gyakoriság, összeg, minimum, maximum, átlag vagy más lekérdezések eredménye

- Tematikus értéktartományok: maximum 20
- Értéktartományok megállapítása: automatikusan vagy interaktívan
- Jelmagyarázat-készítés: a program generálja, akárhova elhelyezhető
- Tematikus érték tárolás: az objektumhoz rendelt tárolja az adatbázisban
- A fenti funkciókon kívül további, az alaprendszerben meg nem lévő funkció is működik, mint pl.
 - intelligens szintvonalak alapján metszetkészítés (lejtési viszonyok elemzése, úttervezés, fúrásponytűzés stb. céljából)
 - a terület háromdimenziós modelljének elkészítése (szabályos magassági rács kiszámítása, 3D-s megjelenítése geomorfológiai és vető elemzési célból)
 - térképi objektumokhoz (poligon, vonal, pont) kapcsolt fényképek, egyéb grafikák (rajzok, ábrák, metszetek stb.) kezelése és megjelenítése
 - térképi objektumokhoz (poligon, vonal, pont) kapcsolt dokumentumok (szerződések, magleírások, fúrási jelentések, bármely szöveges dokumentum) kezelése és megjelenítése
 - GPS navigációs eszközök integrálása a rendszerbe
 - szeizmikus és karotázs eredmények importálása és megjelenítése
 - bármely lekérdezés eredményének (pl. térkép, táblázat, fénykép stb.) átadása az Office-nak.

A felsorolt funkciókészlet távolról sem teljes, de alkalmas, hogy érzékeltesse a rendszer teljesítőképességét.

Hardver, szoftver

A rendszer WINDOWS NT operációs rendszer alatt HP PC munkaállomásokon fut, továbbá néhány notebook számítógépen. Az alkalmazott GIS alapszoftverek a MapInfo (a vektoros adatok kezelésére) és az ER Mapper (a raszteres és domborzati adatok). Mindkét rendszernek szoros együttműködésben kell lennie a Microsoft Office-szal és egymással. Ezt a kívánalmat részben az alapszoftverek is teljesítik, de főként számos alkalmazás biztosítja. Számos periféria támogatja az adatok megjelenését is. A rendszer elvben kész internetes adatcserére is, de a helyi körülmények ezt egyelőre nem teszik lehetővé.

Működtető személyzet

Külön alcímben említjük meg a működtető személyzetet, mivel a térinformatikai alapszoftverek és az adat-

bázisok rendkívül összetett rendszereket eredményeznek, melyek működtetéséhez magasan képzett személyzet szükséges. A funkciók szerteágazó mivolta, az adatbázisok bonyolult struktúrái, a sokféle szoftver működtetése magasfokú műszaki és számítástechnikai intelligenciával, tapasztalatokkal rendelkező szakértők közreműködését igényli. Ilyen szakember készen csak a legkritikább esetben „kapható”, vagyis ki kell képezni a rendszert működtető csapatot. Külön kiképzési problémát jelent az adatbázis rendszergazda, hiszen az ő szerepe alapvető, meghatározó a rendszer megbízható működése szempontjából, mivel a rendszer kiépítői a rendszer

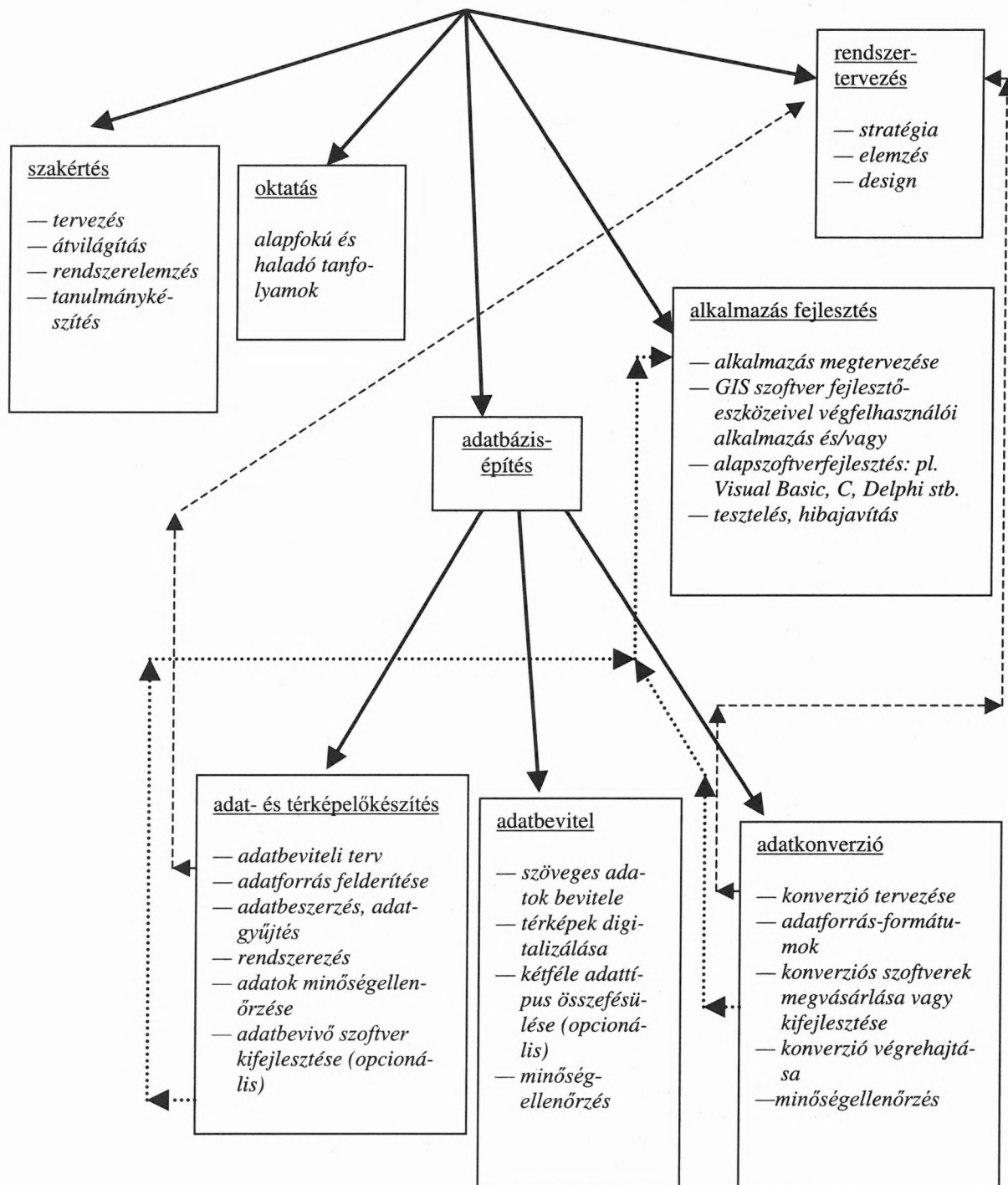
átadása után kivonulnak az üzemeltetésből, vagyis a rendszer további sorsa, az adatbázisok konzisztenciája, naprakészsége a rendszergazda kezében van. Ezért a rendszergazda kiképzésére különösen nagy gondot kellett fordítani.

Három szinten történt a személyzet kiképzése:

- alapkurszus (egy hét)
- haladó kurszus (három hét)
- rendszergazda kurszus (két hónap).

A kiképzés eredményeképpen a rendszer már harmadik éve működik teljesen függetlenül a rendszerépítőktől.

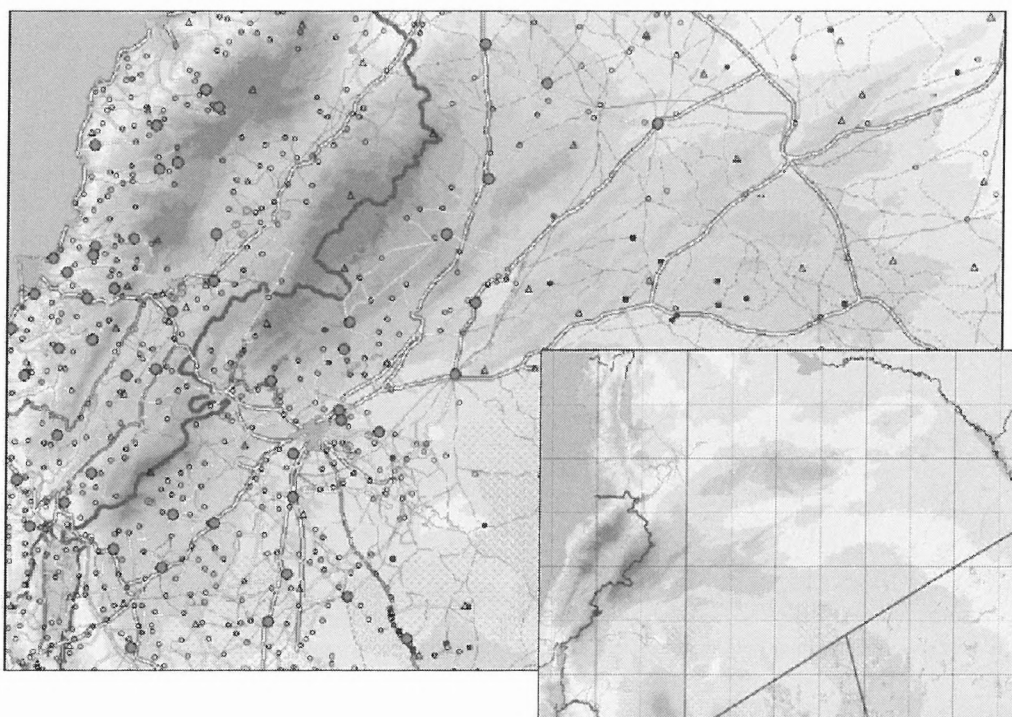
A rendszer kiépítésének folyamata



Néhány példa a rendszerből

A rendszer teljes funkciókészletének bemutatására egy rövid cikk nem alkalmas, ezért csak néhány példát villantunk fel a rendszer képességeiből.

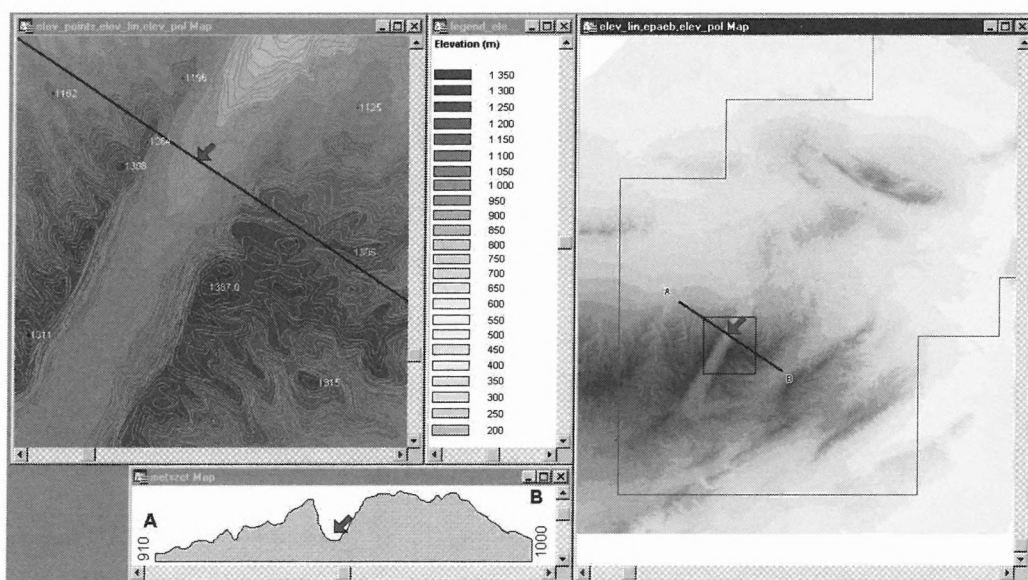
A navigációs rendszer alaptérképe



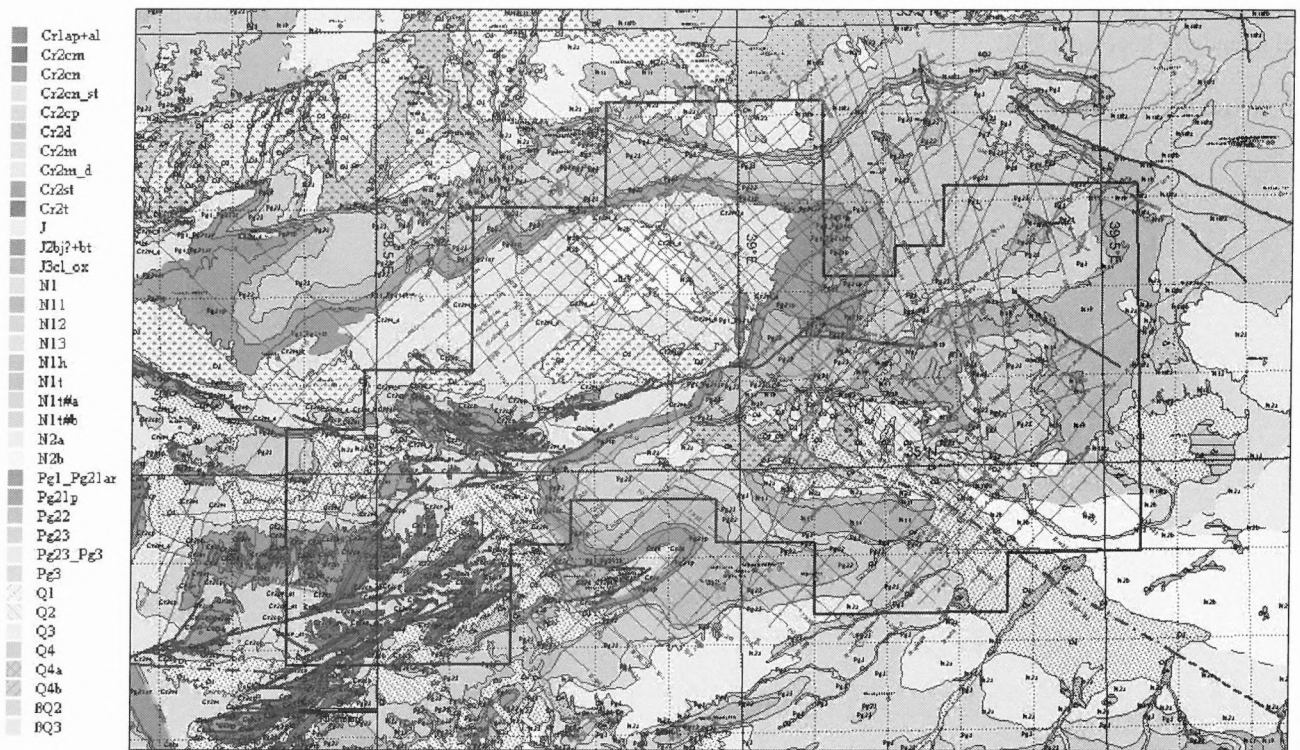
1. ábra. Néhány térképrészlet a navigációs rendszerből. A térképi rétegek adatbázis-kapcsolatokkal is rendelkeznek, ami által intelligensek. (A jobb alsó sarokban lévő kis térképbablak egy nagyobb terület domborzatát és vízrajzát, valamint sivatagos területeinek elhelyezkedését mutatja több országra kiterjedően, míg a nagyobb térkép egy kisebb terület domborzatát, vízrajzát és úthálózatát mutatja)

Geológiai alrendszer

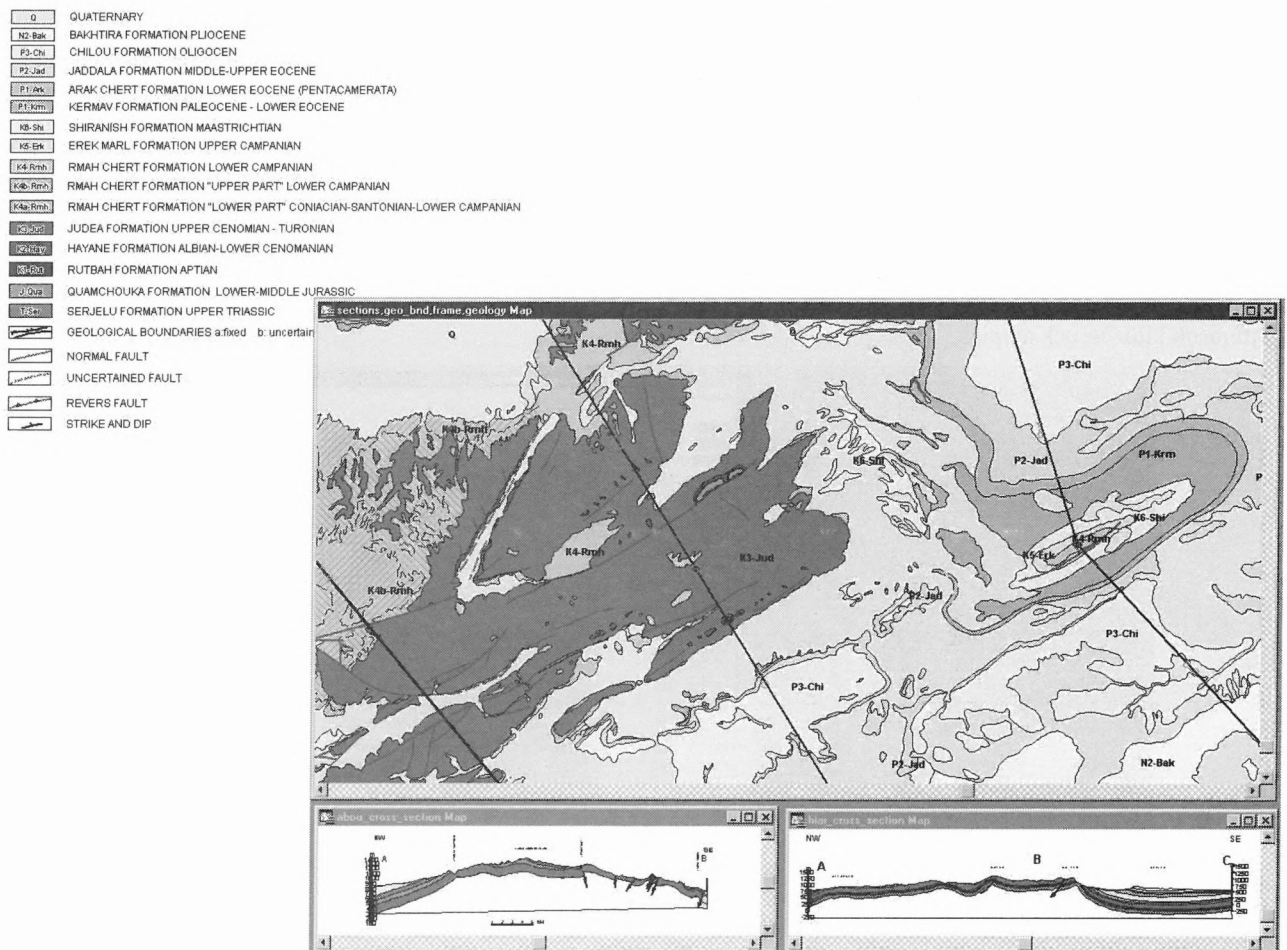
A geológiai alrendszer számos topográfiai és geológiai adatfélésegből áll. Valamennyi objektum intelligens, vagyis külső adatok hozzákapcsolására fel van készítve. Ezen adatok nélkülözhetetlenek a geológiai interpretáció számára, mivel ez az olajfúrások kitzűzésének alapja.



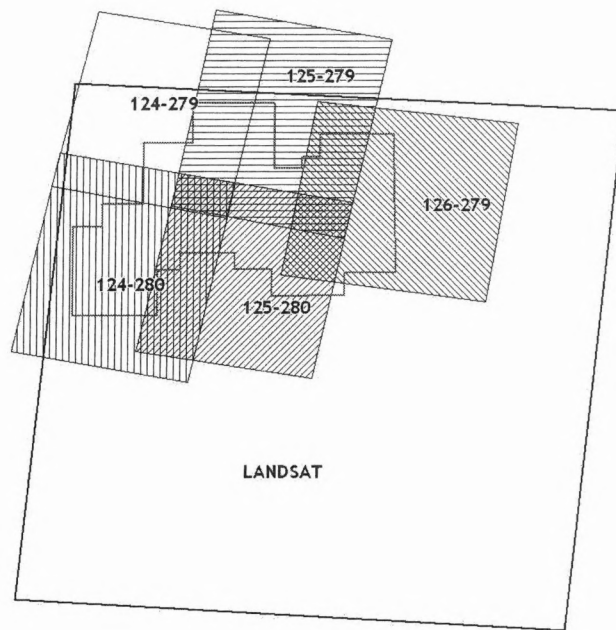
2. ábra. Közepes méretarányú topográfiai térkép a geológiai rendszerből. Az intelligens szintvonalaknak köszönhetően egy adott vonal mentén (A–B) bármely területről tetszőleges irányú magassági metszet készíthető



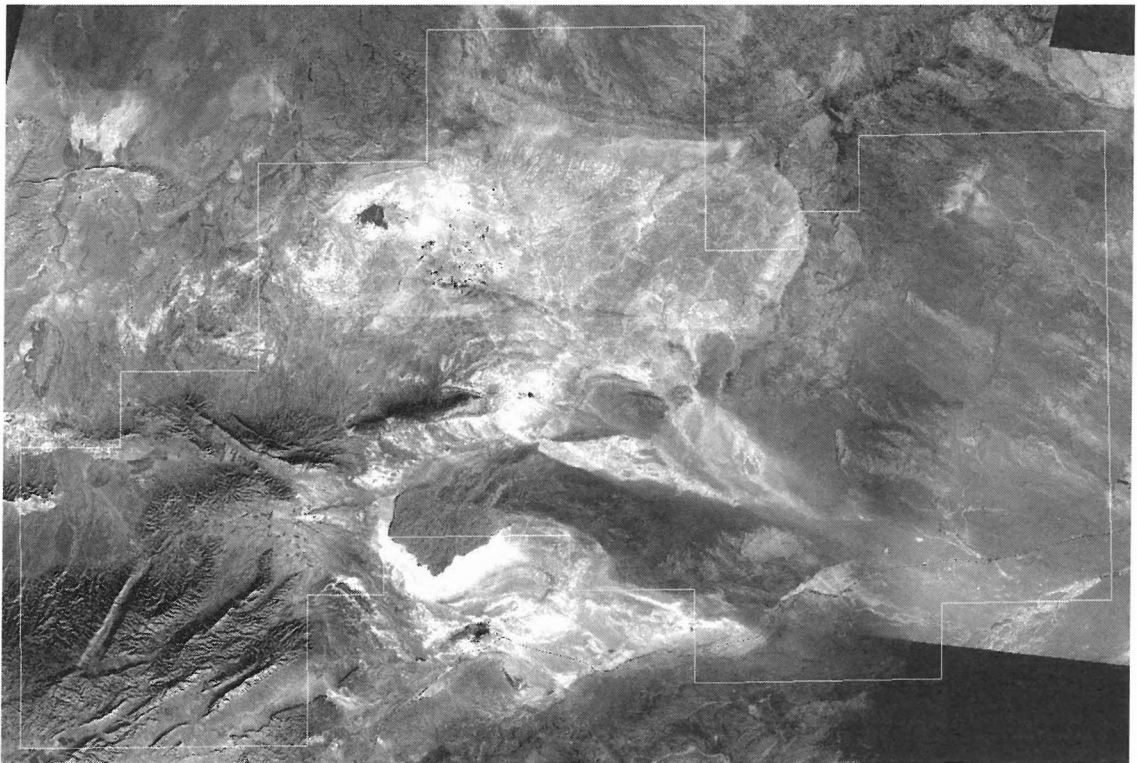
3. ábra. Közepes méretarányú geológiai térkép a kutatási terület határának megjelölésével és szezmikus vonalakkal



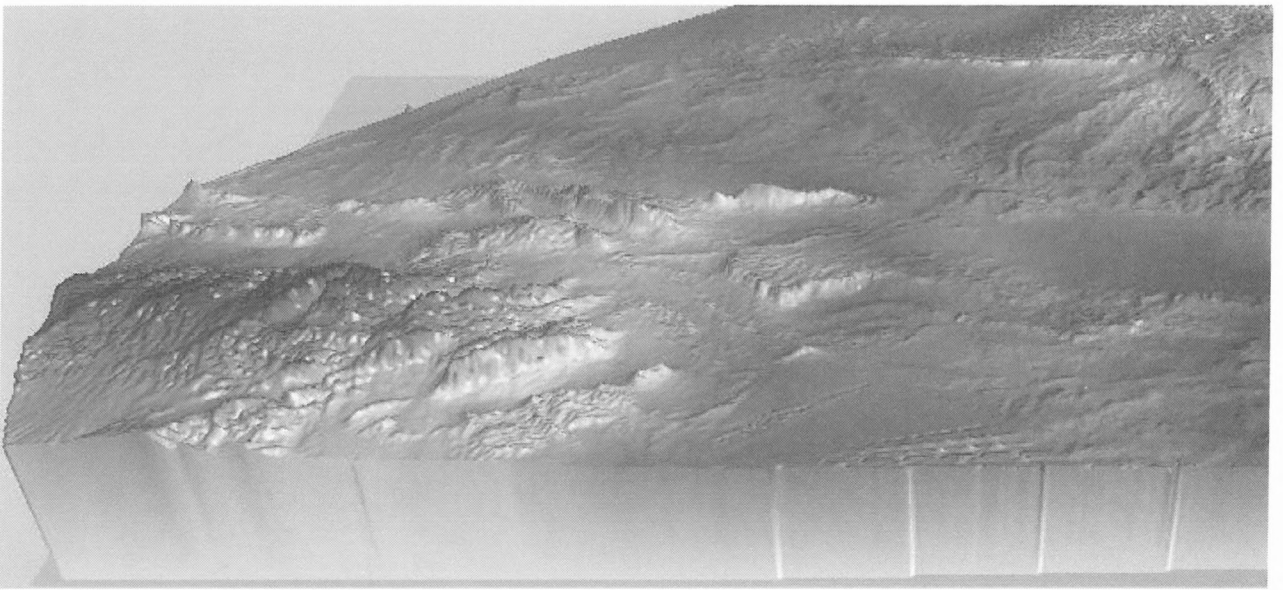
4. ábra. Részletes, nagy méretarányú geológiai térkép a formációk jel- és színkulcsának feltüntetésével, valamint két vonal mentén a geológiai szelvény képével



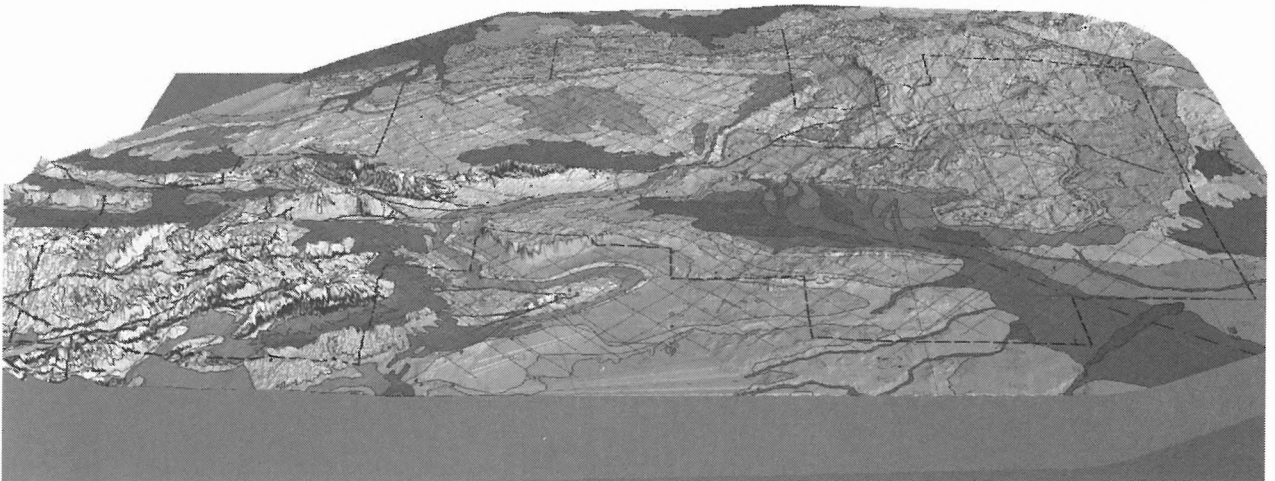
5. ábra. A kutatási terület és az úrfelvételek elhelyezkedése



6. ábra. Öt SPOT képből álló mozaik a kutatási területről



7. ábra. 3D domborzati modell. Többféle adatforrásból készült valóság-hű felületmodell, amely szemléletesen mutatja a kutatási terület felépítő tektonikai vonalakhoz kapcsolódó hegyvidéket, magas gerinceket, meredek fallal határolt magas platókat és a közöttük húzódó mély, kisebb ill. nagyobb kiterjedésű medencéket



8. ábra. Az előbbi 3D-s felületmodellre ráfeszítve láthatjuk a közepes méretarányú geológiai térképet és a szeizmikus vonalakat

Víz kutatás Irakban

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben a karotázsos víz kutatás hosszú múltira tekint vissza. Az ELGI karotázsszelvénytára közel 10 000 fúrás mérési dokumentációját őrzi. Az első mérések az 50-es évek közepéről származnak. Ezekben a szén mellett a víz a legfontosabb nyersanyag, amelynek kutatására a Geofizikai Intézet az elmúlt évtizedekben egyre korszerűbb lyukműszereket fejlesztett ki.

Érdekes színfoltja és egyben a hazai víz kutatási színvonal elismerése volt a 70-es évek közepén lezajlott „iraki vizes kaland”. Az alábbiakban az Irakban járt magyar víz kutató expedíció két szakembere a mérés és értelmezés szemüvegén keresztül foglalja össze röviden tapasztalatait.

Mészáros Ferenc

A közel 20 millió népességű Irakban az olajbázisok lakótelepeinek felépítése, valamint a szavannás területek benépesítésére irányuló politika és a sivatagi körülmények indokolják a vízellátás biztonságos megoldását. Egy olajvilághatalomban — bármily paradoxnak tűnik is — megjelentek a víz kutatató szakemberek.

De milyen is az az ország, amely sokak szerint az emberiség bölcsője? Területe hazánkénál kb. ötször nagyobb. Felszínét többnyire sivatag és szavanna borítja. Két híres folyója, a Tigris és az Eufrátesz, Törökországban ered. A Tigris 1850 km hosszú, ebből 1448 km szeli át Irakot. Az Eufrátesz 2350 km hosszúságából Irak 1018 km-t mondhat magáénak. A folyók Bagdad körzetében 30 km-re közelítik meg egymást, majd további, mintegy 500 km után egyesülve Satt-el-Arab néven folytatják útjukat 150 km-en át a Perzsa-öbölbe.

Irak legfontosabb tájegységei:

- Mezopotámiai-síkság
- Iraki-tábla (az Eufrátesztől DNy-ra folyamatosan emelkedő táblás vidék).
- Hegylábi dombvidék (a Zagrosz- és Torosz-hegységek lábai előtt húzódó, párhuzamos láncokból álló dombsor)
- Hegyvidék (a Zagrosz és Taurusz Irakra eső 2–3000 m magas láncai)

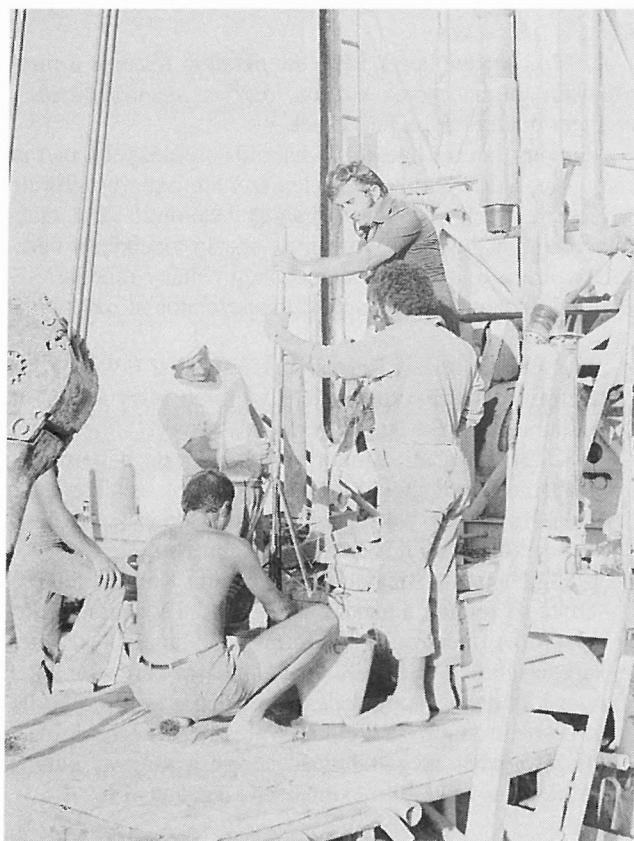
A síkság nagyon meleg, száraz. Nyáron a hőmérséklet az 52 °C-ot is eléri. Ekkora hőség a fővárosban, Bagdadban is gyakran előfordul. Az üveg és a vasbeton nappal nyeli a hőséget, este pedig kiontja. A hegyvidéken viszont télen nem ritka a -10 °C sem, a fővárosban fűteni kell.

Az országban az ember lépten-nyomon a fantasztikus, híres, régi kultúrák maradványaiba ütközik. A leghíresebbek:

- Babilon (a felvonulási út az Istár-kapuvál, a diorit kőoroszlán, Nabú-kudurri-uszur palotája, ami függőkert)
- a sumerok nyomai (Ur és Uruk világhírű zikkurratukkal, Nippur romváros)
- asszír települések (Nimrúd az alabástrom ötlábú szárnyas bikával, Assur, Ninive a Nergal-kapuvál, Khorsabad az egyetlen megmaradt kőasztallal)
- Moszul (a Júnusz mecset Jónás sírjával és a „Kelet pisai ferde tornya”, az Al Jamir Kebir)
- Hatra, a római birodalom holt városa (a napisten templomának romjaival és az Ubad-szoborral).

A NIKEX külkereskedelmi vállalat 1974 nyarán levélben tájékoztatta az ELGI-t, hogy októberben 5 napos vízügyi szimpóziumot és műszerkiállítást rendez Bagdadban. Ebből az alkalomból a legmodernebb felszíni és mélyfúrású geofizikai műszereket és módszereket kívánja bemutatni,

és szívesen kiállítaná az ELGI műszereit is. Az ELGI beleegyezése után a NIKEX és a Ministry of Irrigation Ground Water Development Administration (GWDA) között szerződés jött létre, amelynek értelmében munkacsoport utazik Irakba geofizikai mérésekre és azok értelmezésének betanítására. Az ELGI által kifejlesztett berendezéseket és az azokhoz kapcsolódó alkatrészeket az iraki fél megvásárolja, és hosszú távon további vásárlási és betanítási igénye is van. A munkacsoport vezetője és egyben karotázsszelvény értelmezője MÁRFÖLDI Gábor lett. A „szürke” Volgával és a karotázsszelvényekkel a karaván 1975 júniusában érkezett Bagdadba.



Lyukbősségmérő szonda kiemelése a fúrólukból

Novemberben MÁRFÖLDI Gábornak váratlanul haza kellett utaznia. Munkakörének átvételére e sorok írója kapott felkérést, és december elején érkezett Bagdadba.

Karotázsszelvény vonalon Bagdadban és Moszulban működött egy-egy bázis. A moszuli bázis beindításában, a karotázsszelvény

mérések szakoktatásában SZUNYOGH Ferenc végzett nagyon eredményes munkát. A bagdadi bázisról működő karotázs műszerkocsik hasonlóan színvonalas üzemeltetéséről PINTÉR József gondoskodott.

A geoelektromos szakmai képzés VERŐ László feladata volt. VIOLA Balázs a karotázs mérések értelmezéséről és azok kamerális vonzataról gondoskodott. Az ő feladata volt a munkacsoport kapcsolatainak tartása is.

1976 tavaszán a munkacsoportot Budapestről meglátogatta MÁRFÖLDI Gábor, MORVAI László, VARGA Imre és VARJÚ Gyula. Ugyanekkor rövid időre operátorként KOZSA J. Gábor is velünk dolgozott.

A munkacsoport 1976. június 11-i hazautazása előtt az arabok búcsúvacsorán láttak vendégül bennünket.

A vízkutató fúrásokat az ország legkülönbözőbb részeire telepítették. A leggyakoribb helyek a következők voltak: Bagdad, Moszul, Kirkuk, Erbil, Ramádi, Rutba, Sinjar, Rutba al-Valaj. A néhány 100 m mélységű fúrások által harántolt rétegsor nem a klasszikus agyagos-homokos üledékekből, hanem bonyolultabb felépítésű, repedezett, idősebb korú képződményekből állt. A K-500 típusú mérőberendezéssel végzett karotázs mérési komplexum az alábbi mérésekből állt: természetes potenciál (SP), fajlagos ellenállás, természetes gamma, gamma-gamma és neutron-gamma. A végcél a mérések alapján a vízáadó rétegek kijelölése és szűrőzési javaslat készítése volt. A mérőcsoport a betanítási időszak alatt több mint 70 000 m-ben végzett karotázs méréseket.

Az iraki szakemberek képzése, oktatása részben a fúrólyukakon történt mérés közben, részben az irodákban, a végleges dokumentum készítésekor.

A hamarosan bekövetkezett háborús események miatt az ország geofizikai kutatása értelemszerűen háttérbe szorult. A visszajelzések szerint az általunk betanított iraki szakemberek tevékenysége nyomán az ország vízellátása hosszú távon megoldódott. Érdekes még néhány mondat erejéig foglalkozni a mérőcsoporttal kapcsolatos utözöngéekkel is.

- Az ELGI Kísérleti Karotázs Osztályán 6 hónapon keresztül értelmezési továbbképzésen vett részt a GWDA két munkatára, SZUÁD és INÁM kisasszony.
- 1982 februárjában, amikor az Iránnal való háború még javában dúlt, további karotázs mérőkocsik és alkatrészek eladásáról írtunk alá szerződést Bagdadban (a jelen sorok szerzője a NIKEX üzletkötőjeként volt jelen).
- 1982 tavaszán a Magyar Kereskedelmi Kamara felkérésére részt vettünk a bagdadi Nemzetközi Vásáron. Ekkor a GWDA neutron sugárforrás alkalmazásával mért karotázsgörbék értelmezéséről előadásra kért fel minket, mint kiállítókat. Az előadás keretében a korszerűbb neutron-neutron módszer előnyeivel is foglalkoztunk.

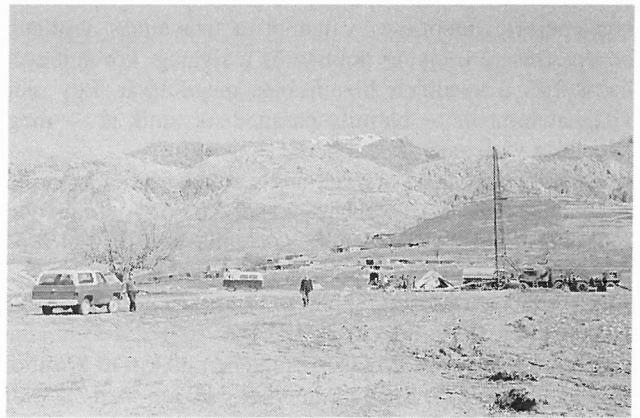
Összefoglalva megállapítható, hogy a magyar kutatók munkájával az iraki fél maximálisan elégedett volt.

Viola Balázs

1974 nyarán az ELGI Nemzetközi Osztályának szervezésében három kolléga érkezett a bagdadi székhelyű Ministry of Irrigation Ground Water Development Administration-tól (GWDA), hogy vízkutatásra alkalmas karotázsberendezéseket vásároljanak. Az iraki cég küldöttei aprólékosan átvizsgálták az ELGI-ben kifejlesztett K-500

típusú berendezést. A terepi mérések befejezése után az iraki szakemberek teljes megelégedettségüket kifejezve négy berendezést rendeltek, 1975. tavaszi szállításra. A szóbanforgó négy berendezést az ELGI 252 000 USA dollárért adta el. Figyelemreméltó, hogy két iraki munkatárs 1974 telén újra eljött, hogy szemrevételezze a munka előrehaladását.

A berendezések időre elkészültek és 1975 májusának végére szállításra készen álltak. Az iraki féllel kötött szerződés értelmében a négy berendezéssel ketten — név szerint PINTÉR József és SZUNYOGH Ferenc — egy évig Irakban maradnak a berendezések üzemeltetésére és az ottani szakemberek betanítására.



„Karotázs tájkép” Irak északi részén

Alapos megfontolást igényelt a berendezések kiszállítása is. Az iraki féllel történt egyeztetések során arra a végeredményre jutottunk, hogy azokat legegyszerűbb „lábon” kivinni. Ez meglehetősen komoly vállalkozásnak tűnt, de mint később kiderült, ez volt a jó megoldás. Az iraki fél ugyanis az USA-ból is rendelt egy karotázsberendezést, amit az amerikai cég egy Chevroletbe építve hajón küldött. A hajó a bejrúti kikötőbe érkezett és ott hajózták ki a berendezést. Az akkor már dúló libanoni polgárháború egyik szabadsapata meglátta a kocsit, a műszereket kidobálták, a kocsit elvitték és így a berendezés soha nem érkezett meg Bagdadba.

1975 május végén a négy geofizikai berendezés elindult egy kísérőkocsival, és egy hét múlva, némi nehézségekkel tarkított 3785 km-es út után, különösebb baj nélkül megérkezett Bagdadba. Ott bekerültek a vámterületre, majd a szokásos nehézségek után az iraki cég birtokba vette azokat. A Bagdad környéki két-három próbamérés során a berendezések hiba nélkül működtek. Mint érdekességet említem, hogy a júliusi mérések folyamán egy alkalommal a nagy hőség miatt a neutronforrás tárolóödrében a paraffin felső rétege megolvadt. Az ilyen és még nagyobb hőségben is a berendezések kitűnően működtek és az ott töltött egy év alatt gyakorlatilag semmiféle probléma nem volt velük. Az ELGI tehát kiváló minőségű berendezéseket bocsátott az iraki fél rendelkezésére.

A próbamérések után jött a meglepetés, amiről az iraki fél addig egy szót sem szólt.

Mint kiderült, a GWDA-nak volt egy kirendeltsége északon, Moszulban. A bagdadi telephely végezte a Bagdadtól délre fekvő területek kútfúrásainak geofizikai vizsgálatait, a moszuli pedig az északi területeken lévőket.

Ennek megfelelően a négy berendezést kétfelé osztották. Két kocsi maradt Bagdadban PINTÉR Józseffel, én pedig Moszulba kerültem a másik két kocsival. Az elosztás július második felében történt és ennek megfelelően telephelyünket is elfoglaltuk.

A Bagdadtól délre eső területen mélyített fúrások karotázsvizsgálatait PINTÉR József végezte a hozzá beosztott arab kollégával együtt. A 400 km-es távolság miatt csak ritkán volt alkalmunk találkozni. PINTÉR József legfőbb területe a Kerbela-Najaf-i körzet volt.

Moszulban tehát egy egész évre kellett berendezkednem. Hálával gondolok az ottani arab kollégákra, akik mindenben (lakáskeresés, étellemezés, közlekedés) maximálisan segítettek. Álljon itt a nevük: Mr. RAJAB, Mr. ABDULLAH, Mr. HEIRI, Mr. SHOWKET. Közvetlen munkatársként Mr. RAJABot és Mr. ABDULLAH-t osztották be mellém. Feladatunk karotázsmérések végzése volt vízkutató fúrásokban. Munkaterületünk zömmel a Sinjar–Tell Afar–Moszul–Erbíl–Kirkuk–Szuleimánija útvonaltól északra és délre, egy megközelítőleg 50–50 km széles sávba esett. Természetesen voltak ezen a sávon kívüli fúrásaink is. A maximális fúrási mélység 250 m volt.

Az alábbiakban röviden összefoglalom a karotázs mérések alapján a kutatási területre vonatkozó földtani ismereteket.

A nyugati területeket — Sinjar, Tell Afar — elsősorban mészköves és mészkőtörmelékes összletek jellemzik. Az itt mélyült fúrások ezekből a zónákból adták a vizet. A bizonyult földtani felépítés néha igen komoly problémát okozott a karotázsszelvények kiértékelésében.

A Moszul–Erbíl-i területen alapvetően agyagos-homokos összletek jellemzik a fúrások által harántolt rétegsort, ami nem jelentett problémát karotázs szempontból.

A Kirkuk-i terület rendkívül érdekes földtani szempontból. Kirkuk elsősorban olajmezőiről híres. Az olaj már 1200 m mélységben megtalálható. Iható vizet találni szinte lehetetlen. Nekünk sem sikerült. A környéken vízkutató céllal egy 120 m-es fúrás mélyült. Az egyébként végig agyagot harántolt fúrásban 40 m körül volt egy két méter vastag homokréteg, amely adott vizet. Sajnos a víz sótartalma 5500 ppm volt, így az teljesen használhatatlan volt. A területen ezek után több kutat nem is fúrtak.

Karotázs szempontból legegyszerűbb volt Szuleimánija és környéke. A terület lényegében egy hatalmas medence és ennek agyagos-homokos összletei bőven tartalmaznak vizet. A fúrások aránylag kis mélységűek (60–80 m) voltak. Még a medence peremén is elég volt a 130 m-es fúrás.

Az Irakban töltött egy év alatt a fenti területeken összesen 125 fúrást mértünk le, és ezek között egyetlenegy meddő sem volt. Az év végére a két arab kolléga folyamatosan megtanult észlelni, kiértékelni és a munkákat már önállóan is el tudták végezni.

Mr. RAJABot a későbbiekben kinevezték az újonnan létesített dohúki telephely vezetőjévé.

A sors fintora: Dohúkot a belpolitikai villongások során a kurdok földig lerombolták...

Szunyogh Ferenc

EMLÉKÜLÉS TÁRCZY-HORNOCH ANTAL PROFESSZOR SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJÁN



SZARKA László koszorúz

TÁRCZY-HORNOCH Antal professzor 1900. október 13-án született a ma Ukrajnához tartozó Oroszvégen. Jelentős szerepe volt a magyar bányamérésan, geodézia és geofizika fejlődésében, hosszú ideig volt a soproni egyetem professzora, majd az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Laboratóriumának igazgatója. Egykori tanítványai, munkatársai nagy számban gyűltek össze 2000. október 13-án Sopronban születése 100. évfordulójának megünneplésére. Helmuth MORITZ és Kurt BRETTERBAUER osztrák professzor személyes emlékekkel is gazdagított előadása előtt SOMOGYI József ismertette az ünnepelt életútját, munkásságát, majd PATVAROS József bányamérési, VERŐ József geofizikai, DETREKŐI Ákos geodéziai eredményeiről adott visszatekintő számadást. Utána az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet előtt KAPOLYI László akadémikus leplezte le az ünnepelt mellszobrát, VARGA Éva szobrászművész alkotását, ezt egyesületünk nevében SZARKA László és SZALAY Sándor is megkoszorúzta. Végül a soproni temetőben a sír megkoszorúzása zárta az ünnepséget.

Verő József

TÁRCZY-HORNOCH ANTAL MUNKÁSSÁGA A GEOFIZIKA ÉRDEKÉBEN

A geofizika meglehetősen új tudományterület. Az első folyóirat, amelynek nevében ez a szó szerepelt, a *Gerlands Beiträge zur Geophysik* volt 1887-ben, az első egyetemi tanszék, illetve intézet pedig WIECHERTÉ a *göttingai egyetemen* a század első éveiben; az első önálló, mai szemmel nézve — legalábbis részben — alkalmazott geofizikai intézetet pedig EÖTVÖS alapította majdnem ugyanakkor. Így, amikor a 20-as évek második felében TÁRCZY-HORNOCH professzor megkezdte működését a soproni *Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Főiskolán*, a mai geofizikai módszereknek még csak kis része alakult ki, azok is természetesen a kor mérés- és számítástechnikájának megfelelő színvonalon.

A fentiek szerint a század első negyedének végén a geofizika még eléggé szűk tudományterület volt, Magyarországon pedig — elsősorban EÖTVÖS működése nyomán — az ő ingája és a vele végzett mérések, azok feldolgozása és értelmezése jelentette a geofizikai tevékenység zömét. Annak ellenére, hogy leobeni képesítése eltérő tudományterületre esett, TÁRCZY-HORNOCH már korán bekapcsolódott a hazai Eötvös-inga-mérésekbe. Saját elmondása szerint többször vett részt nyári terepmérésekben, ezek során történt meg az alábbi eset. Látva a terepi korrekció, pontosabban a környező talaj sűrűség-meghatározásának módszerét — egy kis lapáttal gödröt csináltak a földben, a kivett föld súlyát megmérték, térfogatát pedig úgy határozták meg hogy a mélyedést tüllel elfedték, a tüllt elsimították, majd a lyukat kölessel feltöltötték, megmérték a köles térfogatát, és ezekből az adatokból határozták meg a talaj sűrűségét — a csoport vezetőjének kétségét fejezte ki a módszer eredményessége felől. Másnap reggel kapott választ: „Egész éjjel azon gondolkoztam...” — de a válasz nem elégitette ki, Az eset megismétlődött, végül a nagy tromf az volt, „A báró (mármint EÖTVÖS) is így csinálta”. A történet mindenesetre jól jelzi azt a nagy tiszteletet is, amellyel EÖTVÖS emlékét őrizték.

Ennek az ingával való ismeretségnek lehetett a következménye, hogy 1932-ben megjelent TÁRCZY-HORNOCH előadásaiban a geofizika a „Bányászati kutató mérések” című tárgy keretében, a bányamérnök-hallgatók tájékoztatást kaptak az akkori lehetőségekről. Valószínűleg szerepelhetett ezekben az előadásokban a mágnesség, illetve a mágnéses érckutató módszer is, bár erre közvetlen bizonyítékunk nincsen.

A háború után már nagyobb tere nyílt a geofizika oktatásának. 1947-ben Sopronban megindult a tiszavirág-életű

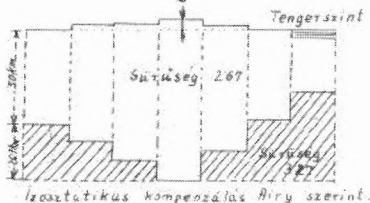
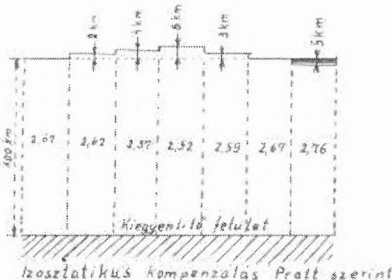
mely már 0,02 - 0,03 milligalt / magysárendben a föld nehézségi erő százmilliomod részét / is elér, a korrekciókat is ennek a pontosságának megfelelően kell meghatározni. Ezért a terepkorrekciók számításánál mindenesetesen pontosságra és az átlag-sűrűség pontosabb ismeretére van szükség. De új korrekcióval a Napnak, a különösen a Holdnak / határozottabb van / a vonzóhatását is figyelembe kell venni. E 0,3 milligalt is kitehető korrekciót célszerűen, a mágneses obszervatóriumok variációméréseivel hasonlóan, gravitációs obszervatóriumban kellene meghatározni.

Izoosztázia és az izosztatikus korrekció.

Bányászati geofizikát kevésbé érdekli / ezért nem is veszi figyelembe / az izosztatikus korrekció. A felsőgeodézia gravitációs méréseknek azonban egyik nagyon vitatott pontja az izosztázia, ill. az izosztatikus korrekció mértékének helyesége.

A múlt évszázad 60-as éveiben Y.H.Pratt és G.B.Airy az általános közfelfogással szemben azt a meglepő tényt tapasztalták, hogy a Himalája hegységen kisebb gravitációs hatás, mint a tömegszámítások szerint kellene lenni.

Ezt Pratt úgy magyarázta, hogy a Himalája hegység úgy emelkedett fel a plasztikus simarétegből, mint a térszta, amelyiknek a sűrűsége annál kisebb, minél magasabbra emelkedik. 15. ábra. Airy pedig azt tételizte föl, hogy a Himalája lényegesen nagyobb és a hegységnek úgy usznak a plasztikus simarétegben, mint egy fadarab a vízben, tehát a vízszint felett csak kis darabjuk látható.



15. ábra.

15. ábra. A kisebb faj súlyú szil-tábla addig süllyed a nagyobb faj súlyú sima anyagba, amíg az általa kiszorított sima anyag és esetleg tengervíz súlya egyenlő nem lesz a kontinentális szil-tábla súlyával. Ebben az esetben az uszóttest a hidrosztatikai egyensúly állapotában és egyszerűsített nyugalomban van. Az uszóttest alatt, bárhol is képzeljünk el egy eszintes felületet, a hidrosztatikai egyensúly állapota azután a

bányakutatómérnök-képzés, amely csak két évfolyamon keresztül tartott, de nem megszüntették, hanem továbbfejlődött, elindult az önálló geofizikus-képzés is. Evvel egy időben KÁNTÁS Károly alkalmazott geofizika témakörben magántanári képesítést nyert a soproni egyetemen, és szintén ugyanabban az évben, 1947-ben, VENDEL Miklóssal hárman létrehozták a *Geodéziai és Geofizikai Munkaközösséget*, a mai *Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet* egyik csíráját.

A negyvenes évek végén, az első ötvenes években TÁRCZY-HORNOCH professzor előadott egy „Geofizikai mérések” elnevezésű tárgyat a bányamérnök-hallgatóknak a IV. évben, emellett KÁNTÁS tartott előadásokat az elektromos módszerekről, érdekes módon előbb, már a III. évben, és valamennyit hallgattak a mágneses módszerekből, szeizmikából is.

ÁDÁM Antal megőrizte azt a jegyzetet, amely 1950-ben

TÁRCZY-HORNOCH előadásai nyomán AUER Vilmos, akkori tanszéki mérnök rendezett sajtó alá. Ez a rövid jegyzet bányamérnök-hallgatók számára készült, és az előszóban utalás van arra, hogy ennél az összefoglalásnál sokkal részletesebb előadásokat hallgatnak a bányakutatómérnök-hallgatók. Még az is szerepel az előszóban, hogy a gravitációs és a mágneses módszert a jegyzet részletesebben tárgyalja, mert viszonylagos egyszerűségük, a megfelelő műszerek olcsósága (talán inkább Magyarországon való könnyebb hozzáférhetősége) miatt bányamérnökök is el tudják végezni, és sor kerülhet rá, hogy el is kell végezniük az ilyen jellegű méréseket.

A 70 oldal terjedelmű jegyzeten látszik bizonyos bővítés nyoma, a végén más betűtípus szerepel, mint előbb. A gravitációs módszerrel, elsősorban az Eötvös-ingával foglalkozó rész terjedelme 31, a mágneses mérésekkel foglalkozó részé 12, a szeizmikáé 11 (benne elsősorban a refrakciós módszerről van szó, a reflexióra csupán 2,5 oldal jutott), a geoelektromos módszerekre 14, egyéb módszerekre (radioaktív, termikus) 2 oldal esik. Érdekes ebből az 50 év előtti jegyzetből néhány oldalt megtekinteni — egyes részei ma is elfogadhatók lennének. A jegyzeten lévő feljegyzés szerint az előadásokat maga TÁRCZY-HORNOCH tartotta.

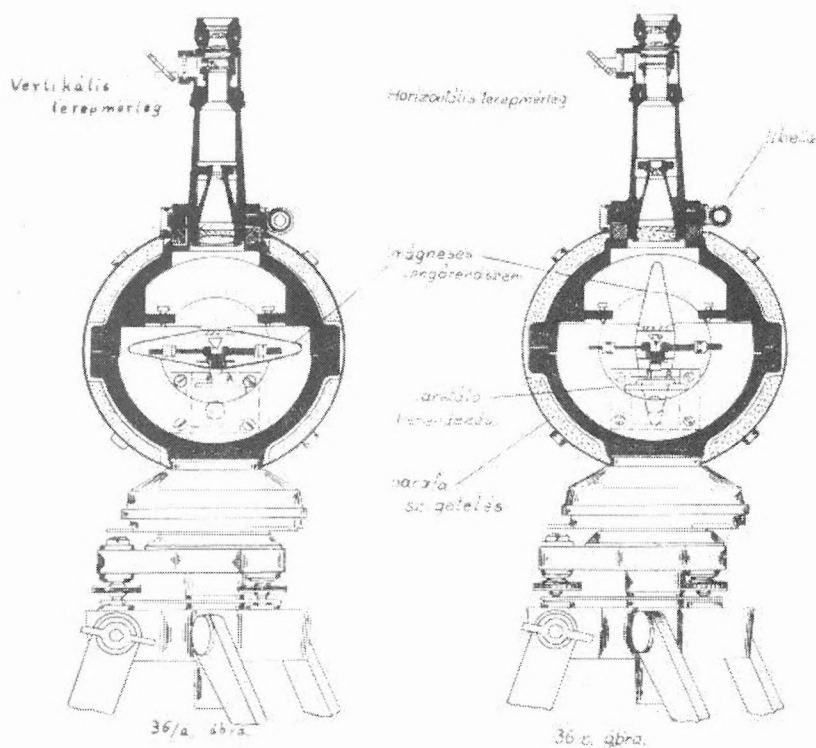
Ebben az időszakban jelentek meg TÁRCZY-HORNOCH első geofizikai tárgy tanulmányai. 1949-ben az Eötvös-ingával mért gradiensek kiegyenlítéséről írt, felhasználva egy hallgató diplomamunkáját is, majd a geofizikának a bányászatban betöltött szerepéről (ez a Bányászati és Kohászati Lapokban, 1950-ben jelent meg, evvel kívánta alátámasztani a geofizika oktatását bányamérnök-hallgatók számára), a harmadik pedig érdeklődésére nagyon jellemzően a mágneses deklináció értékének változásáról szolt a Kárpát-medencében. Később is sokszor hallottuk tőle, hogy a régi bányamérési és más térképeken található irányadatok alapján lehetne rekonstruálni a mágnes tér változását a Kárpát-medencében. Ennek a munkának kezdetét jelezte ez a tanulmány. Később a gondolatot mások valóstították meg, és egészen a 17. századig, MARSIGLI tábornok adataiig sikerült visszafelé követni a deklináció változását. 1952-ben jelent meg tanulmánya a refrakciós mérések kiegyenlítéséről — természetesen

valamint használatát a Schmidt-féle terepmérlegnél még részletesebben megismerjük. Egyébként az Ambron-féle magnetométer csupán szerkezete miatt érdekes; nem nagyon terjedt el.

Schmidt-féle terepmérleg.

Hibásan a Feldwaage szónak szó szerinti tövös értelmezésű lefordítása miatt mezei mérlegnek is nevezik. A bányászati geofizikusok figyelmét ennek a 2-3 érzékenységi terepmérlegnek gyakorlati jelentőségére a Witwatersrand elvetett aranytallóreknek Krahmann Rudolf bányamérnök által való felkutatása hívta fel.

Schmidt Adolf 1915 táján mind vertikális, mind horizontális intenzitás meghatározására szerkesztett műszert. A vertikális terepmérlegnél a mágneses erővonalak vertikális irányú komponenseinek hatását mérjük, tehát a mágnesűt helyettesítő u.n. lengőrendszer /1. 37. ábrát vízszintes; a horizontális terepmérleg a horizontális irányú komponenseket méri, tehát a lengőrendszer függőleges. Méréskor a vertikális lengőrendszer/hogy a horizontális komponens hatása ne érvényesüljön/ a mágneses déllőre merőlegesen, a horizontális lengőrendszer pedig a mágneses déllőben leng. Mindkettő vázlatos rajzát 36.a./ és 36.b./ ábránk, vázlatos szerkezeti összeállítását 36.c./ és 36.d./ ábránk mutatják.



akkoriban nem a nagyszámú geofon szolgáltatja adat számítógépes feldolgozása, hanem néhány mérőpont adatainak minél teljesebb kiaknázása volt a feladat, és erre az általa művelt és kitűnően ismert kiegyenlítő számítást vélte alkalmasnak. Nem rajta múlt, hogy a fejlődés más irányban folytatódott. Ezen a nyomon továbbhaladva, elég sokat foglalkozott a szeizmikus, egyebek között reflexiós mérések eredményeinek kiegyenlítésével, a kis sebességű fedőréteg miatti korrekció meghatározásával. Az említett cikkek közül több a *Geofisica Pura e Applicata*-ban jelent meg — Mario BOSSOLASCO professzorhoz, a folyóirat főszerkesztőjéhez szoros baráti szálak fűzték.

A kezdeti nehézségek különben sok átszervezést, sőt szervezetlenséget eredményeztek a soproni egyetemen, amint annak magam is részese voltam. Amint említettem,

egyrészt emberismerete révén, másrészt saját tanszékén is kiváló gárdát gyűjtött össze, s mind saját tapasztalatából, mind tanszéki munkatársai révén jobban megismerhette a hallgatók képességeit, mint KÁNTÁS, aki viszonylag új ember volt az egyetemen,

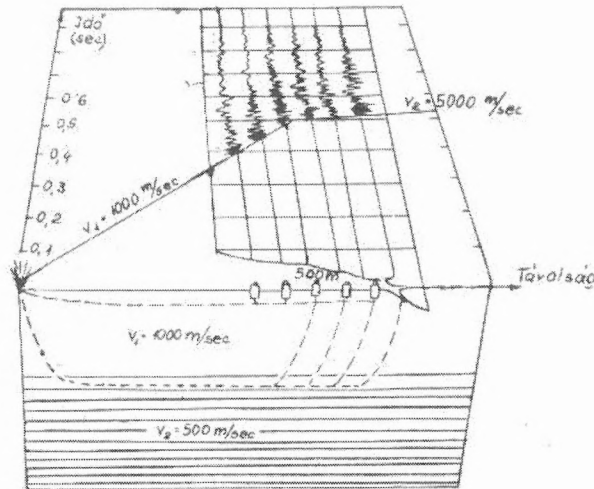
A munkaközösségből 1955-ben két külön Kutató Laboratórium lett, ezek vezetője TÁRCZY-HORNOCH és KÁNTÁS volt.

Nagy változást jelentett az 1956-os év. Mivel KÁNTÁS elhagyta az országot, a Geofizikai Kutató Laboratórium léte veszélyben forgott. A helyzetet TÁRCZY-HORNOCH mentette meg avval, hogy elvállalta a két, egymástól függetlennek megmaradt laboratórium igazgatóságát, idejét megosztva a két intézmény között. 1957 januárjától voltam én is a Laboratórium munkatársa.

TÁRCZY-HORNOCH több geofizikai tárgyú tanulmánya

1949-ben a földmérőmérnök-hallgatók egy részét avval az ígérettel vették fel, hogy III. évtől geofizikusok lehetnek. Engem hasonló ígérettel 1951-ben vettek fel földmérő hallgatónak. A Népgazdasági Tanács 1951-ben, TÁRCZY-HORNOCH hathatós közbelépésére fogadta el ezt a megoldást, akkor, amikor Budapesten is megindították a geofizikus-képzést. Közben a miskolci egyetemen is elindult a geofizikusmérnök-képzés. 1953-ban a két évfolyamot, a sopronit és a miskolcit összetolták Sopronban, így 25 fős évfolyam lettünk, talán a legnagyobb a valaha létezettek között. Persze, akkor nem tudtuk, hogy e mögött a pécsi uránércbánya igénye húzódott meg, ahová kérdés nélkül küldték az évfolyam kétharmadát. Valószínűleg ez játszhatott közre a képzés két helyen való megindításának engedélyezésében is.

Közben a geofizika oktatása elszakadt a Felsőgeodézia-Bányaméréstan Tanszéktől, mert 1951-ben KÁNTÁS Károly vezetésével önálló tanszékot kapott. Ez a tanszék is sokat változott az első években, de végül is együtt maradt a Fizikai Tanszékkel, sőt az elektrotechnikát — előzőleg SIMONYI professzor területét — is ott oktatták. TÁRCZY-HORNOCH geofizikai érdeklődésű munkatársai közül átadott egyeseket ennek a tanszéknek, a létszámot pedig az első végzett bányakutató és geofizikus évfolyamokból töltötték fel. Ebben komoly szerepe volt TÁRCZY-HORNOCHnak,



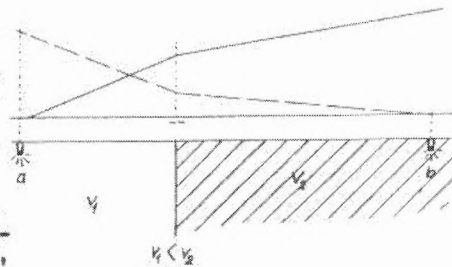
42. ábra

ebből $v_2 = y = \frac{500}{0.1} = 5000 \text{ m/sec}$ és $h = x = 200 \text{ m}$

Természetesen ez csak vízszintes terepen érvényes.

Több mérés esetén több értéket számíthatunk x-re és y-ra, s ezek egybevetése a számított értékek pontosságának megbízhatóságának megítélésére használható fel.

Ugyelnünk kell arra is, hogy hasonló képet kapunk akkor is, ha a felszíni rétegben áll be minőségi változás. /L.43.ábrát/. Ha annak eldöntése, melyik áll fenn, egyszerűbb eszközökkel nem sikerül, úgy a robbantást megismételjük b kezdettel. A beérkezési idők görbéje ebben az esetben a szaggatott vonal, amelynek második része a meredekebb / a kisebb sebességnek megfelelően /. Párhuzamos rétegek-nél függetlenül a robbantás helyétől a beérkezési időpontoknak ugyanazt a görbéjét kapjuk, s ennél nem fordulhat elő, hogy a második egyenesrész legyen meredekebb, azaz a mélyebb réteg sebessége kisebb, mert ez nem tudna hamarabb feljönni.



43. ábra

származik ebből az időből, az ötvenes évek közepéről. Ezek meredek dőlésű reflektáló síkok geofizikai mérésekkel való meghatározásával, illetve általában a geofizikai mérésekből származó adatok pontosságával foglalkoztak. Ezekon kívül KÁNTÁSSal együtt írt a geofizika eredményeiről „A Magyar Tudomány Tíz Éve” című, akkor rendkívül reprezentatívnak szánt kötetben is. A két említett szócikk TÁRCZY-HORNOCH további geofizikai bűvárkodásainak irányát is kijelölte: egyrészt a számára annyira ismerős térgeometria segítségével próbálta kedvezőtlen esetekben is meghatározni a szeizmikus események (robbantás, bányaműködés) helyét, ami elég sok számíttással járt, és egyes esetekben heves szakmai vitákra is alkalmat adott, másrészt pedig foglalkozott a geofizikai mérések pontosságának kérdéseivel. Mindvégig jellemző volt TÁRCZY-HORNOCH tanulmányaira, hogy a geofizikában is geometriai kiegyen-

lítő számítási problémát látott, mivel elsősorban ez érdekelte őt, az ilyen jellegű megoldásokat kereste.

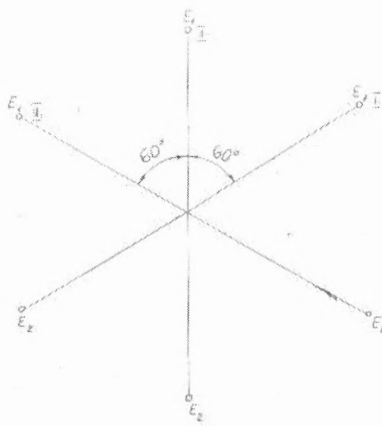
A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió tagságával kapcsolatban elég sok probléma merült fel ezekben az években. Magyarország elvileg az Unió tagja volt ugyan, de évekig nem fizette a tagdíjat, emiatt tagságát fel is függesztették. TÁRCZY-HORNOCH az Unió közgyűlésein rendszeresen részt vett, és minden befolyását latba vetette egyrészt külföldi barátain keresztül, másrészt pedig idehaza, hogy olyan megoldás szülessék, amely elfogadható pénzügyi megterhelést jelent Magyarország számára, de egyúttal lehetővé teszi a tagság rendezését, fenntartását is.

Igazgatóságának elejére esett a Nemzetközi Geofizikai Év. Erre még KÁNTÁS kezdeményezésére létesült Nagycenkén a geofizikai obszervatórium. Az obszervatórium első eredményeinek közlése az Acta Technicában elég sok nehézséggel járt, meglehetősen nagy volt a jelentés terjedelme és más műszaki szakterületek képviselői némileg értetlenül álltak a számtömeg előtt. Az első éves jelentés az ő neve alatt mégis ott jelent meg, de valószínűleg éppen ennek a problémának volt következménye, hogy hamarosan elindult az Acta Technicán belül a Series Geodaetica et Geophysica, majd hamarosan ez a sorozat önálló Actává vált,

ennek főszerkesztője természetesen TÁRCZY-HORNOCH lett. A publikálásnak mindig nagyon nagy jelentőséget tulajdonított, a harmincas években már tapasztalatokat szerzett a soproni egyetem kiadványa révén ezen a területen. Gyakran hangoztatott véleménye szerint a legnagyobb siker, amit publikáció elérhet, az, hogy bekerül a tankönyvekbe.

TÁRCZY-HORNOCH szoros kapcsolatban volt a freibergi Bergakademie-vel, ott is különösen Otto MEISSER professzorral. Számos alkalommal látogatták meg egymást, közös kutatásokról folytattak megbeszéléseket, publikáltak egymás folyóirataiban, magam is első hosszabb külföldi utamon élvezhettem MEISSER professzor vendégszeretetét. Ennek a kapcsolatnak az eredménye volt az is, hogy a két laboratórium munkatársai 1961-ben csoportos látogatást tettek az NDK-ban, ami akkoriban nem volt mindennapos

Mint említettük, a mérési eredmények interpretálása igen nagy elméleti és gyakorlati fizikai-teleptani tudást kíván. Minthogy tisztán fizikai jelenségek magyarázatáról van szó, a kiértékelés igen gyakori módja, hogy modellek kísérletekkel a természet által jelenségeket rekonstruáljuk. Ennek alapja Maxwell azon törvénye, hogy az aequipotenciális vonalak elhelyezkedését a vezetőképesség viszonyán kívül csak a zavart előidéző test nagyságának és a mérési pontból való távolságának viszonya befolyásolja és ezért a modell kicsinyített képét adja a természetnek.

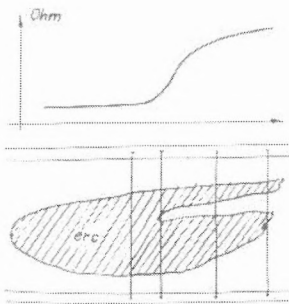


55. ábra

b./ A Turam-transzformátor -módszer is ehhez a csoporthoz tartozik. Ez különösen meredek kvarcos telérek kutatására szolgál. Az áramot pontoszerű s transzportábilis elektrodán vezetik be. A kvarcos tellér az árammal szemben ernyőszerűen viselkedik és így a telér kibúvása fölött a feszültség növekedik, amely körülmény az aequipotenciális vonalak felvétele útján érzékelhető. Kifejlesztésében Kollert svéd bányamérnöknek van nagy érdeme.

c./ Az ellenállásmérések alcsoportja ugyancsak elektromos potenciálon alapuló módszereket foglal magában.

A természetben előforduló kőzetek nagy különbséget mutatnak az elektromos ellenállásban / $10^{-2} - 10^{10}$ ohm / Ezért kézenfekvőnek látszana, hogy az alsóbb rétegek milyenségére következtessünk tervszerű ellenállásmérésekkel. Minthogy már vékony rossz vezető-közbeágyazás az ellenállást nagy mértékben növeli / 56. ábra /



56. ábra

átmeneti ellenállása, s ehhez viszonyítva a rétegek nagy kiterjedése következtében még rossz vezetők esetében is viszonylagos kis ellenállása is zavarja.

esemény, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy még nem állt a berlini fal. Ahhoz, hogy feleségemmel együtt részt vehessünk ezen a kirándulással egybekötött tanulmányúton, bizony szükség volt TÁRCZY-HORNOCH hathatós segítségére.

Majdnem a sopronival egyidejűleg indult meg a geofizikus-képzés Budapesten, az *Eötvös Loránd Tudományegyetem* is. Ott EGYED László professzor lett a tanszék vezetője, de az ő érdeklődési köre eléggé eltérő volt. Sikerült a tanszék mellett akadémiai kutatócsoportot is létrehozni. Ez a párhuzamosság szinte elkerülhetetlenül összeütközéshez vezetett a két tanszék, illetve intézmény vezetője között. A fennmaradt levelezés alapján nagyjából rekonstruálhatók azok az események, amelyek akkoriban lejátszódtak, és amelyeknek mi, a Geofizikai Laboratórium munkatársai csak néma szemlélői voltunk, mert az akkori mecha-

nizmusnak megfelelően a döntéseket magasabb szinten hozták, nemegyszer a párt szava volt döntő, ehhez pedig megfelelő kapcsolatokra volt szükség.

A viták már 1958-ban megindultak. Akkor született meg EGYED tervezete egy Földfizikai Intézet létesítésére. A tervnek sokféle változata lehetett, volt úgy, hogy a két soproni laboratóriumot egyesíteni kívánták, ezen belül lett volna Geomágneses-tellurikus osztály, és hozzá csatlakozott volna EGYED pesti gárdája, de volt később olyan terv is, hogy az intézet két főosztályból állt volna, egyik Sopronban, a másik Budapesten, mindegyik 5-6 osztállyal, összesen 122 fővel (ez a terv 1963-ban született meg). A szinte megoldhatatlan probléma a két akadémikus egymáshoz való viszonya volt. Eltérő érdeklődésük, saját tudományos presztízsük megvédése miatt az intézet létrehozása körüli viták elég élesek voltak, keresték a külső támogatást is, részben a Magyar Geofizikusok Egyesületén belül, részben az Akadémia szerveinél. A sok vihart kavaró átszervezési ügynek valószínűleg az vetett véget, hogy a terv túlságosan nagyra törővé vált és a 13 milliós beruházást, illetve az évi 5 milliós bérköltséget, egész sor obszervatórium létesítését, működtetését nem vállalták az illetékesek. A viták egészen a hatvanas évek közepéig folytak.

Amíg az említett viták folytak, TÁRCZY-HORNOCHnak viszonylag kevesebb geofizikai tárgyú publikációja született, viszont új témaként jelentkezett a tellurikus állomásellipszis számítása. Újra többször foglalkozott a földrengések hipocentrumának, illetve robbantások helyének meghatározásával, a robbanóanyag mennyisége és a keltett rezgés amplitúdója közötti kapcsolat kiegyenlítővel való számításával és néhány hasonló kérdéssel. Evvel kapcsolatban emlékezetes vitája volt két német kollégával, akik geometriai megoldását bírálták. Voltaképpen ismét az eltérő felfogás húzódott meg a vita mögött: a tisztán geometriai geodéziai pontbekapcsolások esetében a geometriai megoldás egyben a valóságos megoldást is jelentette, mert sem a két mérési pont közötti közeg fizikai sajátosságai, sem a „forrás” sajátosságai nem zavarják az eredményeket, az ezekből adódó „mérési hibák” pedig a távolságoknak csak parányi részét teszik ki. A

helyzet egészen más a bányabeli robbantások és földrengések esetén, ilyenkor a véletlen és a „szabályos” mérési hibák már jelentékenyek lehetnek. Emellett a megfigyelési pontok megválasztása sem tetszőleges a rengéshullámok esetében, a meglévő lehetőségekhez kell ragaszkodni.

Sok tanulmánya foglalkozott a hatvanas-hetvenes években a geofizika helyzetével, fejlődésével, ezen belül a Geofizikai Laboratórium tevékenységével. Akkor is, amikor 1971-ben véget ért igazgatói megbízása, szívesen vállalkozott ilyen feladatokra, hiszen történelmi érdeklődése mindig élénk volt. Így került sor EÖTVÖS ingaméréseinek történetével kapcsolatos munkájának megírására is, amelyben saját tapasztalatai alapján helyesbített egyes hibás adatokat. A fentiekben szereplő évszámok, más adatok jelentős része is az ő tanulmányaiból származik. Általában is igaz, hogy egyik legfőbb tanítása a pontos-

ság, megbízhatóság volt. Gyakran lázadoztak munkatársai egyre nagyobb követelményei ellen, a számítási pontosság, a normálegyenletek megoldásának nehézségei miatt, de abban mindenkor biztosak lehettünk, hogy az általa átnézett (hiszen sokáig minden, a laboratóriumokból kikerülő tanulmányt elolvasott) tanulmányokban felületességből eredő hiba nem maradt.

TÁRCZY-HORNOCH Antal működése megteremtette a mai *Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet* hírnevét, személyes munkássága, kiterjedt kapcsolatai, munkatársai iránti segítőkészsége sokban hozzájárult ahhoz, hogy az Intézet és már elődjei is nemzetközi hírnevet szereztek az egész magyar geofizikának. Kétségtelen, hogy személyében a magyar geofizika, ezen belül a geofizikai oktatás egyik megteremtőjére emlékezünk.

Verő József

6. KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS MÉRNÖKGEOFIZIKAI KONFERENCIA

(6th Meeting of the Environmental and Engineering Society — European Section)
Bochum, 2000. szeptember 3-7.

Budapest után Németországban a Ruhr-vidéki Bochum adott otthont a konferenciának. Mi, magyarok kíváncsian vártuk, milyen lesz az idei EEGS-ES, vajon mit vesznek át a német rendezők a számos budapesti kezdeményezésből, és milyen új ötletekkel rukkolnak elő. Az összehasonlítás kimondva-kimondatlanul mindannyiunkat foglalkoztatta, akik mindkét rendezvényen részt vettünk, és amelynek külön „íz” adtak a két rendező intézmény: a Ruhr Egyetem, Bochum (RUB) és a Deutsche Montantechnologie (DMT) (korábban Westfälische Berggewerkschaftskasse — WBK) hagyományosan jó magyar kapcsolatai, és az, hogy a szervezőbizottság vezetője Egyesületünk tiszteleti tagja, Lothar DRESEN professzor volt.



Vibroszeiz (bemutató)mérés a Ruhr Egyetem területén

A konferencia helyszíne

A bochumi abban különbözött leginkább a korábbi rendezvényektől, hogy első ízben egy egyetemi campus látta vendégül a résztvevőket. Ez a körülmény a rendezvényt majd minden tekintetben egyedivé tette. Az egyetem, mint házigazda igen olcsón bocsátotta infrastruktúráját a konfe-

rencia rendelkezésére. A rendezés oroszlánrészét is egy egyetemi szervezet a Sajtóosztály (Unikontakt) vállalta magára. Egy főállású alkalmazott és sok egyetemi hallgató (nem mind geofizikusok) közreműködésével oldották meg a jelentkezésekkel, az előkészítéssel, a helyszíni regisztrációval, a pénzügyekkel és felügyelettel kapcsolatos feladatokat. A fentiek következtében „minden idők” legolcsóbb EEGS-ES konferenciájává válhatott az idei rendezvény. A helyi szervezőknek ez is volt az egyik fő céljuk. A résztvevők száma (319 fő a kiállítókkal együtt), azok között is a sok egyetemi hallgató (a rendezőkön kívül) a célkitűzés helyességét igazolta. Feltehetően a magyar geofizikus kollégák örvendetesen magas számát (21 fő) a kedvező részvételi díj is befolyásolta. Az előadásoknak, posztereknek és kiállításnak helyet adó egyetemi campus arculatát a német architektúra egy „egyszeri” kísérlete határozta meg. A csupán a funkciót előtérbe helyező tervezés és kivitelezés egy végtelenül logikus és célszerű, ámde csöppet sem barátságos, negyven ezer diákot befogadó hatalmas betonrengeteget „varázsolt” a Ruhr folyó fölé emelkedő domboldalra. Minden magyar résztvevő, aki a minoszi labirintust is megszegyenítő parkolóházban autóját egyszer is reményt vesztve kereste, bizonyára egyetért velem. A célszerűséget tekintve azonban minden kíváncsian megfigyelte az egyetemi Előadócentrum (Hörsalzentrum Ost). Mindkét szekció minden lehetséges audiovizuális technikával felszerelt előadóteremnek bejáratai szinte a kiállítástól nyíltak, a poszterek bemutatására a kiállítással megegyező nagy felület egy emelettel feljebb állt rendelkezésre. (Igaz, a szellősen elhelyezett A0 méretű tablót a technikusok „landscape” helyzetben szerelték fel, a körlevélben leírtakkal ellentétben). A terepi műszerbemutatók, a budapesti sikeres koncepciót követve, az előadások helyszínének közvetlen közelében kerültek megrendezésre. A kiállítóknak panasza okuk nem lehetett, sőt kifejezetten dicsérték is a szokatlanul nagy érdeklődést. (Nem tudták, hogy a szomszéd ezerszemélyes előadásban matematikai előadások zajlottak, és jelentős számú hallgató „tévedt” rendszeresen a kiállításra).

A szakmai program

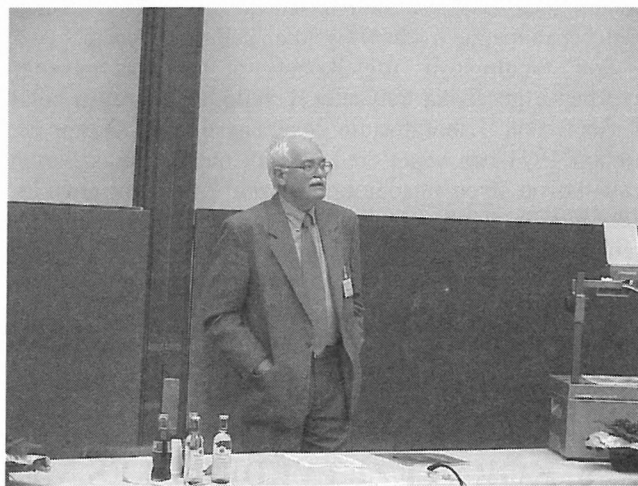
A konferencia szervezői — a budapesti sikeres kezdeményezést továbbfolytatva — három műhelytalálkozót (workshopot) hirdettek meg, amelyek közül kettőre gyűlt össze megfelelő számú jelentkező (a *Hidrogeofizikára* 25-en, a *Felületi hullámokra* 10-en voltak kíváncsiak). Az érdeklődésre jellemző volt, hogy még kezdés előtt közvetlenül is érkeztek előre be nem jelentett résztvevők. Különösen a Hidrogeofizika iránt volt nagy az érdeklődés, a kijelölt szemináriumi terem kis híján kicsinek bizonyult a 25 résztvevő számára. Az előadások befejeztével, hosszantartó élénk szakmai vita alakult ki mindkét tématerületen.

A technikai program 161 szóbeli és poszter előadást foglalt magában, amely közül nyolcnak magyar, illetve részben magyar a szerzője. Összehasonlításként: Budapesten e két szám 196 és 28 volt. Az előadások két párhuzamos szekcióban folytak, míg a poszterek bemutatására két előadásmentes időszak állt a rendelkezésre, délutánonként mintegy 1,5-1,5 órás terjedelemben. A szervezők ezen a konferencián újításként vezették be a minden előadásblokkot megelőző, összesen négy plenáris előadást. Az előadások témáit és előadóit úgy választották meg, hogy azok a geofizika speciális alkalmazási területeire, illetve rokonszakmák területeire essenek. Itt kell megemlítenem, hogy a geofizikát alkalmazó rokon szakmák képviselőit sajnos itt sem üdvözölhettük konferencia résztvevőiként. A konferencia Tudományos Bizottsága a beérkezett és zsűrizett előadásokat az alábbi tématerületekre sorolta be:

Tématerület	Előadás	Poszter
Szeizmika (SE)	12	11
Elektromágnesség (EM)	12	8
Geoelektromos módszerek (EL)	17	10
Földradar (GR)	8	10
Gravitáció és mágnesség (GM)	4	6
Fúróluk-szelvényezés (WL)	4	2
Hidrogeológia (HY)	9	2
Mérnökgeológia (EG)	4	11
Integrált esettanulmányok (CH)	12	5
Szennyeződések kimutatása, nyomon követése (PD)	0	2
Hulladékelhelyezés, lerakóhelyek kutatása (WD)	0	2
Üregkutatás (CD)	0	2
Veszélyek és megelőzésük (HS)	0	4
Összesen	82	75

Az elmúlt évi konferenciához képest megfigyelhető a *Geoelektromos módszerek* határozott előretörése, és elgondolkodtató a *Szennyeződések kimutatása, nyomon követése* és a *Hulladékelhelyezés, lerakóhelyek kutatása* tématerületek gyengébb képviselete. A zsűrizés folyamán a beérkezett két-, illetve négyoldalas kivonatok alapján mintegy 10 előadást/posztert utasított el a bizottság. A szervezők idén csak egy kivonat beküldését kérték, ezzel egyszerűsödött a jelentkezés, és a zsűrizés is. A megtartott előadásokat és a bemutatott posztereket az idén is értékelte a konferencia Tudományos Bizottsága. A budapesti problémákból okulva egyszerűbben kezelhető nyomtatványokat kaptak kézhez a felkért bírálók, így a lapok túlnyomó többsége a bizottsághoz vissza

is érkezett. A bizottság gyorsértékelése szerint a konferencia színvonala a korábbiakhoz képest emelkedett. A műszerbemutató budapesti sikere Bochumban is megismétlődött.



DRASKOVITS Pál tagtársunk előad

A „meghosszabbított” ebédszünetben a konferencia helyszínén rendezett bemutatómérések rendszere telitalálatnak bizonyult. Ahelyett, hogy e sorok írója elkerülhetetlenül subjektív értékelést adna a konferencia tartalmát, színvonalát illetően, álljon itt inkább néhány figyelemre méltó tény. A konferencia előadásainak látogatottsága mindvégig magas volt, még az utolsó előadásokat is (csütörtökön délben) mintegy 50 fő hallgatta meg mindkét szekcióban. A poszterek előtt folyamatosan — nem csupán a kijelölt időben — mindig sok kollega cserélt eszmét és tapasztalatot, még az utolsó előadásokat követően is láttunk poszterek előtt vitatkozókat. Többen is említették, hogy a tablóra kihelyezett „szórolapok” minden mennyiségben elfogytak. A kiállítóknak voltak látogatói még az utolsó pillanatban is, és akkor kezdtek csak csomagolni, amikor az utolsó résztvevő is eltávozott. A krónikás emlékezetébe más konferenciák idéződnek, ahol nagyságrendileg nagyobb részvételi létszám mellett sem tapasztalt ilyen élénk általános érdeklődést... A 161 előadás/poszter két-, illetve négyoldalas kivonatát tartalmazó kiadvány e sorok írójánál is megtekinthető.

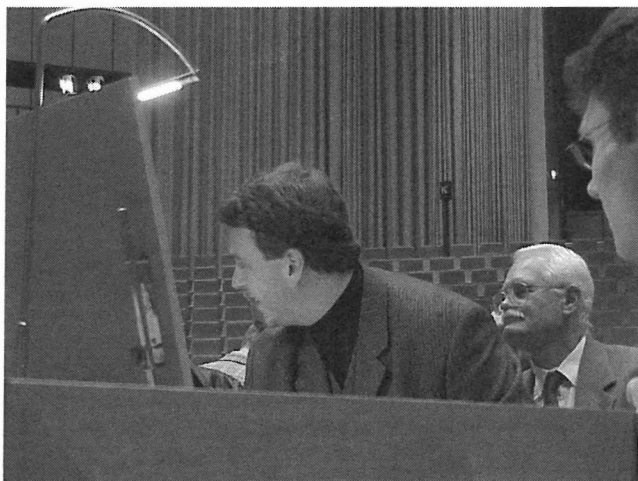


VARGA Mihály a Mecsekurán geofizikusainak eredményeit tanulmányozza.

A keretprogram

A Ruhr-vidék hallatán képzeletünkben a jól ismert klisé tűnik fel, miközben kevésbé gondolunk arra, hogy a KRUPPOK és THYSSENEK birodalma az ősi vesztfáliai területen épült fel. Az e vidék középpontjában fekvő Bochumban és környékén a magyar utazó hiába keresi a füstös iparvidéket. A város és környéke különleges történelmi, művészeti emlékekkel ugyan nem dicsekedhet, rendelkezik azonban különleges ipartörténeti értékekkel, amelyeket féltve őriz. A helyi szervezőbizottság e kettősre építette keretprogramjait.

A *Jégtörésen* egy egykori vesztfáliai farmon, a *Beckannshofban* „dolgoztak” a már vasárnap megérkeztek. Az egyetem területén található átalakított épületegyüttesben az egykori lóistálló, fészer, kocsiszín és disznóakol ma fogadásoknak, kisebb megbeszéléseknek szemináriumoknak ad helyet. Az eredeti „helyiségfeliratok” még ma is olvashatók, gondolatkísérletekre adva bőséges lehetőséget. A négy évszázad zenéjét felidéző keddi orgonakoncertet az egyetem hatalmas dísztermében (Auditorium Maximum) hallgathattuk meg. Az egy éve megépített vesztfáliai „Klais” orgonát megszólaltató fiatal művész a koncert befejeztével a hallgatóság gyűrűjében magyarázta hosszasan a hangszer működését.



Koncertet követő „szeminárium” Jochen STEIN orgonaművész irányításával

A keretprogramok fénypontja a Gála vacsora volt, amelyre a világhírű Bányászati Múzeum egyik kiállítóter-

mében — bányászlámpák és különböző bányabiztosítóberendezések között — terítettek. Nekem azonnal az 1985-ös EAEG-konferencia és a Nemzeti Galéria jutott eszembe — és nemcsak nekem. Vacsora közben lehetőség volt a föld alatti mintabánya megtekintésére, több turnusban is. Szinte mindenki élt is vele. Ezen a különleges, ünnepélyes és jó hangulatú estén adta át Vittorio ILICETO professzor elnöki székét Dirk ORLOWSKY-nak (DMT), az EEGS-ES újonnan megválasztott elnökének.



Egy miniatúra a bochumi Bányászati Múzeum gyűjteményéből.
No comment...

A konferencia zárásaként a bochumi és a birminghami szervezőbizottságok közös, mintegy kétórás megbeszélést tartottak (ilyen is Budapesten történt először). A tapasztalatsere témája: a továbbviendő budapesti és bochumi sikerek. Természetesen szóba kerültek az elmúlt néhány nap alatt elkövetett hibák is (akadt jó néhány). A bochumi szervezők vezetője, Lothar DRESEN professzor a stafétabotot a következő szervezőbizottság vezetőjének, Ron BARKER professzornak a következő szavakkal adta át: „A mi hibáinkat ne kövessétek el újra”. A 7. EEGS-ES-konferenciát 2001. szeptember 2–6. között ismét egyetem — a birminghami — rendezi, az Angol Geológiai Egyesülettel karöltve.

(A fényképeket BERTA Zsolt tagtársunk bocsátotta a Magyar Geofizika rendelkezésére. Köszönet érte.)

Ormos Tamás

EGS-KONFERENCIA NIZZÁBAN

Az Európai Geofizikusok Társasága (European Geophysical Society, EGS) millenniumi, egyben XXV. jubileumi közgyűlését 2000. április 24–29. között tartotta Nizzában. Ebből az alkalomból az elnök, Sierd CLOETHING röviden összefoglalta az EGS 25 éves történetét és foglalkozott a fejlődés lehetőségeivel. A mennyiségi mutatók közül a résztvevők számának növekedését (1973-ban mintegy 400, 2000-ben 4500), a profil bővülését és az EGS-kiadványok számának növekedését említette. Hangsúlyozta, hogy a mennyiségi növekedés nem járt a minőség romlásával. Ezt jelzi, hogy az EGS a földtudományok integrációjának irányába halad és nő kiadványainak elismertsége.

A jövőbeni fejlődés zálogát az elnök abban látja, hogy az EGS alulról építkezik, a szervezetben fontos szerepet játszanak a szekciótitkárok és a convenerek. (A szerkesztő lenne a világ legboldogabb embere, ha valaki megmondaná neki, hogy a *convener-t*, sőt: *co-convener-t!* itt minek magyarátsa — T. L.)

A jubileumi EGS konferencián mintegy 6000 előadás hangzott el. Magyar előadók, illetve társszerzők az *Óceán és atmoszféra* (8), a *Hidrológia* (7), a *Bolygók és a napszféra* (5), a *Geodézia* (5), a *Szilárd föld geofizikája* (4) és a *Nem-lineáris folyamatok* szekcióiban szerepeltek. Geofizikai intézményeinkben dolgozó szakemberek mindössze

három előadást tartottak és kettőben voltak társszerzők. Egy elfogadott előadás utazási támogatás hiányában nem hangzott el.

A XXV. EGS-konferencia több száz convenerje és co-convenerje között egyetlen magyar akadt.

A konferencia résztvevői nyomtatott programot és elektronikus előadás kivonat kötetet kaptak. A magyar aktivitást jellemző adatok e két forrásból származnak.

Mártonné Szalay Emő

BESZÁMOLÓ A SOCIETY OF EXPLORATION GEOPHYSICISTS (SEG) 2000. ÉVI KONFERENCIÁJÁRÓL

Calgary, 2000. augusztus 6–11.

A tény, hogy ismét Kanada nyerte el az SEG rendezési jogát, a kanadai geofizikusok munkájának méltó elismerése, hiszen eddig csak három alkalommal került SEG-kongresszus megrendezésre az Amerikai Egyesült Államokon kívül. 1977 után ismét Calgary adott otthont, augusztus 6–11. között, e nívós nemzetközi eseménynek.



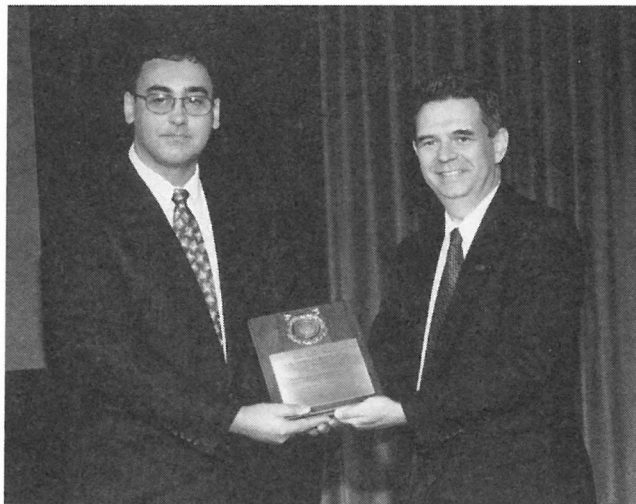
A kiállítási terem

Calgaryt a világ elsősorban az 1988-as téli olimpiáról ismeri, amikor is kiváló természeti adottságaival a téli sportversenyeknek tökéletes feltételeket teremtett. A festői Sziklás-hegység lábainál elterülő, 850 000 lakosú nagyváros dominál olajipara mellett dinamikusan fejlődő távközlési és szolgáltatóiparral büszkélkedhet. Az immár hagyománnyá vált 10 napos nyári cowboyfesztivál, a Stampede is számos turistát vonz a városba minden évben.

A SEG-kongresszus a Stampede Park új szárnyal kibővített konferenciaközpontjában került megrendezésre. Ez az új létesítmény remek feltételeket biztosított az előadások és a kiállítók számára. Jellemző az SEG-találkozó méretére, hogy még így is néhány szekció számára már csak a régi épületben jutott hely, ahol kevésbé ideális körülmények között hangzóttak el az előadások. A kongresszusra 87 országból összesen 7368 résztvevő érkezett. Ugyan a rendezőség nagyobb létszámra számított, de valószínűleg a nyári időpont volt az egyik fő oka annak, hogy a vártnál kevesebben érkeztek. Sok résztvevő a családjával együtt jött, és amíg a család egyik része a geofizika újdonságaival ismerkedett, a család másik része a Sziklás-hegység szépségeit csodálta. A konferencián kiállítóknak nem volt hiány: több mint 300 kiállító vonult fel 22 ezer négyzetméteren. A kiállítás részeként, az International Showcase keretében a nemzeti olajvállalatok, minisztériumok, kutatóintézetek és egyetemek ismertették eredményeiket, illetve próbáltak érdeklődést

kelteni országuk és tevékenységi körük iránt. Köztük voltak a lengyel kollégák is, akik alig egy hónappal a mérés befejezése után már ki is állították a Celebration 2000 program részeredményeit.

A konferencia nyitónapján adták át az SEG ez évi kitüntetésait. Nagy örömmel láttuk a kitüntetettek között NÉMETH Tamást (Chevron), aki a kiváló fiatal kutatóknak járó Karcher-díjban részesült. Tamás a „hiányos és nem szabályosan mintavételezett szeizmikus adatok leképezése” (imaging of sparse, irregularly sampled seismic data) területén végzett kiemelkedő munkája elismeréseként kapta a kitüntetést.



William BARKHOUSE (SEG elnöke) átadja a Karcher-díjat NÉMETH Tamásnak (jobbról)

Az előadások igen magas színvonalra az előadók felkészültségét és a technikai bizottság lelkiismeretes munkáját dicsérte. Különösen sok érdeklődést keltett a *Migráció* (10 szekció) és az *AVO* (5 szekció) témakör. Figyelemre méltó tendencia, hogy a számítógépes előadások aránya egyre növekszik: számítógép 80%, dia 15%, írásvetítő 5%.

A kiállításon igen sok érdeklődőt vonzottak a nagy képernyőre kivetített értelmezési rendszerek és a legújabb szeizmikus műszerek (*Sercel 408UL* és *ARAM Aries*). A földtani adatokat megjelenítő és feldolgozó rendszerek között egyre nő azoknak a száma, melyek az interneten keresztül is lehetővé teszik az adatok elérését és manipulálását. Érdekes új irányzat az egyes nagy szeizmikus feldolgozó rendszereket gyártó cégek között (*CGG*, *Western Geophysical*), hogy feldolgozóprogram-csomagjaik a közeljövőben már nemcsak a hagyományos és drága munkaállomásokon (*SUN*, *IBM*, *SGI*), hanem olcsó és könnyen bővíthető, csoportba kötött *Linux PC*-ken is futnak majd.



„Cowboy”-os hangulat a gálán

A geofizika jövőjét megvitató kötetlenebb előadásokon sokan mutattak rá, hogy a nagy olajvállalatok egyre kevesebbet áldoznak földtani kutatásokra. Ennek következtében

ma a geofizikai kutatások egy részét egyre inkább egyetem, illetve pár fős magánvállalkozások végzik viszonylag szerény körülmények között.

Jó hangulatúak voltak az esti rendezvények is, melyek egyik fénypontja a Kanadai Geofizikus Egyesület 50. évfordulóját ünneplő gála volt. Calgary vadnyugati hagyományaihoz híven szabadtéri roston sütetést rendeztek, melyet „cowboy-os” hangulat (zene, tánc) kísért.

Összességében, bár a résztvevők létszáma elmaradt a vártól, Calgary 23 év után újból sikeres SEG-találkozónak adott otthont. Reméljük, hogy a jövő évi *San Antonio*-i konferencián még több magyar kollégával találkozhatunk majd.

*Bezdán Sándor (Geo-X Systems, Calgary),
Németh Balázs (Potash Corporation of
Saskatchewan, Saskatoon)*

(SEG fotó)

HÍRÜNK A VILÁGBAN

Néhány éve megjelent egy könyv a Kansasi Egyetem Geológiai Intézetének vezető munkatársától, John DOVETONTól *Geologic Log Analysis Using Computer Methods* címmel. A kötet kiadója az AAPG (American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma). A szakmai körökben közismert és elismert műhely a világ geomatematikai kutatásainak fellelője. A könyv nagyon érdekes olvasmány a geomatematika iránt érdeklődő geológusok, geofizikusok, de különösen az olajipar és karotázs-szakemberek számára. További érdekesség, hogy a szerző az egyik fejezetben több oldalon keresztül foglalkozik egy magyar kollégánk munkáival, amelyeket a nyolcvanas évek végén publikált amerikai szaklapokban. Egykori kollégánk, ELEK István ma már más szakterületen tevékenykedik, de a nyolcvanas években az azóta megszűnt

Szénhidrogénipari Kutató Fejlesztő Intézetben dolgozott. Abban az időben jelent meg két cikke a GEOBYTE című újságban (és a Magyar Geofizikában is) a főkomponens analízis alkalmazásairól a mélyfúrás geofizikában. Ezekre a cikkekre mint elméleti alapmunkákra hivatkozik J. DOVETON és részletesen ismerteti ezen módszerek lényegét. Azóta igen felkapott lett a téma, és sokan foglalkoztak az eljárások bevezetésével, továbbfejlesztésével. Jóleső érzés volt látni magyar olajkutak karotázsszelvényeit, olvasni egy hazánkfia nevét, amelyet lépten-nyomon megemléített a szerző. Nem mondható gyakorinak, hogy egy magyar geofizikus nevét, munkáit amerikai szakkönyvek idézik.

Baráth István



PALKÓ MIKLÓS

1946–2000

2000. augusztus 30-án, életének 55. évében váratlanul elhunyt PALKÓ Miklós geofizikus.

Gyöngyösi születésű kollégánk 1971-ben szerzett geofizikus oklevelet az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Noha diplomamunkáját földmágneses mérések értelmezéséből írta, alapvetően egész életében a mélyfúrási geofizika területén dolgozott. Első munkahelyén, az egykori Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat Észak-magyarországi Üzemvezetőségén, Miskolcon olyan geofizikus kollektíva fogadta be, amelyik messzemenően támogatta a fiatal pályakezdő szakmai fejlődését. Elsősorban barnakőszén-, lignit- és vízkutató fúrások méréseiben és értelmezésében vett részt, de nevét megtaláljuk még az egykori recski érc-kutató fúrások karotázsszelvényein is. Megbízható, nagy munkabírási kollégának tartották munkatársai. Ezekre a „tanulóévekre” mindig nagy szeretettel emlékezett vissza.

Később szülővárosában a Mátraaljai Szénbányák, majd ismét Miskolcon a Borsodi Vízmű karotázscsoportjait vezette. Mindkét helyen eredményesen kamatoztatta a Miskolcon megszerzett terepi és feldolgozási ismereteit. Nevét

számos zárójelentés őrzi.

1988-ban telepedett le Balatonalmádiban, ahol a Bauxitkutató Vállalat alkalmazásában állt, egészen az ottani Geofizikai Osztály felszámolásáig, 1992-ig. Az ezt követő években a földtani kutatás kényszerű, általános leépítésének egyik szenvedő alanya lett. Későbbi munkahelyei őt is egyre távolabb vitték a szakmától, amit meglehetősen nehezen tudott feldolgozni magában.

Emberként kivételesen jó humorú, szeretetreméltó, színes egyéniség volt. Sokan tudták róla, hogy fiatalabb korában jól síezett és focizott, hogy remekül gitározott, hogy élt-halt a horgászatért. Sajnos, csak kevesen láthatták festményeit, pedig valamilyen különleges adottság folytán az ecsetet is remekül kezelte.

Feleségén és egyetlen fián kívül gyászolják őt volt évfolyamtársai, kollégái, egykori munkatársai, mindenki, aki ismerte és szerette.

Uray Szabolcs



CSÓKÁS JÁNOS

1918–2000

2000. november 24-én elhunyt Csókás János professzor. Temetése december 11-én a Farkasréti temetőben volt. Utolsó útjára családja, barátai, tanítványai és munkatársai — geofizikusok, geológusok és bányamérnökök — kísérték el. Személyében a geofizika nagyszerű művelőjét, a felsőoktatás kiváló tanárát és pedagógusát, volt kedves kollégánkat veszítettük el.

Csókás János a Budapesti Református Gimnáziumban érettségizett 1937-ben. Egyetemi tanulmányait a Budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán kezdte meg, ahol 1941-ben, illetve 1943-ban tanári oklevelet szerzett. 1941-től a Magyar Amerikai Olajipari Rt-nél dolgozott praktizáló geofizikusként. 1949 októbertől a Nehézipari Minisztériumban, azután 1950-től a Soproni Műegyetem Fizikai majd Geofizikai Tanszékén dolgozott. Ekkor kezdődött egyetemi oktatói pályafutása, amely egész életét kitöltötte. Egyik alapító tagja volt a Sopronban 1951-ben megalakult Geofizikai Tanszéknek, melynek később vezetője is lett. Közben egy rövid ideig a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet igazgatóhelyettesi feladatait is ellátta. A Bányamérnöki Kar Miskolcra helyezésével családjával Miskolcra költözött, ahol 1959-től az akkori Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kar Geofizikai Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára lett. Ezt a tisztséget 1983-ig, majd három évtizedig, 65 éves koráig töltötte be. Irányította, szervezte a Tanszék oktató, nevelő, tudományos munkáját és nemzetközi kapcsolatait. 1959-ben szerezte meg a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot, 1980-ban a műszaki tudomány doktora fokozatot. 1972–1978 között két cikluson keresztül rektorhelyettesi tisztséget töltött be az egyetemünkön. Nyugállo-

mányba 1988-ban vonult, azonban részfoglalkozású professzorként még évekig részt vett a Geofizikai Tanszék oktatási-kutatási tevékenységében. Csókás professzor érdeklődése és szakmai tevékenysége rendkívül szerteágazó volt. A radiológia, az egyenáramú kutatómódszerek, a magnetotellurika, a mélyfúrású geofizika, a bányageofizika és az archeogeofizika területén egyaránt jelentős tevékenységet fejtett ki. Szakirodalmi tájékozottsága nagyon széles volt, azt lehet mondani, hogy minden érdekelte, ahol a geofizika alkalmazása valamilyen módon szóba jöhetett. Érdeklődésének sokrétűsége megnyilvánult a tananyag oktatása során, diákjait is arra nevelte, hogy legyenek nyitottak a geoszakterület problémáinak befogadására, a geofizikai módszerek minél szélesebb körű alkalmazási lehetőségeinek kutatására. Széles körű érdeklődését jól mutatja a végzett kutatómunkája és a hazai intézményekkel épített kapcsolatrendszere. Földtani, hidrogeológiai, bányászati és régészeti célú geofizikai kutatásokat, módszerfejlesztéseket és műszerfejlesztéseket egyaránt végzett. Szakmai, tudományos és közéleti feladatokat szívesen vállalt. Tagja volt a TIT és a MTE SZ Országos Elnökségének, az MTA Geofizikai Tudományos Bizottságának és Tudományos Minősítő Bizottságának, társelnöke volt a Magyar Geofizikusok Egyesületének, elnöke az MGE Bányageofizikai Bizottságának. Több kitüntetés közül a 80. születésnapja alkalmából az MTA-tól kapott Eötvös József-koszorúra volt a legbüszkébb.

Csókás János professzort a Miskolci Egyetem saját halottjának tekinti. Emlékét kegyelettel megőrizzük.

*Gyulai Ákos
a professzor úr egykori tanítványa és közeli munkatársa*

Csókás János Professzor Úrnak a Farkasréti temető ravatalozójában a hazai geofizikai szakmai közösség képviselői, egykori munkatársai, pályatársai és tanítványai adták meg a végtisztességet. A Miskolci Egyetem Tanácsa, a Műszaki Földtudományi Kar Tanácsa és a Geofizikai Tanszék nevében Dobróka Mihály tanszékvezető egyetemi tanár búcsúzott az Egyetem kiváló professzorától:

Tisztelt gyászoló Család, Barátok, Tisztelők!
Kedves Kollégák!

Fájdalmas kötelesség hozott ide bennünket, hogy utolsó búcsút vegyünk Csókás János Professzor úrtól, a Miskolci Egyetem egykori rektorhelyettesétől, a Geofizikai Tanszék egyik alapítójától és csaknem három évtizeden keresztül volt tanszékvezetőjétől, a tudomány elkötelezett, nagyszerű művelőjétől, a kiváló tanártól és pedagógustól, a humanus vezetőtől, kollégánktól, szeretett János Bátyánktól. Élete példa előttünk — műve része az életünknek.

Küzdelmes ifjúsága szívós munkára nevelte. A munka szeretete, a tudományos értékek tisztelete életének vezérfonala, belső értékrendjének meghatározója volt. Fáradhatatlan volt a munkában, nyughatatlan a tudományos igazság keresésében és megismerésében. Igazi tanárember volt. Igazi Tanár, mert belső tűz lobogott benne, amely folytonosan arra ösztönözte, hogy megszerzett tudását mihamarabb tovább adja; hallgatóinak — nem ritkán kollégáinak — javára és szellemi épülésére. És igazi Ember, mert a következetes és szigorú vezető sosem fedte el személyiségében az érzékeny, szigorú erkölcsi normákat követő és élő humanistát.

Egyetemi tanulmányait 1941-ben fejezte be, első munkahelyén a Magyar Amerikai Olajipari Rt-nél geofizikus munkakörben gravitációs mérésekkel, feldolgozással és értelmezéssel foglalkozott. 1950-ben Tártsy Hornoch Antal és Kántás Károly meghívására tevékenységét Sopronba helyezte, ahol már érlelődtek a specializált geofizikus képzés megindításának feltételei. A Geofizikai Tanszék 1951-ben történt alapításától kezdve mindaddig, míg egészségi állapota megengedte a Tanszék munkatársaként tevékenykedett. 1956-tól 1959-ig részfoglalkozású egyetemi docensként vezette a tanszéket. Ezzel egyidejűleg a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet főállású igazgatóhelyettese volt. 1959-ben megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa címet és a Geofizikai Tanszékkel együtt Miskolcra költözve — teljes állásban — tanszékvezető egyetemi tanárként folytatta oktató és kutató munkáját. A tanintézményekkel, elérve, hogy a geofizika kiemelkedő hazai képviselői rendszeresen előadásokat tartsanak hallgatóinknak. Hasonlóan nagy előrelátással és bölcs mértékletességgel építette a Tanszék nemzetközi kapcsolatait is. Az általa lefektetett alapok szilárdságát mutatja, hogy ezen kapcsolatok mindegyike időtállóan bizonyult és a Tanszék szakmai eredményeinek jelentős része nemzetközi együttműködésben születhetett meg.

Csókás János professzor azon alkotó tudós típusát testesítette meg, aki vallja, hogy az egyetemi tanárnak sokoldalú társadalmi elkötelezettsége is van. Intenzív oktatási és kutató-munkája mellett mindig részt vállalt szűkebb és

szélesebb körű — a vonatkozó rendelkezéseknek megfelelően — 1983-ban mondott le, nyugállományba 1988-ban vonult, de ezt követően még hosszú évekig a Geofizikai Tanszékben dolgozott részfoglalkozásban.

Érdeklődése és szakmai tevékenysége rendkívül szerteágazó: a radiológia, az egyenáramú kutatómódszerek, a magnetotellurika, a mélyfúrás geofizika, a bányászati és archeo geofizika területén egyaránt jelentős tevékenységet fejtett ki. Tudományos munkásságának kiemelkedő eredménye egy nemzetközi összevetésben is egyedülálló bányageofizikai módszer — a telepszondázás — kidolgozása, amivel a széntelepes összetektonikai zavarai kimutathatók. Akadémiai doktori értekezését is ebben a témában védte meg 1980-ban.

Csókás János professzor oktatói és tanszékvezetői munkáját pályája minden szakaszában az igényesség, a korszerűség és a jó emberi kapcsolatokra épülő, aktív hallgatói együttműködés kialakításának szándéka vezette. Ezt várta el a Tanszék minden oktatójától is. Előadásai mindig tartalmasak, élményt jelentőek voltak, azonban pihentetésül — a megfelelő időben — mindig megjelent bennük a jó humor is. Az előadások bővelkedtek olyan érdekes eszmefuttatásokban, amelyek túlmutattak a szakmai témán és felvillantották sokoldalúságát, műveltségét, humánusát. Mindig szívesen dolgozott együtt fiatalabb munkatársaival — és az érdeklődő egyetemi hallgatókkal — ami rendkívül hatékony iskolának bizonyult. Lelkesedése, munkaszeretete gyakran magával ragadta hallgatóit, munkatársait. Jó volt Vele dolgozni. Mellette jól el lehetett sajátítani a kutatómunka módszereit, megtanulni, hogy nincs lehetetlen és a szívós munka — ha néha buktatókon keresztül is — meghozza gyümölcsét. Sokakat indított el a kutatói pályán, sokan köszönhetik/köszönhetjük Neki az ösztönzést, a támogatást tudományos fokozatok megszerzésére, vagy publikációk megírására. A Vele töltött évek hatása mai munkánkban és eredményeinkben is benne van.

A professzor úr mindig fontosnak tartotta, hogy a hazai geofizikai munkahelyek szellemi potenciálja, tapasztalatai helyet kapjanak az egyetemi oktatásban. Ennek érdekében jól működő oktatási kapcsolatokat épített ki ezen tágabb környezete feladatainak megoldásában. A kiváló adottságú professzor munkájára természetesen mutatkozó szükség az Egyetem vezetésében: 1972 és 1978 között két cikluson keresztül rektorhelyettesi tisztséget töltött be. Tudományos elkötelezettsége, szakmai és emberi adottságai alapján számos társadalmi szervezetben és egyesületben kapott felkérést testületi tagságok, vezetői tisztségek betöltésére: a TIT és a MTESz Országos Elnökségnek tagja, a Magyar Geofizikusok Egyesületének társelnöke, az Egyesület Bányageofizikai Bizottságának elnöke volt. A tudományos közéletben többek között a Magyar Tudományos Akadémia Geofizikai Tudományos Bizottságában ill. a

Tudományos Minősítő Bizottságban végzett munkájával volt jelen.

Amikor áttekintjük ezt a nagy ívű életutat, őszinte megbecsüléssel kell emlékeznünk arra a szerénységre, amellyel Csókás professzor úr mindezt véghez vitte. Sosem vágyott zajos sikerekre, bár szakmai, tudományos és közéleti munkássága elismeréseként számos kitüntetésben részesült. Amikor 80-ik születésnapján köszöntöttük, úgy tapasztaltuk, hogy a legbüszkébb talán a Magyar Tudományos Akadémia által adományozott Eötvös József koszorúra volt. A munka és a család töltötte be életét, az emberi élet egyéb területei nem vonzották. Szerényen, visszahúzódnóan élt, de sosem tért ki a szakmai vagy közéleti kihívások elől. Mindig nyíltan, egyenesen kiállt igazáért. Rendkívüli munkabírását még 70-ik esztendejének betöltése után is megcsodálhattuk.

Kitartó fáradozásának eredményei maradandóak: tudásának tanítványaiba oltott csírái geofizikus mérnökök nemzedékeiben élnek és fejlődnek tovább. Tudományos felismerései, kutatásainak publikációk sokaságában megtestesült eredményei a ma és a jövő tudományos tárházának időtálló értékei. A geofizikus mérnökök képzésének az Ő vezetésével kialakított rendszere — több tantervi reform után is — áll és működik, alapjaiban változatlanul. Az oktatás szellemisége, a hallgatósággal való kapcsolattartás minősé-

ge, a munkahelyi légkör Tanszékünkön ma is olyan, amelyenné Csókás professzor személyisége és az általa kialakított követelmények formálták.

Személy szerint én Tanszékünk azon munkatársai közé tartozom, akik Csókás Professzor úrral szorosabb munkakapcsolatban lehetek: kandidátusi eljárásomban aspiráns vezetőm volt, a bochumi Ruhr Egyetemmel folytatott közös kutatásainkban pedig több cikluson keresztül az Ő projektvezetése alatt dolgoztunk. Szerencésnek tartom magamat, hogy a Sors megengedte kijárnom ezt az Iskolát. Mindig szeretettel és megbecsüléssel fogok emlékezni a Vele folytatott — rendszerint estébe nyúló — megbeszélésekre, diskussziókra. Ma is csodálom munkabírását, szakmaszeretetét, kutatói céltudatosságát. Sokat tanultam Tőle emberiségből, másokra való gondos odafigyelésből.

Kedves Csókás professzor úr! Szeretett János Bátyánk!

A Miskolci Egyetem Tanácsa, a Műszaki Földtudományi Kar Tanácsa és második otthonod a Geofizikai Tanszék nevében mondok most Neked búcsút. Életed példa előttünk — művedet éljük és folytatjuk. Emlékedet kegyelettel megőrizzük. Nyugodj békében!

CONTENTS

Foreword of the editors	103
MGE (Association of Hungarian Geophysicists)	
News	104
Geophysical Papers — Papers	
Three-dimensional inhomogeneity indications in the secondary components of the electromagnetic field generated by the steel-casing electrode <i>E. Takács, G. Hursán</i>	108
Errors of the variance-determinations for different parent distribution types <i>F. Steiner</i>	115
Gravity measurements for monitoring structural movements on the geodetic micronet near Sóskút <i>G. Csapó</i>	125
GIS application in exploration of an Arabian oilfield <i>I. Elek</i>	130
Water investigations in Iraq <i>B. Viola, F. Szunyogh</i>	137
News and Reports	140
In Memoriam	
Miklós Palkó	150
János Csókás	151

A szerkesztőség a szakcikkekét szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsora az évfűzűr kűtetben jelenik meg.
A lapban megjelenű cikkek adatainak és állításainak helyesség eert, ill. kűzűlhetűs eg eert a felelűss eget kiz ar lag a szerzűk viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

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



Elűfizethetű a Magyar Geofizikusok Egyesűlet n l: 1371 Budapest, Pf. 433, tel.: (1)201-9815
egyesűleti tagoknak tagdűj ellenében. Megjelenik évente négyszer

Index: 26 507