

TARTALOMJEGYZÉK

Tisztelt Kollégák! — A szerkesztőség előszava.....	59
MGE	
Tájékoztató az Magyar Geofizikusokért Alapítványról — RYBACH László előadása — Hírek — Képek a Közgyűlésről.....	60
EAEG	
Stavanger-1993 — Az EAEG júniusi vezetőségi ülései.....	64
SPWLA	
Stavanger-1993 — Hírek.....	68
SZAKCIKKEK	
Direkt feladat megoldási algoritmusok a szeizmikus tomográfiában <i>Weber Zoltán</i>	70
Statikus korrekciók — egy új megközelítés <i>Kerekes Albin</i>	79
A Szigetköz földtani kutatásai <i>Hajósy Adrienne, Scharek Péter, Tóth László, Tóth György</i>	86
Mérnökszeizmikus műszerfejlesztés <i>Gili László, Hadnagy Mihály</i>	94
CIKKEK	
A világ geofizikája — <i>Ádám Antal, Szarka László</i>	99
Gravitáció a földtani kutatásban — <i>Pintér Anna, Szabó Zoltán</i>	107
HÍREK, BESZÁMOLÓK	
A „European Geophysical Society” XVIII. konferenciája — Térinfor- matika a környezetért — Geotermikus szakmai nap — Jövendő rendez- vények.....	109

34. évfolyam 2. szám



1993

CONTENTS

Foreword of the Editors.....	59
MGE (Association of Hungarian Geophysicists)	
News.....	60
EAEG (European Association of Exploration Geophysicists)	
News.....	64
SPWLA (Society of Professional Well Log Analysts)	
News.....	68
Geophysical Papers	
Forward Modelling Algorithms in Seismic Tomography <i>Z. Weber</i>	70
Static Corrections - a Novel Approach — <i>A. K. Kerekes</i>	79
Geological Surveys of the Szigetköz Area <i>A. Hajósy, P. Scharek, L. Tóth, Gy. Tóth</i>	86
Development of Engineering Seismic Equipment <i>L. Gili, M. Hadnagy</i>	94
Papers	
Geophysics in the World — <i>A. Ádám, L. Szarka</i>	99
History of the Gravimetry in Hungary — <i>A. Pintér, Z. Szabó</i>	107
News and Reports	109

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.
Telefon: 252-4999

Felelős kiadó: Ráner Géza igazgató
Erős Rezső és fiai nyomda, Budapest — Felelős vezető: Erős Rezső



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél 1371 Budapest, Pf. 433., Telefon: 201-9815
Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer.

Index: 26 507

Tisztelt Kollégák!

Gratulálunk Tamás!

1993. június 7-én, hétfőn 11 órakor kezdődött Stavangerben a European Association of Exploration Geophysicists 55. Business Meeting-je, azaz az EAEG vezetőségének beszámolója a párizsi és stavangeri találkozó közti időszakról. Ennek 5. napirendi pontja volt az alelnökválasztás eredményének kihirdetése. A szavazás levél útján történt és a hivatalos eredmény a következő:

beérkezett	676 szavazat
érvénytelen	15 szavazat
üres	3 szavazat
ellene	9 szavazat
mellette	649 szavazat.

Amiért ez az eredmény számunkra fontos, az az a személy, aki ellen, de főleg mellett szavaztak, dr. BODOKY Tamás.

Az EAEG alapszabálya szerint a bécsi találkozóiig (1994) alelnök, utána a glasgowi találkozóiig (1995) elnök, majd az amszterdami találkozóiig (1996) ismét alelnök lesz. Kívánunk az EAEG első magyar alelnö-elnök-alelnökének sok sikert és jó egészséget munkájához és — egy kicsit magunknak is — azt, hogy a Glasgowban elmondandó elnöki üzenetéhez minden nehézség nélkül találjon majd említésre méltó és sikeres példákat hivatali ideje alatt is a magyar geofizika életéből.

Verő László



Mea culpa,

mea maxima culpa...

Tisztelt Olvasónk, boldogok lennénk, ha ezzel az új rovattal minél ritkábban találkozhatnánk lapunkban. Terveink szerint a jövőben itt adjuk közre az

előző szám(ok)ban észlelt — akár a szerzők, akár a szerkesztők „jóvöltából” bekerült — hibákat.

Kérjük, nézzék el nekünk, ha valamit elnéztünk! Ime, az első

Mea culpa...:

Az 1993/1. számban

— A Közgyűlés '93 c. írásban (3. oldal 2. hasáb) a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának tagjai közül kimaradt NAGY Zoltán, viszont tévedésből bekerült REGŐS Ferenc;

— ugyanebben az írásban (4. oldal 2. hasáb, felülről a 3. sor) LABÓCZKI Enid neve hibásan jelent meg;

— a Földmágneses kutatások Magyarországon c. cikkben (46. oldal 2. hasáb 1. bek.) az ACZÉL Etelka neve melletti adat helyesen 1965. 0.

A hibák által érintett tagtársaktól külön is elnézést kérünk.

Tóth Lajos



A lektorok anonimitásáról

A lapunkban megjelenő szócikket általában szakmai lektorálás után jelentetjük meg. Lektornak lehetőség szerint az adott területet nagyon jól ismerő, szakmai körökben elismert, pártatlan kollégát kérünk fel. Nem szeretnénk azonban, hogy esetleges

bíráló vélemények vitákhoz vezessenek. Ezért szerkesztőségünk úgy határozott, hogy az általános gyakorlattal egyezően a szerző(k) részére nem ad tájékoztatást a lektor személyével kapcsolatban.

A szerkesztőség

RÖVID TÁJÉKOZTATÓ

a Magyar Geofizikusokért Alapítvány alapszabályáról, működési szabályzatáról, a Kuratórium elvi döntéseiről

Tisztelt Kollégák!

Mint bizonyára tudják (hisz erről lapunk hasábjain is többször hírt adtunk), a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1990 áprilisában létrehozta a Magyar Geofizikusokért Alapítványt, amely eddig több, mint 1,5 MFt-tal tudta támogatni a tagságot.

Az Egyesület Közgyűlése immáron másodízben választotta meg a 9 tagú (3 éves mandátumú) Kuratóriumot, amely az Alapító Okirat és a Vezetési Alapszabály szellemében igyekszik tevékenykedni.

Az elmúlt 3 év tapasztalatai alapján úgy érezzük, hogy fel kell hívnunk tagságunk szíves figyelmét bizonyos dolgokra, amelyeket részben a jelenlegi törvények szerint megváltoztathatatlan *Alapító Okiratban* rögzítettek, részben az Alapítvány *Vezetési Alapszabálya* tartalmaz, részben a Kuratórium az Alapszabály adta lehetőséggel elve „elvi döntések” formájában rögzített az egységes, igazságos döntések meghozatalának érdekében. Nos, ezek után az *Alapító Okiratból* kell idéznünk.

„ 2. §. Az Alapítvány célja

1. Fiatal geofizikusok műszaki, tudományos ismeretei bővítésének, továbbképzésének, szakmai fejlődésének támogatása, első előadók díjazása.
2. Szociális jellegű anyagi támogatás nyújtása a Magyar Geofizikusok Egyesületével (MGE) tagsági viszonyban állók részére, eseti, meghatározott összegű juttatás formájában.
3. Jutalmazás kiemelkedő társadalmi munkáért, szakcikkek írásáért.”

Az *Alapító Okirat* 3.§-a definiálja többek között, hogy fiatalnak a 36 éven aluli számít.

A 2.§ 1. pontjával kapcsolatban a Kuratórium több elvi döntést is hozott:

1. „A Kuratórium ezek után a 36 éven aluliakat a jövőben akkor kívánja támogatni, ha azok diplomás MGE tagok. Ha még diákok, akkor kérelmüket egyedileg bírálja el.”
2. „36 éven aluli, diplomás MGE tagok külföldi konferenciákon való részvételéhez csak akkor kíván támogatást nyújtani, ha az illető ezt pályázat benyújtásával kéri és előadást is tart.”
3. „A pályázók fordítsanak nagyobb gondot munkahelyük anyagi és erkölcsi támogatására.”

Magyarázat: a Kuratórium nem kívánja elősegíteni olyan adatok közlését, amelyek a munkaadó érdekeivel ellenkeznek. Ha viszont elvileg támogatja, esetleg érdeke is fűződik hozzá, akkor ezt a munkaadó anyagi támogatásával is juttassa kifejezésre.

4. „A pályázók készítsenek a jelenlegi magyar kiküldetési rendeletekkel is összhangban lévő részletes költségvetést tervezett útvijukról.”

Magyarázat: előfordult olyan kérelem, amely magasabb megélhetési költség hozzájárulást kért, mint az illető országra meghatározott hivatalos külföldi napi díj.

5. „Tekintettel arra, hogy a Kuratórium negyedévenként ülésezik, általában nincs módja az ehhez képest késve érkező pályázatok soron kívüli elbírálására.”

Magyarázat: a Kuratórium tagjainak hivatalos elfoglaltságai, a magas utazási költségek (a 9 fő az ország 5-6 városában lakik), sűrűbb utazást nem tesznek lehetővé és az évi, mintegy tucatnyi kérelem sem indokol sűrűbb összejövetelt. Ugyanakkor a szimpóziumok, rendezvények időpontja ennél sokkal korábban ismert.

6. „A Kuratórium úgy döntött, hogy az elbíráláshoz szükséges információk egységes szemléletű összegyűjtéséhez a jövőben a pályázóknak egy kérdőívet kell kitölteni, amelyet a Magyar Geofizikában közlünk.”

Ezek után felhívjuk a figyelmet arra, hogy az Alapítványnak nincs módja támogatni a 36 éven felüli tagtársak külföldi konferenciákon, tanulmányutakon való részvételét.

Végül szeretnénk tagtársainkat tájékoztatni, hogy a Kuratórium eddig az *Alapító Okiratban* megfogalmazott jogai közül csak azzal élt, hogy az Alapítvány hozadékát (a kamatbevételeket) használja fel. (Elvileg az alaptőke 50 %-át is felhasználhatnánk.)

Úgy gondoljuk, az alaptőkéhez a közeli jövőben sem lenne ésszerű hozzányúlni, mert a bank-kamatok csökkenése mellett ez amúgy is egyre kevesebbet hoz.

Ugyanakkor az alaptőke növekedésének esélyei a jövőben tovább csökkennek, hisz már nem várható, hogy az MGE szakértői megbízásokat kap, amiből nyeresége képződik, egyre kevesebb vállalat tudja az Alapítványt támogatni, az állami intézetek számára pedig ez tilos is.

Mindez azt jelenti, hogy a jövőben az 1992—93. évi lehetőségeknek csak töredéke áll rendelkezésre, tehát annál inkább ésszerű lesz minél előbb pályázni, a Kuratóriumnak meg előrelátóbban kell majd szelektálni, hogy pályázóink a szakmailag értékesebb rendezvényekre utazhassanak. Mindenesetre eddig még egyetlen pályázót sem kellett visszautasítanunk.

Kérdőív (tervezet)

a Magyar Geofizikusokért Alapítvány Kuratóriumához benyújtandó pályázathoz (a leendő pályázóknak útmutatásként)

1. A kérelmező neve:
2. Munkahelye:
3. MGE tagságának kezdete:
4. Milyen célra kéri a támogatást:
5. Ha tanulmányi út, mennyi a teljes költség:
6. Milyen más támogatást kért:
7. Milyen más támogatást kapott:
8. Munkahelye mennyivel járul hozzá költségeihez:
9. Mennyit kér a MG Alapítványtól:
10. Legkésőbb mikor esedékes az alapítványi összeg felvétele (átutalása):
11. Ha rendezvényre, szimpóziumra megy, tart-e előadást:
12. Ha a 11-es pontra igennel válaszolt, előadásának címe és szerzőtársai:

13. Előadás esetén a szerzők közül ki utazik:
14. Előadás esetén ki tartja az előadást:

A kérelemhez az alábbiakat kérjük csatolni tanulmányi út, ösztöndíj esetén:

- 1) A meghívást
- 2) És/vagy előadást elfogadó okiratot
- 3) Munkahelyi javaslatot, amelyben a felelős vezető a munkaadó anyagi támogatásának módjáról, összegéről is nyilatkozik
- 4) Az utazás költségeiről a pályázó készítsen a jelenlegi jogszabályokkal összhangban lévő költségvetést.

Nemesi László

RYBACH-ELŐADÁS AZ EGYESÜLETBEN

Május 12-én RYBACH László, Egyesületünk tiszteleti tagja, a zürichi Eidgenössische Technische Hochschule professzora előadást tartott *A radioaktív hulladékok végleges elhelyezése: földtudományi, szabályozási kérdések* címmel.

Igen örvendetes, hogy a kissé késői meghirdetés ellenére tiznél több intézmény — köztük az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium — negyvennél több szakembere vett részt nemcsak az előadáson, hanem az azt követő vitában is. RYBACH professzor a nukleáris hulladékok elhelyezésére vonatkozó, készülöben lévő svájci előírások előzetes anyaga alapján ismertette, hogy milyen földtudományi feladatok adódnak ezen a területen és milyen nehézségekkel kell szembenéznie annak, akinek százezer, sőt millió éves időtartamra kell előrejelzéseket adnia, hiszen a hulladéktárolókban lejátszódó folyamatok már a geológiai folyamatok időskáláján játszódnak le.

Az előadást követő kérdések is igen széles témakört érintettek. A katonai célokat szolgáló nukleáris eszközök és a vegyi eredetű toxikus hulladékok kezelésére vonatkozó biztonsági előírások iránt érdeklődött ELSHOLTZ László (MÁFI), a magyarországi földtani képződmények végleges hulladéklerakó kialakítására való alkalmasságát, illetve az in situ laboratórium kérdését vetette fel KOVÁCS László (MÉV). HEGYBÍRÓ Zsuzsa a felhagyott bányákban való hul-

ladékelhelyezés lehetőségéről, DRASKOVITS Pál a föld alatti észlelőrendszer szükségességéről, POSGAY Károly a radioaktív hulladékok megsemmisítéséről kért bővebb felvilágosítást (mindhárman: ELGI). SZEDERKÉNYI Tibor (JATE) a meszes képződmények hulladék tárolására való alkalmasságáról és a hulladékelhelyezéssel kapcsolatos szociológiai problémákról érdeklődött. ALBU István (KFH) azt kérdezte, hogy van-e előírás egy tervezett hulladéklerakó körül megkutatandó terület nagyságára.

Minden kérdésre kimerítő — és ami még fontosabb — őszinte választ kaptak az érdeklődők.

(Ezt az alkalmat ragadjuk meg arra, hogy értesítsük az Egyesület tagságát: az Elnökség 1993. április 20-i ülésén határozat született egy Környezetvédelmi Bizottság létrehozásáról. Ezt az előadást ugyan még nem ez a Bizottság szervezte, de hivatalos megalakulása után hasonló, időszerű előadásokkal kívánja a környezetvédelem és a földtudományok kapcsolatát szorosabbá tenni. A Bizottság elnöke VERŐ László, aki ezúton is kéri a tisztelt Tagtársakat, javaslataikkal, ötleteikkel járuljanak hozzá a Bizottság munkájához, majd később a szakosztállyá való átalakuláshoz.)

Verő László

HÍREK

Az április 2-i Közgyűlésen megválasztott új Elnökség első ülését április 20-án tartotta, amelyen többek között

- megtárgyalta a Közgyűlésen elhangzottakat és az alapján megfogalmazta a következő év legfontosabb teendőit;
- értékelte az Egyesület állandó bizottságainak eddigi tevékenységét és határozott a Bányageofizikai, a Nemzetközi Kapcsolatok, a Tu-

dománytörténeti, a Rendezvényszervezési és a Gazdasági Bizottság megszüntetéséről, valamint a Környezetgeofizikai és a Nemzetközi ügyek Bizottsága létrehozásáról. A jövőben a tudománytörténeti feladatokat a Szeniorok Bizottsága koordinálja, a gazdasági ügyekben pedig MIKLÓS Gergely, mint gazdasági tanácsadó segíti Egyesületünket. Egy-egy nagyobb rendezvény szervezése ezentúl ad hoc bizottság feladata lesz.

Az Elnökség egyúttal a következőket kérte fel az állandó bizottságok elnöki teendőinek ellátására:

Ifjúsági Bizottság: IMRE Tamás
Jelölő Bizottság: GADÓ Károly
Környezetgeofizikai Bizottság: VERÓ László
Nemzetközi ügyek Bizottsága: NAGY Zoltán
Szavazatszámoló Bizottság: HURSÁN László
Szeniorok Bizottsága: dr. ACZÉL Etelka

Az elnökség a Tudományos és Oktatási Bizottság megújítását következő üléseire halasztotta.

Az EAEG PACE Alapítványának képviselőjében HENRIET úr (az EAEG alelnöke), ZUNCKE úr és VAN der GAAG úr április 24-én Egyesületünkbe látogatott, amely során az Elnökség jelen levő hat tagjával áttekintették az MGE és az EAEG szorosabb együttműködésének lehetőségeit.

Az SPWLA Budapest szakosztályának április 28-i előadóján dr. SZEMERÉDY Pál, DANKHAZI Gyula és BÁN István az IP elméleti és gyakorlati kérdéseiről tartott előadásokat. A rendezvényen 30 fő vett részt.

Az Általános Geofizikai Szakosztály vezetőinek megválasztása Közgyűlésünk után zárult le, melynek eredménye alapján a szakosztály elnöke ismét dr. MÁRTON Péter, míg új titkára dr. MÁRCZ Ferenc lett.

Május 12-én RYBACH László professzor „Radioaktív hulladékok végleges elhelyezése, földtudományi szabályozási szempontok” címmel tartott rendkívül érdekes és időszerű előadást a 40 érdeklődő számára.

A CH-szakosztály első ülésén, amelyen nagy létszámban (mintegy 110 fő) jelentek meg a szakosztály tagjai, dr. SZALÓKI István, BARDÓCZ Béla, TRÖMBÖCZKY Sándor és dr. VINCZE Tamás számolt be a MOL Rt. Kutatás Termelési Ágazat legfontosabb feladatairól, a szénhidrogén kutatás jelenlegi helyzetéről és várható jövőjéről, a művelés és termelés alakulásáról, valamint a fejlesztési kérdésekről.

Az MGE Elnöksége május 18-i ülésén a következő napirendi pontokat vitatta meg:

- Az MGE 1993. évi munkaprogramja;
- A Tudományos és Oktatási Bizottság jövője;
- Az 1993. évi nagykanizsai Vándorgyűlés szervezési kérdései;
- Az EAEG PACE Alapítvánnyal történt megbeszélésből adódó feladataink;
- Beszámoló az 1993. évi EGS konferenciáról.

Az EAEG jövő évi, Bécsben rendezendő konferenciájának szervezőbizottsága elfogadta Egyesületünk azon javaslatát, amely szerint a konferencia egyik szabad programja egy Bécs—Sopron—Tihany útvonalú egész napos kirándulás lenne. A ki-

rándulás koordinálását az MGE Soproni Csoportja végzi.

Az SPWLA Budapest Szakosztály előadóülésén C. M. CLAVIER a fűrólyuk-leképezés földtani-geofizikai értelmezésben való felhasználási lehetőségeiről tartott rendkívül érdekes előadást (22 fő jelenlétében).

A Szeniorok Bizottsága május 27-én klubdelutánt szervezett, amelyen elsősorban az Egyesület jövő évi 40 éves jubileumával kapcsolatos egyesülettörténeti kiadvány elkészítésének kérdései volt a fő beszédtema (résztevők száma 20 fő).

Az EGS új elnöke, VACHAUD úr felkérte Egyesületünket, hogy tegyen javaslatot az 1995. évi EGS konferencia Budapesten történő megrendezésére. Az Elnökség egy ad hoc bizottságot hozott létre, amely a nagy létszámú rendezvény (mintegy 3000 fő) sikeres lebonyolításának lehetőségeit hivatott megvizsgálni.

A júniusi, Stavangerben megrendezett EAEG konferencián jelentették be, hogy az EAEG új alelnöke (1994-ben elnöke) szinte egyhangú szavazás eredményeként dr. BODOKY Tamás lett.

Az Elnökség soron következő, június 22-i ülését Tihanyban, az obszervatórium Eötvös kiállításának helyiségében tartotta.

Itt került átadásra az MGE vendégeként hazánkban tartózkodó CHEN LE-SHOU professzornak az MGE tiszteleti tagságát igazoló okirat.

Az Elnökség meghallgatta a bizottságok és a szakosztályok vezetőinek az ez évi programokra vonatkozó elképzeléseit, majd megállapodott a Tudományos és Oktatási Bizottság vezetőinek személyében. Eszerint a bizottság munkáját két társelnök koordinálja: a tudományos testületet dr. ÁDÁM Antal, az oktatást dr. POGÁCSÁS György vezeti.

Az ülés foglalkozott az Egyesület 40 éves jubileumával (az MGE 1954. április 24-én alakult meg) kapcsolatos elképzelésekkel, a már most elindítandó feladatokkal.

Június 28-án CHEN LE-SHOU és WANG QUANG, a pekingi Földtudományi Egyetem Alkalmazott Geofizikai Tanszékének professzorai a magnetotellurika kínai eredményeiről, és az MT leképezésről számoltak be a jelenlevőknek (20 fő).

A Magyar Geológiai Szolgálat létrehozásával kapcsolatosan az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium levélben kereste meg (június 14.) Egyesületünket a Gazdasági Kabinet állásfoglalása alapján elkészített kormányrendelet-tervezet véleményezése céljából. Válaszunkban a tervezet több pontját hiányosnak, átgondolatlanoknak és végrehajthatatlannak ítéltük és kértük a Minisztériumot, hogy a tervezetet a szakmai követelmények érvényesítésével dolgozza át.

Ferenczy László

KÉPEK AZ ÁPRILISI KÖZGYŰLÉS RŐL



SZARKA László, a hivatalba lépő elnök



NAGY Zoltán, a búcsúzó elnök



FERENCY László titkár beszámol



MESKÓ professzor úr átveszi az „Eötvös Loránd” emlékérmét



Tagjaink a Közgyűlésen



Vendégeink, HALMAI János és
KECSKEMÉTI Tibor az MFT
Képviselőjében



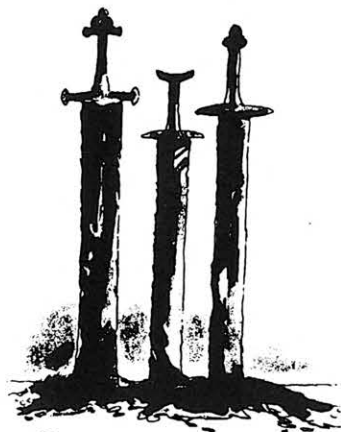
VERÓ László, a búcsúzó alelnök



KOMLÓSSY György, a Központi
Földtani Hivatal elnöke

STAVANGER — 1993

Az EAEG 55. kongresszusa és technikai kiállítása Az EAPG 5. konferenciája



Stavanger

ban június 7-től 11-ig került lebonyolításra.

Stavanger még nem is olyan régen egy szegénynek számító északi ország halászlát kikötője volt, ma azonban jelentős olajipari központ. Egy, a norvég történelemben fontos szerepet játszó nagy fjordban épült. Itt vívta 872-ben, 24 évvel a magyar honfoglalás előtt, Szőke Harald azt a csatát — mint igaz viking természetesen vizen — amellyel Norvégiát az egymással hadakozó kiskirályságok laza halmazából egységes országgá tette. A nevezetes esemény emlékműve, az elesettek sirjaira fejfaként szúrt kardok, a városnak a mi Szabadság-szobrunkhoz hasonló szimbólumává váltak és ezeket választották a Kongresszus jelvényének is. A még később is sok vihart és fegyvert látott fjord ma békésebb, bár nem kevésbé érdekes tevékenység színhelye, itt épülnek a hatalmas északi-tengeri olajfúró platformok és ahogy építés közben nőnek, úgy viszik őket fokozatosan a tenger felé.

A város különben nem túl nagy, belvárosa újszólván alig van, néhány százezeres lakosságának zöme kertvárosi családi házakban lakik, az olaj adta békés jólét érezhető mindenütt. Mi, persze, mindezt a nekünk igen magas árakon éreztük leginkább. De problémát jelentett a kongresszusi résztvevők elszállásolása is, mert a váratlanul nagy számú résztvevőnek nem volt elég hely a városban és így voltak olyanok is, akik a környező, sokszor húsz-harminc kilométer távol eső falvakban kellett lakjanak. Ugyanis a rendezvény regisztrált résztvevőinek teljes létszáma, a rendezők nem kis meglepetésére, alig maradt el a tavalyi párizsi rekordtól, ott valamivel meghaladta a 4000-t, míg Stavangerben 3479 volt, amiből 2608 volt a teljes hétre regisztráltak száma.

A program a megszokott módon hétfőn, 7-én délután először az EAPG, majd az EAEG hivatalos megnyitójával, az úgynevezett „Business Meeting”-

gel indult. Ezekben a bevezető üdvözlések után röviden beszámoltak az előző évi rendezvényről, az egyesületek életéről és pénzügyeiről, a kiadványok helyzetéről, az 1993-as választások eredményeiről és végül átadták az 1993-as kitüntetések. Ennek a legutóbbi aktusnak számunkra az volt az érdekessége, hogy a Conrad Schlumberger Emlékéremet idén Lothar DRESEN bochumi professzor kapta, aki Egyesületünknek is tagja és a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékével tart fenn igen szoros munkakapcsolatot. DRESEN professzor, amikor átvette a kitüntetést, rövid köszönetében elmondta, hogy eredményeit jelentős részben éppen ennek az együttműködésnek, a miskolci kollégák kitűnő munkájának köszönheti és ezt nekik ott a pódiumról külön is megköszönte.

Délután a hivatalos megnyitó a norvég olajipari miniszter üdvözlésével, majd az olajipar és a munka-, illetve környezetvédelem jeles képviselőinek előadásaival folytatódott. A rendezőség szándékosan ellenérdekelte, vagy legalábbis látszólag ellenérdekelte területek képviselőit szólaltatta meg és ez valóban igen érdekessé tette ezt a hagyományosan unalmas nyitót protokollt.

A nap szokásosan a kiállítás megnyitásával, majd az „icebreaker”-rel zárult.

A szakmai program kedd reggeltől péntek délig folyt hat előadóteremben, ezek közül a „lecture room” GRIP és RUNDE 250-280, a DYNA, FEI-STEIN és MARSTEIN 160-180 férőhelyesek voltak, míg a HALTEN kb. 100 főnyi hallgatóságot tudott befogadni. Az előadókat egy hatalmas poszter csarnok egészítette ki, ahol 80-90 poszter egyidejű bemutatására elegendő felület állt rendelkezésre. A teljes program 321 előadásból (EAEG: 222, EAPG: 99) és 183 poszterből (EAEG: 118, EAPG: 65) állt. Az előadások tematikusan a következőképpen oszlottak meg:

EAEG

Szeizmikus adatgyűjtés	24
Szeizmikus adatfeldolgozás	40
Szeizmikus inverzió	16
Szeizmikus modellezés	16
Fúrólukban végzett szeizmika	24
Szeizmikus értelmezési technikák	16

Értelmezés — esettanulmányok	16
Szeizmikus nyíróhullámok	8
Szeizmikus anizotrópia	8
Tomográfia	8
Elektromágnesség, georadar	8
Gravitáció és földmágnesség	8
Geoelektromos kutatások	8
Érc kutatás	7
Környezetvédelem	8
Kőzetfizika	8

EAPG

Medence alakulás, szerkezeti modellezés	13
Litológia, illetve fluidum tartalom előrejelzés szeizmikus és karotázs adatokból	8
Cap rocks and fault transmissibility	8
Nagyfelbontású sztratigráfia, rejtett csapdák	12
Kelet-európai kutatás	6
Termelőmezők problémái, kockázatcsökkentés	16
Szerves geokémia, medence modellezés	8
Észak-Atlantikum, Barents-tenger	7
Földalatti gáztárolás	6
Információs rendszerek használata	7
Rezervoár szimuláció	3

A poszter előadások nagyjából ugyanilyen kategóriákban ugyanezt az eloszlást követték. A poszter szekcióban kaptak helyet az „egyetemi poszterek” is, ezek között a poszterek között, amelyek egy-egy tanszék tevékenységét ismertették, egyetlen kelet-európaiként a Miskolci Egyetem is képviseltette magát.

A Stavanger Forum közvetlen szomszédságában helyezkedett el egy nagyon szép, viszonylag kicsi, modern galéria, ahol a norvég festészet állandó kiállítása volt. Ezt az épületet használták az úgynevezett Commercial Presentation-ök helyszínének. Ezek kereskedelmi jellegű egyórás előadások, illetve termékismertetők, bemutatók voltak, amelyekért az előadók fizettek ugyanúgy mint a kiállítási helyért. Ezt a kereskedelmi szekciót igen sikeresnek ítélték utólag.

A szakmai program kiegészítéseként Stavangerben is rendeztek „workshop”-okat a következő témákban: „Litológia előrejelzése szeizmikus adatokból”, „A szeizmikus kutatások minőségének biztosítása”, „Analóg modellek a szeizmikus adatok szerkezeti értelmezéséhez” és „Horizontális és kiterjesztett fúrások: Földtudományi és rezervoár mérnöki problémák”.

A szakmai programmal kapcsolatban meg kell még említeni, hogy minden regisztrált résztvevő megkapta az összes előadás kiterjesztett absztraktját tartalmazó vastag és szép kiállítású kötetet.

A Kongresszushoz kapcsolódó technikai kiállítás rendkívül nagyszabású és jól szervezett volt. Külön érdekességnek számított, hogy amióta a kiállítók is megtartják a maguk értékelő ülését, ez volt az első olyan kiállítás, amellyel ők maguk is teljesen meg voltak elégedve.

Végül a szakmai program mellett egy helyi zenei érdekességeket bemutató hangverseny, egy gálavacsora és szabadon választható kirándulások képviselték a „Social event”-ek kategóriáját.

Bodoky Tamás

AZ MGE TAGOK ELŐADÁSAI AZ EAEG KONGRESSZUSÁN

D051 előadás

HOLLÓ Lajos, MÜLLER Imre, STEINER Tibor, SZARKA László (F. KOHLBECK, Bécsi Műegyetem társszerzőségével): Tófenéki geoelektromos és vízfelszíni VLF mérések a Fertő-tavon.

Az osztrák—magyar együttműködés jó példaként a szerzők ellenállásméréseket végeztek a Fertő-tó fenekén vontatott kábelszondával, amelyeket VLF szelvényezéssel egészítettek ki és GPS navigációval pozícionáltak. Az eredmények a felszínközeli geológiai feltételezéseket jól tükrözték.

D038 előadás

DRASKOVITS Pál, ZALAI PÉTER: A Marquardt és a Zohdy algoritmuson alapuló VESz kiértékelés összehasonlítása.

Az előadók a „néhányréteges” modellű Marquardt-inverzió és a „sokréteges” modellű Zohdy-inverzió eredményeit hasonlították össze a Belső-Somogy területén mért több száz vertikális elektromos

szondázás adatain. Mindkét eljárást továbbra is (egymást kiegészítve) alkalmazni ajánlották. Az egyik legérdekesebb eredmény, hogy lefelé folyamatosan csökkenő ellenállás esetén (ez üledékes medencékben gyakran fordul elő) a sok vékony réteggel történő Zohdy leírás jobban tükrözi a valóságot, mint a Q vagy QQ típus néhány látszólagos rétege.

D024 előadás

NEDUCZA Boriszláv, PRÓNAY Zsolt, PATTANYÚS-Á. Miklós: Földradar adatok sok célú feldolgozása.

Mivel a földradar (GPR) adatok nagyon hasonlóak a szeizmikus adatokhoz, ezért a szeizmikus eljárásokból kiindulva a szerzők feldolgozási programsomagot fejlesztettek ki személyi számítógépre, WINDOWS operációs rendszerrel a földradar mérésekhez. A feldolgozás megvalósított lépései: amplitúdó normalálás, frekvencia és dekonvolúciós szűrések, migráció. Példaként a mátradercskei gázzivárgáson és egy jósavfői barlang felett mért szelvényeket mutattak be.

CSÖRGEI József, KOVÁCSVÖLGYI Sándor, SÖRÉS László: Nem-szeizmikus módszerek szénhidrogén-telepek lehatárolására Magyarországon.

A szerzők a kaszaperi, a mezőhegyesi és a földesi szénhidrogéntelepek feletti mérések eredményeit ismertették. Úgy találták, hogy a megfelelően szűrt mágneses térkép kapcsolatba hozható a szénhidrogén-migrációval. A geokémiai változásokat többszörösen ellenőrzött PS mérésekkel térképezték. Az elektromágneses és a magnetotellurikus szondázások alapján a szénhidrogéntelep felett az ellenállás csökken, a határzónában növekszik. A magnetotellurikus polárdiagrammokat is fel lehet használni a telep kimutatására.

D053 előadás

KAKAS Kristóf: Új szempontok a podiform krómittlepek kutatásában.

A nem-rétegszerű krómittlepek kutatása sehol sem egyszerű feladat, elsősorban a „topográfiai” és a „geológiai” zaj miatt. A szerző (kubai expedíciós tapasztalatait felhasználva) feltételezi, hogy hatéko-

nyan lehet krómittlepeket detektálni a krómittlepcsék körül valószínűleg szükségképpen kialakuló magnetit-öv észlelésével. Ez az öv egyben geokémiai köpeny és zúzott zóna is (jégtörőhajó-effektus). Úgy gondolja, hogy a magnetitben dús zónát GP mérésekkel is, elektromágneses szelvényezéssel is meg lehet találni.

P060 poszter-előadás

TÖRÖS Endre, HERMANN László, PRÓNAY Zsolt: Laza rétegek rugalmas állandóinak meghatározása szeizmikus fúróluk átvilágítással.

A fúrólukak közötti szeizmikus átvilágítással pontosabban meg lehet határozni a felszínközeli rétegek rugalmas állandóit, mint a felszíni szeizmikus módszerekkel. A szerzők bemutatták az ilyen mérésekre kifejlesztett berendezéseiket és egy esettörténeten keresztül mind a P-SV mérések, mind a tomografikus felvételezés eredményeit.

Ezeket kívül az EAPG 5. konferenciáján is elhangzott 6 magyar előadás.

Kakas Kristóf

STAVANGER, AZ ÉSZAKI OLAJVÁROS
— beszámoló a technikai kiállításról —

Az EAEG 55. kongresszusáról és az EAPG 5. konferenciájáról természetesen ezúttal sem maradt el a hasonló összejövetelek látványosságát biztosító technikai kiállítás.

A találkozó emblémája egy emlékművet ábrázol: a három hatalmas földbe szúrt kard Norvégia egyesítését szimbolizálja. Az egymás közt torzsalkodó viking törzsek ezen a helyen ütköztek meg. A harcból Szőke Harald került ki győztesen és 872-ben létrehozta az egységes norvég királyságot. E csata helyszínéhez közel, három fjord köré épült fel Stavanger.

A várost 1125-ben alapították. Központjában azóta áll a katedrális, amely jót és rosszat egyaránt bőven láthatott a hosszú idő alatt. Stavanger elhelyezkedéséből adódóan mindig ki volt téve a tenger és ebből következően a halmennyiség szélsőséges változásainak. A halászat ma is gyakori foglalkozás, de a halfeldolgozás elsorvadt, amikor az Északi-tengerben olajmezőt fedeztek fel.

Stavangert ma a világ legkisebb metropolizaként emlegetik, de ez nem az építkezési stílusra vonatkozik. Fehér faházak alkotta óvárosát felvették a világörökségek közé, de bevásárló negyedét is régi időket idéző házak képezik. Mivel azonban itt van Norvégia olajközpontja, mintegy 80 országból tartanak fenn képviseletet. Az olajiparban és geofizikában ismert világcégek mind jelen vannak, ami a kiállításon is éreztette hatását.

„Az 55. EAEG kongresszus és az 5. EAPG konferencia műszaki kiállítása sikert ígér. A termékek és a szolgáltatások széles skálája azt bizonyítja, hogy Európa a nemzetközi nyersanyagkutatás és kőolajki-termelés egyik fő színtere. A »B« és »C« csarnok teljes 4700 m²-ét 140 kiállítási egység foglalja el, az egységek mérete 9 m²-től 481 m²-ig terjed. A 140 kiállítási egységben összesen 250 kiállító vonultatja

fel legújabb szolgáltatásait és termékeit, egyesek (kihasználva a csarnokok belméretét) többszintes bemutatót is építettek” ... írta G.T. SÆLAND, a helyi szervezőbizottság elnöke a kiállítás bevezetőjében. Ami azonban csak a helyszínen derült ki: a »B« és »C« csarnok egyenként is több tenispályának tud helyet adni, amikor sportszarnoknak használják. A két csarnokot ideiglenes ponyvafolyosó kötötte össze — itt bármikor elkezdhet esni az eső.

A legnagyobb kiállítási terület természetesen a nemzetközi olajkutató csoportok (Geco-Prakla, Halliburton, Western Atlas, Geotop, PGS) és az adatfeldolgozó cégek (IBM/EPAC, Landmark Graphics, Digital Exploration) foglalták el, de a kiállítási egységek (standok) több mint a felét 9 m²-es boxok tették ki, és ezeken is néha több kiállító osztozott. A szolgáltató cégek ajánlatainak megoszlása a következő volt (mérés és feldolgozás együtt):

Szárazföldi szeizmikus	19
Tengeri szeizmikus	12
Nem-szeizmikus felszíni	19
Mélyfúrás geofizika	16
Légigeofizika	7

A műszergyártókról és forgalmazókról egy hasonló szerkezetű összeállítást állítottunk össze:

Szárazföldi energiaforrások, kábelek, geofonok	28
Tengeri energiaforrások, kábelek, hidrofonok	29
Szeizmikus berendezések	41
Mélyfúrás geofizikai berendezések	17

Nem-szeizmikus felszíni műszerek	27
A számítógépes feldolgozás cégenkénti kínálatának áttekintése:	
Számítógépek (hardware)	32
Szeizmikus adatfeldolgozás	36
Nem-szeizmikus adatfeldolgozás	12
Mélyfúrású geofizikai feldolgozás	20
Rezervoárszimuláció, geológiai és geofizikai modellezés, interaktív kiértékelés	51

A fenti statisztikák azt mutatják, hogy a geofizikai kutatás sokszínűsége tovább él. A statisztika (mint sokszor) most is eléggé félrevezető: a kőolajkutató cégek gazdasági túlsúlya (és evvel megegyezésben a nemzetek feletti szeizmikus csoportok túlsúlya) azonnal kimutatható, ha kiszámoljuk, hogy a kiállításon végigsétálva, 1500 m² területen láthattunk szárazföldi szeizmikus kínálatot (19 cég): 1760 m²-en tengeri szeizmikus kínálatot (12 cég) és csak 245 m²-en nem-szeizmikus kínálatot (19 cég); egy-egy cég természetesen akár mind a három szegmensben is szerepelhet.

Magyarországról az ELGI állított ki két saját fejlesztésű berendezést:

ESS 03-24 Mérnökszeizmikus műszer

RMTS-2 Távoli referenciás magnetotellurikus műszer

Szoftvereink egy külön számítógépen futtatták Windseis és Rad'art programjaik demo változatát és egy meghirdetett időpontban részletes bemutatót is tartottak.

A falakra helyezett tablókkal igyekeztünk minél szélesebb tájékoztatást adni az ELGI-ben folyó munkákról.

Mindössze 9m²-es standunkat sokan látogatták. Az érdeklődők nagy része örömmel vitt szép kiállítású ismertetőinkből. Volt belőle bőven, hisz a korábban meglévők mellé még 13 félért készítettünk. Azon látogatóinknak, akik nemcsak egy témakörből tettek fel kérdéseket, prospektus készletet állítottunk össze. Ez a csomag átfogó képet adott intézetünk széleskörű tevékenységéről.

Ajándékként ELGI feliratú kis mézeskalács szívet osztogattunk. A hozzá mellékelte kártyán az intézet rövid, angol nyelvű ismertetője szerepelt. Vetékedőt is rendeztünk. Aki a különböző színű kérdőíveket helyesen töltötte ki, részt vehetett az utolsó kiállítási napon tartott sorsoláson. A három szerencsés nyertes egy-egy nagyméretű mézeskalács-szívet vihetett haza emlékül. Az összes mézeskalács szív gazdára talált, mi pedig szívünkbe zártuk Stavangert.

Kereszti Ferenc, Kakas Kristóf

BESZÁMOLÓ AZ EAEG COUNCIL JÚNIUSI ÜLÉSEIRŐL

Az EAEG Council a szokásnak megfelelően az 55. Kongresszust megelőző napon, június 6-án és a Kongresszust követő napon, június 12-én tartott egy-egy ülést Stavangerben a Kongresszus színhelyén, a Siddis Centre-ben.

A Council ülések hagyományos rendje szerint az első ülésen a Council áttekintette a Kongresszus szervezési kérdéseit és a szakmai programot. Megvitatatta a soron következő kongresszusok helyszíneit, illetve az egyes helyszíneken a szervezés pillanatnyi állását. A 94-es bécsi, a 95-ös glasgow-i és a 96-os amszterdami kongresszusokat követően döntött a 97-es kongresszus végleges helyszínéről is, ezt Genfben fogják megrendezni.

Ezután a szaklapok és a kiadványok kérdése, majd az egyesület pénzügyi helyzete került megvitatásra. Ez az utóbbi jelenleg nagyon kedvező, annyira, hogy szükségesnek látszik, hogy az egyesület eddigi non-profit jellegét, amelyben az évi pénzügyi mérleget mindig nullára kell zárni és így megtakarításokra nincsen mód, az EAEG feladja. Ha vállalkozás jellegű szervezetté alakul, akkor ugyan meg kell majd fizesse az évi nyereség adót, amit eddig mindig el tudott kerülni, viszont lehetővé válik számára, hogy az adózott nyereséget eltegye szűkösebb időkre, aminek a bekövetkeztével azért itt is mindig számolnak.

Az ülésen a Council elbúcsúzott J. C. MONDT holland és K. KOLBJORNSEN norvég council tagoktól, akiknek a terminusa most járt le és bemutatkoztak az új tagok: D. M. B. CHAPPELLIER genfi pro-

fesszor asszony, V. BARDAN román, D. J. FEENSTRA holland, H. E. NORDBERG norvég és M. PELTONIEMI finn geofizikusok. Ez így első pillanatra egy kicsit soknak tűnhet, de Radmilla TATALOVIC fél évvel korábbi kiválása után döbbsent rá az elnökség arra, hogy már hosszabb ideje nincsen meg a Council alapszabályban előírt létszáma és ennek korrigálására most volt lehetőség.

A kongresszust követő ülésen a Council, most már az új felállásban, tehát I. GAUSLAND norvég (Statoil) geofizikus elnökletével és az új tagokkal, értékelte a lezajlott rendezvényt. Általános vélemény volt, hogy ez igen sikeres volt, a Business Office, amely most először rendezett ilyen rendezvényt hivatásos szervezők nélkül, nagyon jó munkát végzett. Ez azt jelenti, hogy a jövőben a rendezvények fő rendezője maga az EAEG titkársága lesz.

Megvitatották egy jövő évben (szeptember 24—28.) Szentpéterváron tartandó „workshop” tervét, illetve a szintén jövőre (július 23—27.) Hollandiában tartandó közös EAEG-SEG „workshop” programját.

Szó volt még az Alapszabály szükséges módosításáról és a tagfelvételi kérelmekről.

HENRIET úr beszámolt a PACE alapítvány eddigi tevékenységéről és áttekintették a más egyesületekkel (SEG, EAPG, IAGC), valamint az Európai Közösséggel tartott kapcsolatok alakulását.

Bodoky Tamás

BESZÁMOLÓ AZ SPWLA 15. EURÓPAI SZIMPÓZIUMÁRÓL

Az SPWLA 15. „Formation Evaluation Symposium”-át 1993. május 5—7. között rendezték a norvégiai Stavangerben. A szimpóziumon a magyar mélyfúrási geofizikát ÁBELE Ferenc, FERENCZY László, KORMOS László (MOL Rt. részéről), BÁN István, MÉSZÁROS Ferenc (az ELGI részéről) és JESCH Aladár (az MGE-SPWLA-Bp. Chapter részéről) képviselte.

A szimpózium megadott témaköre az integrált tárolóértékelés és a termelési folyamatok megfigyelését jelentő „monitoring” volt. Ez a kijelölt irányvonal ténylegesen átvonult az előadások sorozatán, és összhangban volt a kiállító cégek kínálatával is.

Steinar NJA, a norvég kőolaj-igazgatóság művelési és termelési ágazatának igazgatója irányt mutató előadásában („keynote address”) mélyrehatóan jellemezte a norvég szénhidrogénipar célkitűzéseit, amelyek országuknak, egész életüknek és ezeken át az SPWLA szimpóziumának törekvéseit is megszabják. Érdemes az általa felsorolt szempontokat elmondani általános tanulságként: 1. Norvégiának van kitermelendő olaja és gáza. 2. Lényegbevágó az olajkihozatal javítási lehetőségeinek felderítése. 3. E lehetőségeket az új és jobb technológiák alkalmazása egyaránt fokozza a költségek csökkentése és a bizonytalanságok redukálása terén. Mindez — az előadó szerint — nemcsak a formációértékelés területén lényeges (ami a szimpózium tárgya volt), hanem valamennyi, a tengeri kutatással és termeléssel kapcsolatos tudományág területén.

Ezek az elvek vezérlik az egész norvég, azaz az Európa első helyén álló szénhidrogén-termelést. Az integrált együttműködés az SPWLA szimpóziumának így nemcsak mottója, hanem valóban vezérfonala is volt.

Az előadásoknak több mint fele az Északi-tenger CH-tárolóinak kérdéseivel foglalkozott, s ezek közül is túlnyomó többségben voltak a közvetlenül norvég témájú előadások (mint az már lenni szokott), de ez nem volt kárára a szakmai színvonalnak, hiszen az összes helyi előadó referátumát jellemezte a közös cél: minden lehető eszközzel növelni az olajkihozalt.

E célt szolgálták részben még a tisztán technikai jellegű előadások is. Említjük ezek közül — talán legérdekesebbként — a Schlumberger új lyukfal „leképező” (imaging) eszközeit bemutató előadást. Két eszközt mutattak be, ezek közül az indukciós mérési elvű igen jó mélységfelbontásban ad kitűnő R_t értéket még igen mély elárasztások esetében is; a másik, a laterolog-elvű, lyukfalképet adó rendszer — ugyancsak kiváló mélységfelbontással — megadja a lyukkörnyék ellenállásképét, azimutálisan is helyesen, de szemben pl. a micro-scannerrel, itt a faltól

távolabb fekvő részek is belejársanak a kapott „képbe”.

Mindkét eszköznek nagy jelentőséget tulajdonítanak az erősen ferdített, akár vízszintes fúrások mérési adatainak értékelésében. Említendő a homokbetermelődést detektáló termelési, PL-mérési eszköz bemutatása is, ez szintén a helyi körülmények közötti alkalmazásra készült.

Az integrált értékelés terén szót kell ejteni a szeizmikus tulajdonságoknak és a lyukszelvényezéssel kapott adatoknak együttes feldolgozását tárgyaló előadásokról, ezek célja a tárolók megbízhatóbb megismerése — alakjuk és tárolótulajdonságaik szempontjából egyaránt.

Tovább terjed — ez általános megfigyelésünk — a mért adatok mind tetszetősebb feldolgozása, de talán nem ünneprontó az a megjegyzés, hogy a szép, mondhatnánk szemrevaló megjelenés nem mindig igazán megbízható is.

A szimpóziumhoz szorosan kapcsolódó kiállításon részt vettek a legjelentősebb cégek, szoftver és hardver anyagok bemutatásával.

A szoftverek vonalán itt is az integrált feldolgozást elősegítő programrendszerekkel volt alkalmunk megismerkedni.

A következő termékeket kell említenünk:
Simon Petroleum Technology szoftverje: Tigress
Schlumberger szoftverje: Charisma
Z & S szoftverje: V/3.1 modulok: Recall+Incline II
Image
Petros

Hiányzik, mint látható, a kiállítottak közül a Western cég Wings integrált programcsomagja, de nem jelentek meg a szűkebb szakterületet érdeklő Express-szel sem. E két Western-szoftverrel nem tudunk úgy megismerkedni, mint a felsorolt termékekkel. A Western cég szoftverjét budapesti bemutatkozásából ismerjük. Többek szerint az Express-t több céghez kihelyezték próbafuttatások végzésére, és a későbbi EAEG találkozón (ugyancsak Stavangerben) vagy a Calgaryban megrendezendő SPWLA kongresszuson fogják csak bemutatni (azóta tudjuk, hogy gyakorlati bemutatóra e rendezvényeken sem került sor). Hiányoltuk.

Nagyon részletes volt a kiállítás vízszintes fúrásokkal és az azokban kivitelezhető mérésekkel foglalkozó része.

Alkalmunk volt megismerkedni az Északi-tengeren dolgozó szelvényező cégekkel. Közülük a legérdekesebb technológiát talán az ELS cég alkalmazza. E cég nem használ műszerkocsit (műszerkabint), hanem a fúráspontra kihelyezett wire-line egységekhez hordozható felszíni egységeket és szondákat visznek, és a mérést irányító mérnök ezek segítségével

vel nagyon jó minőségű digitális és analóg regisztrátumot ad át a megrendelőnek. Elsősorban csövezett lyukban végzett mérésekre terjed ki tevékenységük (cased hole logs és production logging).

Az előadások szöveggyűjteménye a kiküldöttektől betekintésre, tanulmányozásra elkérhető.

Jesch Aladár, Ábele Ferenc

SPWLA H Í R E K

1993. június 13—16. között tartotta meg soron következő szimpóziumát az SPWLA (Society of Professional Well Log Analysts) a CWLS-sel (Canadian Well Logging Society) Calgaryban (Alberta, Kanada).

A szimpóziumon közel 450 regisztrált — benne 4 magyar — résztvevő volt.

A szimpóziumon

- egyik napon geológiai kirándulás volt,
- egy napot szenteltek az orosz szelvények kiértékelési kérdéseinek (erre külön napot szentel a párizsi Chapter is),
- szoftver és eszköz bemutató volt a szimpózium egész időtartama alatt,
- poszter és orális előadások voltak.

Az előadások, a bemutatók láthatólag négy fő tendenciát céloztak meg:

- az egyik törekvés a szelvényértelmezések pontosítása,
- a második a lyukfal leképzés új lehetőségének kiaknázása, kvantitatívva tétele és kiterjesztése a fúrások közötti térrészekre.

— a harmadik a fő szakterületek, főfolyamatok (geológia, geofizika, kőzetfizika, művelés, termelés) összekapcsolása és ebben minél hatékonyabb részvétel,

— a negyedik pedig a fentiekhez szükséges mérőeszközök biztosítása és fejlesztése.

Külön érdekességként kell megemlíteni, hogy megtörténtek az első sikeres próbálkozások beléscsövezett fúrólukokban (kutakban) történő ellenállás mérésekre. E módszer igen nagy jövő előtt áll, pl. a régi kutak rehabilitációjában.

A rendezés jó volt, megtörtént az évenként szokásos vezetőség választás, az új tisztségviselők bemutatása.

Jó lenne, ha a SPWLA Budapest Chapter rendszeresen tájékoztatná az SPWLA anyaegyesület tevékenységéről, rendezvényeiről.

Időnként fényképes beszámolókat is célszerű küldeni.

Kiss Bertalan

Direkt feladat megoldási algoritmusok a szeizmikus tomográfiában¹

WÉBER ZOLTÁN²

Az utóbbi időben egyre szélesebb körben alkalmazott szeizmikus inverziós módszer, a szeizmikus tomográfia a direkt feladat sokszori megoldását igényli. Jelen dolgozatban néhány, a tomográfias inverzió speciális igényeit is kielégítő direkt feladat megoldási algoritmus összehasonlító vizsgálatának eredményeiről számolunk be, különös tekintettel a számítógépes futási időre, a pontosságra és az alkalmazhatóság feltételeire.

Z. WÉBER: Forward Modelling Algorithms in Seismic Tomography

Seismic tomography, a widespread tool in seismic inversion in the last few years, needs forward modelling to be carried out several times. In this paper we compare some forward modelling algorithms, which satisfy the particular demands of seismic tomography. We lay special stress on the examination of their efficiency, accuracy and applicability.

Bevezetés

Az utóbbi években, évtizedben a geofizikában is egyre szélesebb körű felhasználást nyer az orvosi diagnosztikában már jól ismert eljárás, a tomográfias inverzió [BISHOP et al. 1985, CHIU et al. 1986, DINES, LITTLE 1979, FAWCETT, CLAYTON 1984, HERMANN et al. 1982, KÖRMENDI et al. 1986, MCMECHAN 1983, és mások]. A tomográfia módszere olyan esetekben alkalmas a vizsgált tartomány valamilyen fizikai paraméterének letérképezésére, leképezésére, ha a számítások alapjául szolgáló mérési adatok a kérdéses fizikai paraméter *vonalmenti integrálját* adják meg. A szeizmikus tomográfiában a rugalmas hullámok (általában az első beérkezések) terjedési idejéből következtethetünk a vizsgált geológiai szerkezeten belüli terjedési sebesség térbeli eloszlására.

Ha feltesszük, hogy a becsülni kívánt f paraméter csak az x horizontális távolságtól és a z mélységtől függ (kétdimenziós eloszlás), a mérési pontban regisztrált mennyiség értékét az

$$y_k = \int_{R_k} f(x,y) ds \quad (1)$$

adja meg, ahol y_k a k -adik sugárúthoz tartozó mérési adat, R_k pedig maga a sugárút, amelynek mentén az integrálást végre kell hajtani. Mivel a gyakorlatban digitális adatrendszerekkel dolgozunk, az (1) integrálegyenletet is digitalizálnunk kell. Ha M számú mérési adatunk van és a vizsgált kétdimenziós geológiai szelvényt N számú blokkra osztottuk fel egy rácsháló segítségével, a fenti kifejezés az alábbi alakot ölti:

$$y_k = \sum_{i=1}^N \Delta S_{ki} f_i, \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

f_i a leképezni kívánt fizikai paraméter ismeretlen értékét, ΔS_{ki} pedig a k -adik sugár által megtett út hosszát jelöli az i -edik blokkban. Amennyiben a k -adik sugárút nem halad át az i -edik blokkon, $\Delta S_{ki} = 0$.

Mivel a (2) egyenletrendszerben az ismeretlenek száma általában jóval nagyobb az egyenletek számánál, (2)-t iteratív eljárással kell megoldanunk. Legyen a vizsgált fizikai paraméter nulladik közelítése $f_i(0)$. Ezen kezdőértékek ismeretében direkt modellezéssel megbecsüljük az y_k mért mennyiség értékét:

$$y_k^{(q)} = \sum_{i=1}^N \Delta S_{ki} f_i^{(q)} \quad (3)$$

ahol q az iteráció sorszámát jelöli. Ezután meghatározzuk a $\Delta f_i^{(q)}$ korrekciókat oly módon, hogy a számított és a mért y_k értékek közötti különbség minél kisebb legyen, azaz minimalizáljuk a

$$\Delta y_k^{(q)} = (y_k - y_k^{(q)}) = \sum_{i=1}^N \Delta S_{ki} \Delta f_i^{(q)} \quad (4)$$

eltéréseket. A (4) egyenletrendszer iteratív megoldásának módjait részletesen tárgyalja HERMAN et al. [1973], HERMAN et al. [1978] és VAN der SLUIS et al. [1987] tanulmánya.

A (4) egyenletrendszer megoldásához csak akkor foghatunk hozzá, ha előzőleg direkt modellezéssel meghatároztuk az $y_k^{(q)}$ mennyiségeket és a sugarak által megtett utat (ΔS_{ki}). Mivel az iterációs eljárás miatt a direkt feladatot sokszor végre kell hajtunk, az erre a célra alkalmazott algoritmus nagyban befolyásolja a teljes tomográfias inverzió sebességét és pontosságát. Jelen tanulmány célja éppen az, hogy a szakirodalomban megjelent számos algoritmus közül [VIDALE 1988, VIDALE, HOUSTON 1990, MOSER

¹ Beérkezett: 1993. június 1-jén

² ELTE Geofizikai Tanszék, H-1083 Budapest, Ludovika tér 2.

1991, QIN et al. 1992, SCHNEIDER et al. 1992, és mások] néhányat a fenti szempontok alapján összehasonlítsunk.

A dolgozat hátralevő részében négy különböző direkt feladat megoldási algoritmust tárgyalunk. Röviden összefoglaljuk az algoritmusok elvi alapjait és jellemző tulajdonságait, összehasonlítjuk sebességüket és pontosságukat, majd néhány jellemző geológiai modelleken keresztül bemutatjuk felhasználási lehetőségeiket.

Direkt feladat megoldási algoritmusok

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a vizsgált algoritmusok elvi alapjait és jellemző tulajdonságait. A módszerek részletes leírásai a hivatkozott publikációkban lelhetők fel.

Egyenes mentén terjedő sugárutak

A k -adik sugárút által az i -edik blokkban megtett út ΔS_{ki} hossza akkor számítható ki a legegyszerűbben, ha feltételezzük, hogy a rugalmas hullámok — függetlenül a konkrét sebességeloszlástól — egyenes út mentén terjednek a gerjesztési pont és az észlelési pont között. Ekkor ugyanis a számítások során nem kell törődnünk a sugarak sebességkontraszt okozta törésével, és mivel az egyenes terjedést az egész tomográfiai inverzió alatt feltételezzük, a ΔS_{ki} együthetőkét elegendő csupán egyszer kiszámítanunk. Ez természetesen igen lecsökkenti a szükséges számítási időt. A kérdés csupán az, hogy milyen feltételek mellett tekinthetünk el a sugárutak törésétől, illetve milyen körülmények között ad még elfogadható eredményt a hullámutak egyenes voltának feltételezése.

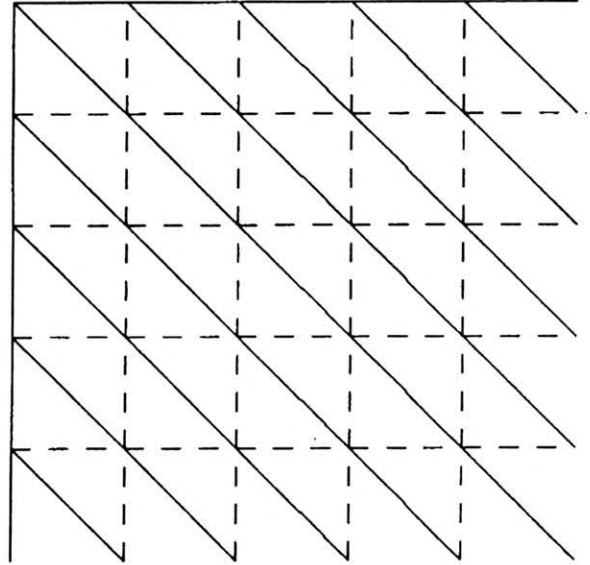
DINES és LYTLE [1979] arról a tapasztalatáról számol be, hogy ha a sebességváltozás nem haladja meg a kb. 15%-ot, akkor az egyenes vonalú terjedés feltételezése interpretálható eredményeket ad. Az egyenes vonalú terjedést feltételező algoritmus pontosságáról szerzett tapasztalatainkról a következő fejezetben számolunk be.

Legrövidebb út keresése

Amennyiben a kutatott geológiai szelvényre egy alkalmasan megválasztott hálózatot fektetünk, hasonló módon határozhatjuk meg a legrövidebb beérkezési idővel rendelkező sugárutakat, mint ahogy az utazó ügynök megtervezi körútját a meglátogató városok között annak érdekében, hogy az utazással a lehető legkevesebb idejét pazarolja el. Az említett hálózat pontokból áll, amelyek bizonyos számú szomszédjukkal (nem az összessel) össze vannak kötve. Az ezeket a kapcsolatokat reprezentáló ívek hossza megegyezik azzal az időtartammal, amely alatt a rugalmas hullámok egyik pontból a másikba egyenes út mentén el képesek jutni. Ha ezen kapcsolatokon keresztül két tetszőleges pont között megtaláljuk a legrövidebb utat, a Fermat elv értelmében ez a legrövidebb út jó közelítéssel megadja a két pont közötti hullámutat.

Az egyik lehetséges hálózat, amelyet a vizsgált geológiai szelvényre fektethetünk, egy horizontáli-

san és vertikálisan egyenközű rács. A rács minden blokkjában definiálnunk kell a rugalmas hullámok terjedési sebességét. A rács által definiált pontok adják a hálózat pontjait, a pontokat egy bizonyos környezetükön belüli pontokkal összekötő egyenes szakaszok pedig a hálózat lehetséges útvonalainak felelnek meg. A hálózatnak ez a fajta szervezése lehetővé teszi a sebességeloszlás és a számított beérkezési idők szintvonalas ábrázolását, valamint réteghatárok definiálását. Az 1. ábrán illusztrációként a bal felső sarokból kiinduló legrövidebb utakat mutatjuk be azon feltételezés mellett, hogy a modell homogén közeg, és hogy a hálózat minden egyes pontja annak nyolc szomszédjával van összekapcsolva.



1. ábra. Legrövidebb utak (folytonos vonal) homogén közegben. Mindegyik rácspon nyolc szomszédjával van közvetlen kapcsolatban. A szaggatott vonal a rácsnálót szemlélteti [MOSER, 1991 után]

Fig. 1. Shortest paths (solid line) in a homogeneous model. Each node is connected with eight neighbours. The grid lines are represented by dashed lines. [after MOSER, 1991]

A legrövidebb utat kereső algoritmus megfogalmazása érdekében vezessük be a következő jelöléseket. Legyen N a hálózat pontjait tartalmazó halmaz, s jelölje annak a pontnak az indexét, ahol a forrás elhelyezkedik, t_i jelentse az s és az i pont közötti terjedési időt, d_{ij} pedig az i és j pontok közötti terjedési időt jelölje, ahol a j pont az i pont megfelelő környezetében van. Osszuk fel továbbá az N halmazt két részre: a P halmaz tartalmazza azokat a pontokat, amelyekben már ismerjük a beérkezési időket, a Q halmaz pedig azokat, amelyekben még nem. Kezdetben $Q=N$ és P üres.

Van azonban egy ismert beérkezési idő ($t_s=0$), így s átvihető P -be. Ezután kiszámítjuk azon pontok beérkezési idejét, amelyek össze vannak kötve s -sel. A legkisebb beérkezési idővel rendelkező i pont Q -ból átvihető P -be, és most azon j pontokban számítjuk az időt, amelyek i -vel vannak összekötve:

$$t_j := \min(t_i, t_i + d_{ij}) \quad (5)$$

Ezt az eljárást aztán addig folytatjuk, míg a Q halmaz üressé nem válik. A legrövidebb utat kereső algoritmus tehát a következő lépésekből áll:

1. Inicializálás

$$Q := N \quad P := \phi \quad t_s := 0 \quad t_i := \infty \quad \forall i \in N$$

2. Válogatás

Keressük meg azt az $i \in Q$ pontot, melyre t_i minimális.

3. Adatfrissítés

Minden j -re, mely össze van kötve i -vel, (5) alapján számítjuk t_j -t i -t átrakjuk Q -ból P -be.

4. Iterációs ellenőrzés

Ha $P=N$, vége, egyébként vissza a 2. lépéshez.

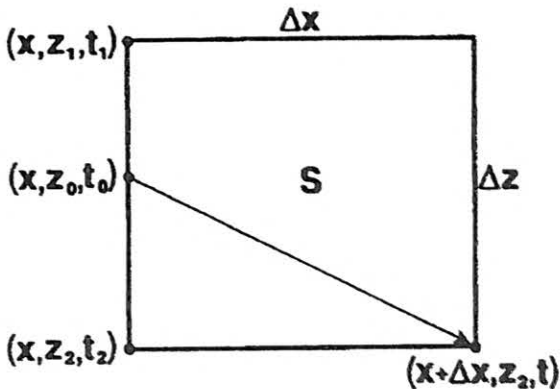
Az eljárás legidőigényesebb része a 2. lépés. Az erre vonatkozó tudnivalók és az egész algoritmus részletesebb tárgyalása megtalálható MOSER [1991] tanulmányában.

A legrövidebb út keresésének módszere nagyon hatékony eszköz az első beérkezési idők és sugárutak minden rácspontba való kiszámítására. A diffraktált és refraktált sugarak csakúgy kiszámíthatók, mint az árnyéklónába jutó sugarak. Nincs megkötés a számításokhoz használt sebességmodellre vonatkozóan sem.

Dinamikus programozás

SCHNEIDER et al. [1992] az alábbi hatékony és könnyen programozható algoritmust javasolja az első beérkezési idők számítására.

Fektesünk a vizsgált geológiai szelvényre egy horizontálisan és vertikálisan egyenközű rácsot. A rács minden egyes blokkjában adott a rugalmas hullámok terjedési sebessége, és ha egy ilyen blokk két szomszédos csúcsában ismertek a beérkezési idők, a szemközti csúcsban érvényes beérkezési idő is számítható (2. ábra). Mielőtt azonban rátérnénk ezen ismeretlen idő meghatározásának módjára, ismertetjük azt az eljárást, amelynek segítségével a forrásból kiindulva megkaphatjuk a rácsháló összes rácspontjában érvényes első beérkezési időt.

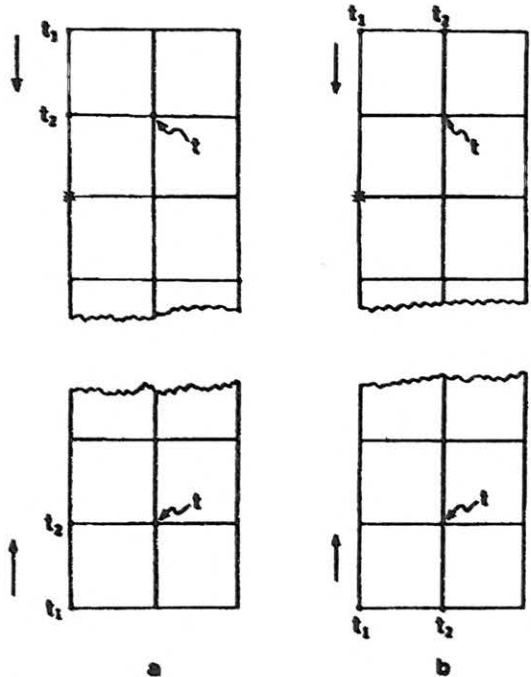


2. ábra. Egy állandó terjedési sebességgel jellemezhető cella azzal a sugárúttal, amely a meghatározandó minimális t idő alatt érkezik az egyik rácspontba [SCHNEIDER et al., 1992 után]

Fig. 2. One constant velocity grid cell with minimum time raypath arriving at the node where t is to be computed [after SCHNEIDER et al., 1992]

Első lépésben azokban a rácspontokban becsüljük meg a beérkezési időket, amelyek egyrészt a szeizmikus forrás szomszédságában vannak, másrészt a rácsháló azon oszlopában, amelyik tartalmazza a forrást. Mivel ehhez a becsüléshez egyenes sugárutakat tételezünk fel, az így kapott idők a későbbiekben még korrekcióra szorul(hat)nak. Mindazonáltal ezek az idők alkalmasak arra, hogy a további számítások kiindulópontjául szolgáljanak.

A későbbiekben tárgyalandó és a 2. ábrán alapuló számítási séma $t_1 > t_2$ esetén nem a minimális t értéket fogja adni, hiszen az ábrán mutatott sugárút semmilyen hullámfronttra sem lehet merőleges. A következőkben ismertetett és a szerzők által *nyers erőt alkalmazó algoritmus*-nak (*brute force mapping*) nevezett eljárás azonban számos lehetséges elrendezésben kiszámolja t értékét, amelyek közül csupán a legkisebbet tartja meg. A lehetséges elrendezéseket a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra. A rácsháló ugyanazon három oszlopát mutatja mind az (a), mind a (b) ábra. Az oszlopok középső részét — az átláthatóság kedvéért — elhagytuk. Az ábra azt a négy konfigurációt illusztrálja, melyeknek segítségével az ismeretlen t idő az ismert t_1 és t_2 időkől kiszámítható [SCHNEIDER et al., 1992 után]

Fig. 3. Three columns of the grid are shown in (a) and repeated again in (b). The centers of the columns have been 'cut away' for clarity. The four configuration types that are used to compute a new time t from a pair of known times t_1 and t_2 are illustrated [after SCHNEIDER et al., 1992]

Tegyük fel, hogy a 3.a ábrán bemutatott három rácoszlop közül a bal szélső pontokban már ismerjük a beérkezési időket. Az eljárás a bal felső sarokban kezdődik, ahol t_1 és t_2 ismeretében számoljuk t -t. Ezt a számítást lefelé haladva elvégezzük az első oszlop többi blokkjára is. Ezután t_1 és t_2 helyzetét felcserélve (3.a ábra alja) újabb t -ket számolunk ki, immár az első oszlopon belül felfelé haladva. A kétféle módon számított t idők közül természetesen mindig a kisebbiket tartjuk meg. Ugyanebben az

oszlopban maradva még további két számítási sorozatot kell végrehajtanunk, amelyek konfigurációját a 3.b ábra szemlélteti. A négy számítási sorozat t_1 és t_2 minden lehetséges elrendezését figyelembe veszi, így végrehajtásuk után a második rácsoszlopban is ismertnek vehetjük a beérkezési időket.

A fent vázolt módon végighaladva a rácshálón csak azokat a sugarakat vesszük figyelembe, amelyek *távolodnak* a forrástól. Vannak azonban olyan jelenségek (diffrakció, refrakció), amelyek visszafordíthatják a sugarakat a forrás felé. Annak érdekében, hogy az ilyen sugarakat is számításba vehessük, az egész fentebb vázolt procedúrát meg kell ismételnünk úgy, hogy most visszafelé haladva pásztázzuk végig a rácshálót. Egy ilyen oda-vissza pásztázás figyelembe vesz minden olyan sugarutat, amely maximum 180° -os fordulatot tesz, és a kezdetben a forrás környékén csak becsült beérkezési időket is kijavítja. A rácsháló esetleges további átpásztázása lehetővé teszi még bonyolultabb utakat befutó sugarak figyelembevételét is.

Most már rátérhetünk arra a kérdésre, hogy t_1 és t_2 ismeretében hogyan határozhatjuk meg t -t. Az alábbiakban erre két módszert mutatunk. Az egyik síkhullám közelítést, míg a másik gömbhullám közelítést alkalmaz.

Síkhullám közelítés

A síkhullám közelítés azt jelenti, hogy a menetidő minden irányban lineárisan változik a távolsággal. Így a 2. ábra jelöléseit alkalmazva felírhatjuk, hogy

$$t_0 = \frac{t_2 - t_1}{\Delta z} (z_0 - z_1) + t_1 \quad (6)$$

Az $(x + \Delta x, z_2)$ pontban a t beérkezési időt a

$$t = t_0 + S\sqrt{(z_2 - z_0)^2 + \Delta x^2} \quad (7)$$

kifejezés z_0 szerinti minimalizálásával kapjuk, ahol S a blokkon belüli terjedési sebesség reciproka. A kapott eredmény

$$t = t_2 + \sqrt{S^2 \Delta x^2 - \frac{\Delta x^2}{\Delta z^2} (t_2 - t_1)^2} \quad (8)$$

amely a minimális t beérkezési idő az ismert t_1 és t_2 időekkel kifejezve.

Nemlineáris (gömbhullám) közelítés

Tekintsünk egy kétdimenziós homogén közeget és z jelentse a mélységet, x_a pedig a horizontális távolságot a *forráshoz képest*. Ekkor a menetidőre az alábbi összefüggést írhatjuk fel:

$$t^2 = S_a^2 (x_a^2 + z^2) \quad (9)$$

Legyen az (x_a, z_1) és (x_a, z_2) pontokban az ismert menetidő t_1 és t_2 . A (9) összefüggés mindkét pontra felírható, amelyeket kivonva egymásból kapjuk, hogy

$$W = \frac{t_2^2 - t_1^2}{z_2^2 - z_1^2} = S_a^2 \quad (10)$$

Egyszerű lineáris interpolációt alkalmazva a *négyzet-re emelt mennyiségek* között egy tetszőleges (x_a, z_0) pontban a beérkezési idő:

$$t_0^2 = W(z_0^2 - z_1^2) + t_1^2 \quad (11)$$

Inhomogén közeg esetén (11) egy z_0 -ban nem lineáris interpolációs formula. Ilyenkor S_a a helytől függő látszólagos sebesség reciproka, míg x_a a látszólagos forrás szintén helytől függő horizontális távolsága. Az, hogy a látszólagos forrás helyzete nem egyezik meg a valóságos forrás helyzetével biztosítja, hogy lokális szinten a lehető legjobban tudjuk gömbhullámmal közelíteni a valóságos hullámfrontot.

A t idő meghatározását folytatva (11)-et helyettesítsük be (7)-be és keressük meg annak minimumát, azaz oldjuk meg a következő egyenletet z_0 -ra:

$$\frac{dt}{dz_0} = \frac{z_0 W}{t_0} - \frac{S(z_2 - z_0)}{\sqrt{(z_2 - z_0)^2 + \Delta x^2}} = 0 \quad (12)$$

A (12) egyenlet gyökét numerikus módszerrel határozhatjuk meg, figyelembe véve, hogy a megoldásnak z_1 és z_2 között kell elhelyezkednie. z_0 -t behelyettesítve (11)-be számíthatjuk t_0 -t, majd (7) alapján t -t.

Vizsgálati eredmények

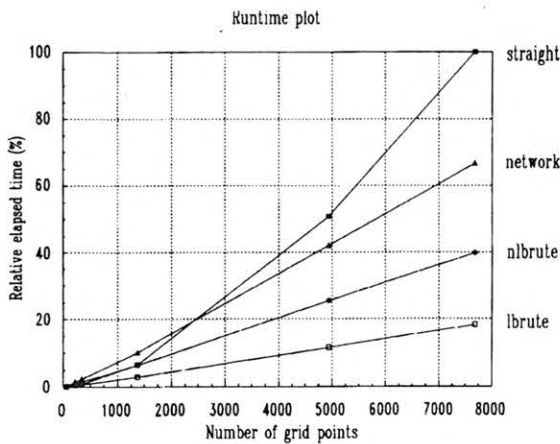
Ebben a fejezetben a korábban ismertetett algoritmusok összehasonlító vizsgálatának eredményeiről számolunk be. Összevetjük az egyes eljárások sebességét, pontosságát és alkalmazásuk feltételeit.

Sebesség

A 4. ábra azt illusztrálja, hogy az egyes algoritmusok számítógépes futási ideje hogyan függ az alkalmazott rácsháló méretétől, és egyben megmutatja az eljárások relatív sebességét is. Az első beérkezési időket mindegyik módszerrel a rácsháló minden pontjában meghatároztuk. Az ábra jobb oldalán látható — és a későbbiekben is használt — rövidítések jelentése a következő: „straight” — egyenes sugarakat; „network” — hálózaton belüli legrövidebb út keresése; „nlbrute” — *brute force mapping* nemlineáris közelítéssel; „lbrute” — *brute force mapping* lineáris közelítéssel. A „network” esetében az egyes rácspontok 80 szomszédjukkal voltak közvetlen kapcsolatban.

Az „lbrute” és az „nlbrute” futási ideje a várakozásnak megfelelően lineárisan növekszik a rácspontok számának növekedésével. A „network” futási idejét ábrázoló görbe is hasonlóan értékelhető, amely a Q halmazbeli legkisebb idő kikeresését végrehajtó algoritmus gondos megválasztásának köszönhető. A „straight” futási ideje azonban hozzávetőlegesen exponenciálisan változik. Kétszer annyi rácspont ugyanis nemcsak egyszerűen kétszer annyi sugar meghatározását jelenti: a „többlet” sugarak hosszabbak is, amelyek több számítást igényelnek, mint a rövidebbek.

Ami az algoritmusok relatív sebességét illeti, az adatok értékelésénél figyelembe kell vennünk az általuk szolgáltatott információ mennyiségét is. A leg-



4. ábra. Futási idők a rácspontok számának függvényében.

Jelölések: straight—egyenes sugárutak; network—legrövidebb út keresése; nlbrute—brute force mapping nemlineáris közelítéssel; lbrute—brute force mapping lineáris közelítéssel

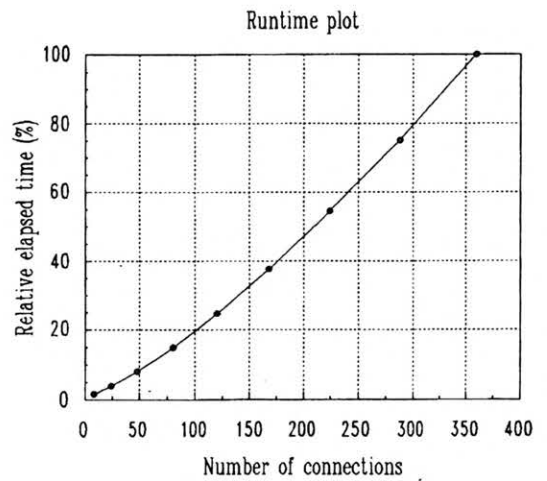
Fig. 4. Runtime vs. number of grid points. Legend: straight—straight raypaths; network—shortest path calculation; nlbrute—brute force mapping with nonlinear interpolation; lbrute—brute force mapping with linear interpolation

gyorsabb „lbrute” és „nlbrute” minden rácspontba kiszámolja a beérkezési időt, de az esetleg szükséges sugárutakat csak további számításokkal kaphatjuk meg. Ez a szeizmikus tomográfiában nem jelent hátrányt, mivel ilyenkor a meghatározandó sugárutak száma jóval kevesebb a rácspontok számánál. A „network” hosszabb futási idővel rendelkezik, de nem csak az időket, hanem a sugárutakat is megadja a rácsháló összes pontjába. Ugyanez elmondható a „straight”-re is, ha mindenhol tudni akarjuk a beérkezési időket. Ha azonban a szeizmikus tomográfiában alkalmazzuk, nagyon gyors programfutást eredményez, hiszen ilyenkor csak viszonylag kevés sugarat kell meghatározni, és ehhez — ellentétben az összes többi módszerrel — nincs szüksége a teljes időtérkép ismeretére.

A „network” (legrövidebb út keresése) futási ideje a rácspontok számán kívül attól is függ, hogy az egyes pontok hány szomszédjukkal vannak közvetlen kapcsolatban. Ezt az összefüggést ábrázolja az 5. ábra. Minél nagyobb számú közvetlen kapcsolattal rendelkeznek az egyes rácspontok, annál pontosabb lesz a modellezés eredménye (ld. később), ezért azonban a futási idő exponenciális növekedésével kell fizetnünk.

Pontosság

Az algoritmusok pontosságának vizsgálatához egy horizontálisan 30 m, vertikálisan 40 m kiterjedésű geológiai modellt definiáltunk. A két horizontális réteghatár 15, illetve 25 m mélyen helyezkedik el. A felső és alsó rétegben a terjedési sebesség 1000 m/s, míg a középsőben 1500 m/sec. Azért választottunk horizontális rétegzettséget, hogy a sebességmodell mintavételezése semmiképpen se befolyásolja a számítások pontosságát. A vizsgálatok során a szeizmi-

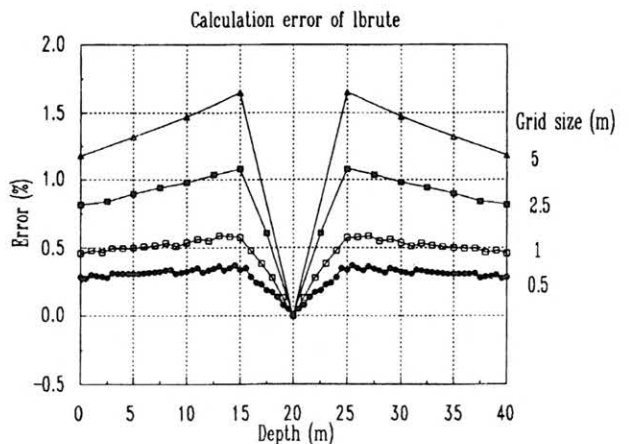


5. ábra. A futási idő a legrövidebb út keresésekor alkalmazott közvetlen kapcsolatok számának függvényében

Fig. 5. Runtime vs. number of connections for shortest path calculation

kus forrás a modell bal szélén, 20 m-es mélységben kapott helyet, míg a vertikális terítésben elhelyezett geofonok a modell jobb szélére kerültek. A pontosnak tekintett beérkezési időket sugárkövetéses modellezéssel számítottuk [ld. pl. WÉBER 1990].

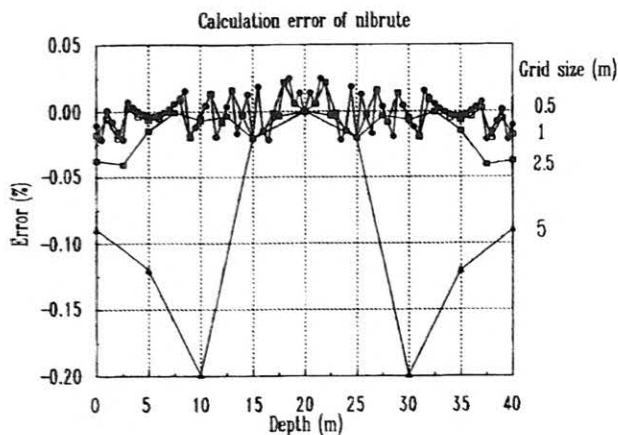
Először tekintsük a dinamikus programozási algoritmus lineáris és nemlineáris változatainak pontosságát illusztráló ábrákat (6. és 7. ábrák). Mint azt az előző fejezet megfelelő pontjában jeleztük, a lineáris



6. ábra. Számítási hibák a négyzetes rácsháló méretének függvényében (brute force mapping, lineáris közelítés)

Fig. 6. Error vs. grid size for brute force mapping with linear interpolation

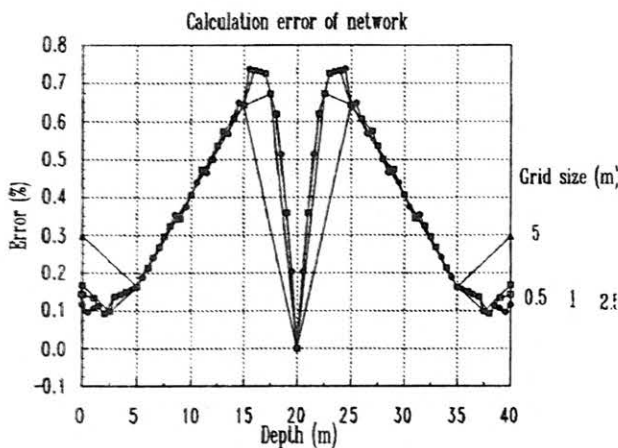
közelítés (síkhullámok, „lbrute”) pontossága nagyban függ az alkalmazott rácsháló méretétől. Míg 0,5 m-es rácsköz esetén a relatív hiba 0,5% alatt marad, addig 5 m-es háló esetén a hiba meghaladja az 1,5%-ot is. Nemlineáris közelítés (gömbhullámok, „nlbrute”) esetén azonban ennél sokkal kedvezőbb a helyzet. A legnagyobb számítási hibákat természetesen most is az 5 m-es háló alkalmazásakor



7. ábra. Számítási hibák a négyzetes rácsháló méretének függvényében (brute force mapping, nemlineáris közelítés)
Fig. 7. Error vs. grid size for brute force mapping with nonlinear interpolation

kapjuk, de az eltérések még így sem haladják meg 0,2%-ot.

A legrövidebb út keresését megvalósító algoritmus („network”) pontossága gyakorlatilag nem függ a modell mintavételezésétől (8. ábra). Ez azonban csak akkor igaz, ha a sebességtér mintavételezése olyan, hogy az pontosan visszaadja a sebességkontasztok helyét. Az általunk választott modell és hálóméretük kielégítik ezt a feltételt, ezért kaptuk az első látásra meglepő eredményt. Ha a réteghatárok

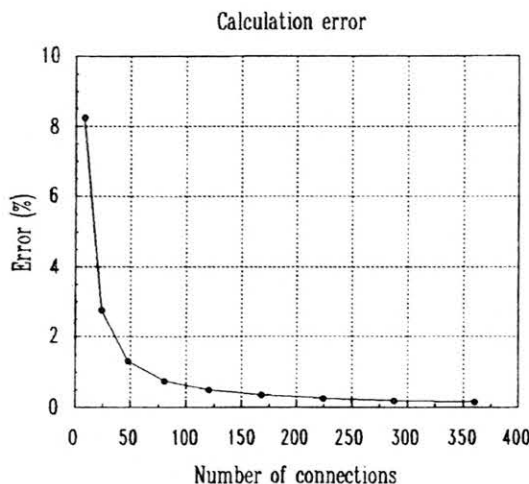


8. ábra. Számítási hibák a négyzetes rácsháló méretének függvényében (legrövidebb út keresése)
Fig. 8. Error vs. grid size for shortest path calculation

nem horizontálisak, sűrű hálót célszerű használnunk, hogy a sebességtér mintavételezése minél kevésbé tolja el a sebességváltozások helyét. Ezt a tényt azonban az összes itt tárgyalt algoritmus alkalmazásakor figyelembe kell vennünk.

A „network” pontosságát leglátványosabban az befolyásolja, hogy az egyes rácspontok hány szomszédjukkal vannak közvetlen kapcsolatban, hiszen

minél nagyobb ez a szám, annál több útvonal közül lehet kiválasztani a legrövidebb menetidővel rendelkező sugármenetet. Ez irányú vizsgálatainkhoz homogén sebességmodellt használtunk, és a teljes rácshálóra vonatkoztatott legnagyobb hibát ábrázoltuk a közvetlen kapcsolatok számának függvényében (9. ábra). A pontos beérkezési időket a „straight” algoritmussal számítottuk. Az ábra tanúsága szerint a kapcsolatok számának növekedésével rohamosan csökken a számítási hiba, amely a még kedvező futási időt adó 80-as értéknél 0,75%, és 120 közvetlen kapcsolat esetén már 0,5% alá csökken.

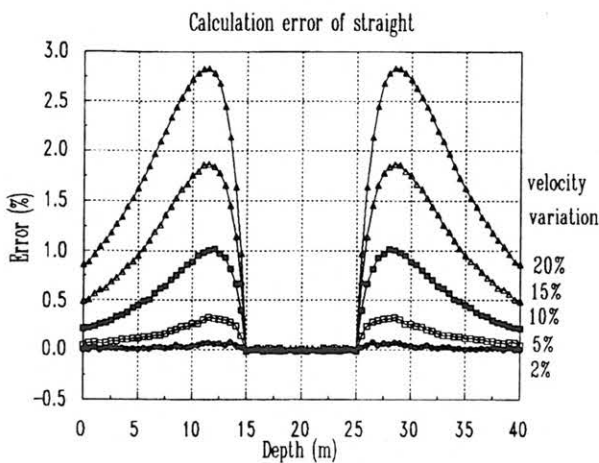


9. ábra. Számítási hiba a legrövidebb út keresése során alkalmazott közvetlen kapcsolatok számának függvényében
Fig. 9. Error vs. number of connections for shortest path calculation

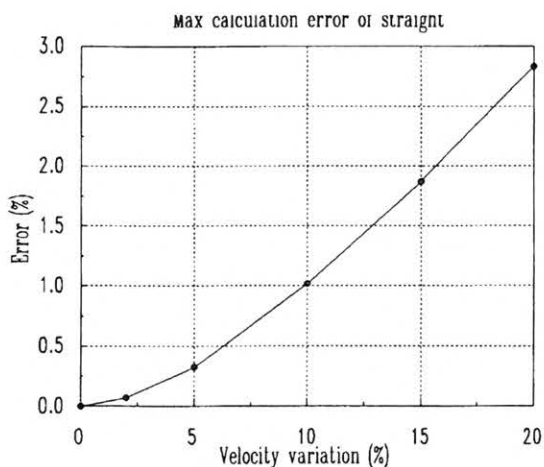
Az előző fejezetben említettük, hogy a szakirodalom szerint az egyenes sugárkövetés sikeresen alkalmazható a szeizmikus tomográfiában, ha a sebességkontrasztok nem haladják meg a kb. 15%-os szintet. Ennek a kérdésnek a vizsgálatához a már említett háromréteges modellt használtuk oly módon, hogy a középső rétegben érvényes terjedési sebesség függvényében ábrázoltuk a függőleges terítés mentén tapasztalt számítási hibákat (10. ábra). Az alkalmazott rácsháló mindkét irányban 1 m-es.

Az ábrán jól nyomonkövethető, hogyan változik a hiba a mélységgel és a sebességkontraszt nagyságával. Ha a terítés mentén észlelt maximális számítási hibákat a sebességkontraszt függvényében külön is ábrázoljuk (11. ábra), világosan felismerhető az exponenciális növekedés. A 10%-os kontraszthoz tartozó kb. 1%-os maximális hiba még valóban kedvező érték, a 15%-os változáshoz tartozó 1,87%-os hiba azonban véleményünk szerint csak nulladik közelítés számításához lehet megfelelő.

Felhívjuk a tisztelt olvasó figyelmét, hogy az előbbieken közölt hibaadatok csak tájékoztató jellegűek, mivel azok nagyban függenek a számítások során szimulált mérési elrendezés paramétereitől. Reméljük, hogy az általunk alkalmazott paraméterek mellett kapott eredmények a vizsgált algoritmusok „átlagos” viselkedését reprezentálják.



10. ábra. Számítási hibák a sebességkontraszt függvényében (egyenes sugárutak)
Fig. 10. Error vs. velocity contrast for straight raypaths

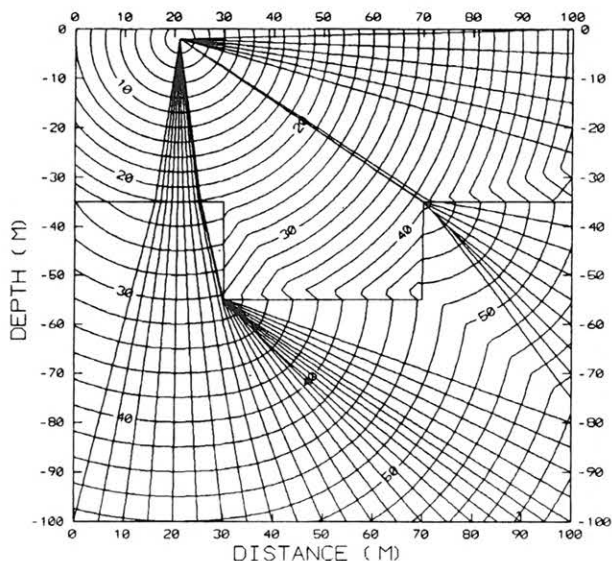


11. ábra. Maximális számítási hiba a sebességkontraszt függvényében (egyenes sugárutak)
Fig. 11. Maximum error vs. velocity contrast for straight raypaths

Alkalmazások

A vizsgált direkt feladat megoldási algoritmusok nem csupán a szeizmikus tomográfia területén alkalmazhatók, hanem — mivel az első beérkezési időket a teljes rácshálóban meghatározzák — a forrásból kiinduló rugalmas hullámok terjedését is nyomon követhetjük segítségükkel. A hullámfrontok kirajzolása sok segítséget nyújthat abban, hogy a hullámterjedés mikéntjét megérthessük. Az alábbiakban erre mutatunk be néhány példát, melyeket a *brute force mapping* algoritmus nemlineáris változatával („nlbrute”) számítottunk. A geológiai modellre fektetett négyzetes rácsháló mérete mindegyik esetben egy méter volt.

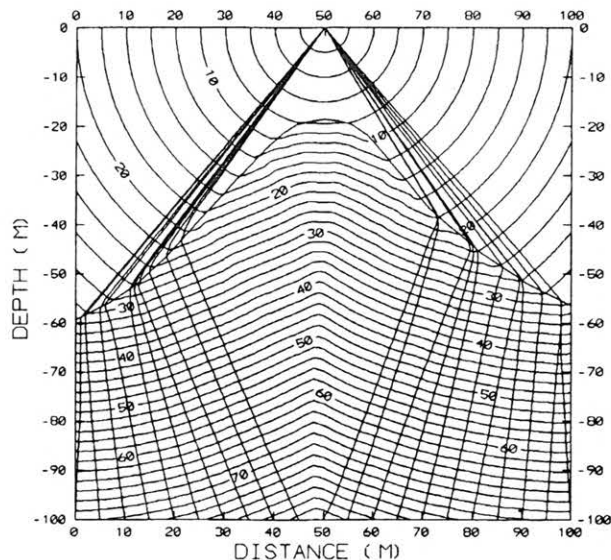
A 12. ábra egy eltemetett árok körül kialakuló hullámfrontokat szemléltet a geológiai modell és néhány sugárút feltüntetésével. A felső rétegben a terjedési sebesség 1500 m/s, míg az alsóban 2500 m/s. A forrás a modell bal szélétől 21 m-re 2 m-es mély-



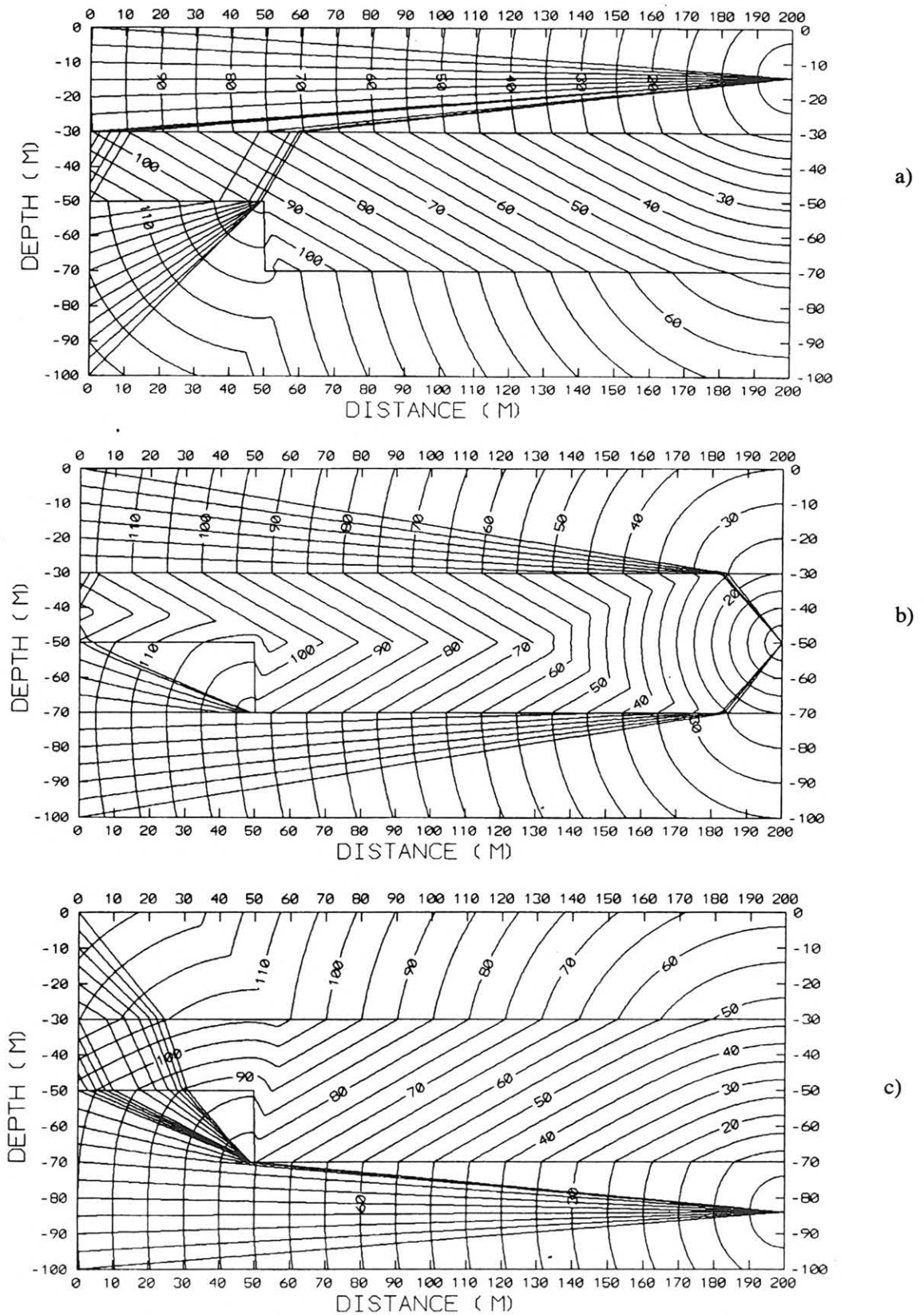
12. ábra. Eltemetett árok körül kialakuló hullámfrontok a geológiai modellel és néhány jellemző sugárúttal. A terjedési sebesség a réteghatár felett 1500 m/s, alatta 2500 m/s
Fig. 12. Wavefronts and raypaths for a buried canal model. The velocity interface is shown. The velocity is 1500 m/s above the interface and 2500 m/s below the interface

ségben helyezkedik el. A hullámfrontokra írt számok a menetidőt jelentik ms-ban.

Több jellegzetes, a hullámterjedés során gyakran előforduló jelenséget fedezhetünk fel az ábrán. Az árkon belül bonyolult refrakciókat láthatunk, de refraktált hullámok érkeznek az ábra jobb szélén, 30 és 35 m mélyen elhelyezkedő geofonokba is. A sugárutak által is kihangsúlyozott diffrakciók mellett a geológiai szerkezet fókuszáló hatása is jól látható.



13. ábra. Antiklinális körül kialakuló hullámfrontok a geológiai modellel és néhány jellemző sugárúttal. A terjedési sebesség a réteghatár felett 2500 m/s, alatta 1000 m/s
Fig. 13. Wavefronts and raypaths for an anticline model. The velocity interface is shown. The velocity is 2500 m/s above the interface and 1000 m/s below the interface



14. ábra. Alacsony sebességű zóna körül kialakuló hullámfrontok a geológiai modellel és néhány sugárúttal. A terjedési sebesség a felső és alsó rétegben 2000 m/s, a középsőben 1000 m/s. A források a) 14 m, b) 50 m és c) 84 m mélyen vannak
 Fig. 14. Wavefronts and raypaths for a low velocity zone. The velocity interfaces are shown. The velocities are 2000 m/s in the upper and bottom layers and 1000 m/s in the low velocity zone. The seismic sources are at a) 14 m, b) 50 m and c) 84 m depths

A 13. ábrán bemutatott antiklinális is ilyen fókuszáló hatással rendelkezik. Ez a fókuszáló hatás az ábrába berajzolt sugárutak menetén kívül abból is kiderül, hogy a hullámfrontok hegyes, éles csúccsal rendelkeznek. A teljesség kedvéért megemlítjük még, hogy az antiklinális felett 2500 m/s, míg alatta 1000 m/s terjedési sebességet tételeztünk fel.

Végezetül egy olyan ábrarozatot mutatunk be, amely egy fűrólyukak között végzett mérésorozat különböző forráspontjaihoz tartozó hullámfrontokat és sugárutakat szemléltet (14. ábra). Egy ilyen mérés tomográfias inverziójának feladata az alacsony sebességű réteg kivastagodásának megállapítása lehet. A modell felső és középső rétegében a terjedési sebesség 2000 m/s, míg a középsőben 1000 m/s.

A geológiai modellt is tartalmazó ábrákon könnyen felfedezhetők a diffrakcióra és refrakcióra jellemző hullámfrontok. Különösen bonyolult refrakciós hullámkép tartozik az 50 m-es forrásmélységhez (14b. ábra). A sebességkontraszt olyan nagy, hogy a hullámok szinte teljesen elkerülik az alacsony sebességű réteget. A 14a. ábrán a középső és alsó rétegben, a 14b. ábrán a középső rétegben, a 14c. ábrán pedig a felső és középső rétegben fedezhetünk fel energiafókuszálást.

Összefoglalás

Vizsgálataink során négy direkt feladat megoldási algoritmust hasonlítottunk össze sebességük, pontosságuk és alkalmazási feltételeik alapján. Megállapíthatjuk, hogy — a szeizmikus tomográfia szempontjait is figyelembe véve — a nemlineáris (gömbhullám) közelítést alkalmazó dinamikus programozási algoritmus adja a legpontosabb eredményt még elfogadható futási idő alatt. Modell példákon keresztül megmutattuk, hogy a vizsgált algoritmusok nagy segítségünkre lehetnek abban, hogy egy-egy modell esetén megértsük a hullámterjedés mikéntjét.

Köszönetnyilvánítás

Jelen dolgozat az OTKA Iroda anyagi támogatásával (F 4237) készült.

HIVATKOZÁSOK

BISHOP T. N., BUBE K. P., CUTLER R. T., LANGAN R. T., LOVE P. L., RESNICK J. R., SHUEY R. T., SPINDLER D. A., WYLD H. W. 1985: Tomographic Determination of Velocity and Depth in Laterally Varying Media. *Geophysics* 50, pp. 903–923

CHIU K. L., KANASEWICH E. R., PHADKE S. 1986: Three-dimensional Determination of Structure and Velocity by Seismic Tomography. *Geophysics* 51, pp. 1559–1571

DINES K. A., LYTLE R. J. 1979: Computerized Geophysical Tomography. *Proceedings of the IEEE* 67, pp. 1065–1073

FAWCETT J. A., CLAYTON R. W. 1984: Tomographic Reconstruction of Velocity Anomalies. *Bull. Seis. Soc. Am.* 74, pp. 2201–2219

HERMAN G. T., LENT A., LUTZ P. H. 1978: Relaxation Methods for Image Reconstruction. *Commun. of the ACM* 21, pp. 152–158

HERMAN G. T., LENT A., ROWLAND S. W. 1973: ART: Mathematics and Applications. A Report on the Mathematical Foundations and on the Applicability to Real Data of the Algebraic Reconstruction Techniques. *J. Theor. Biol.* 42, pp. 1–32

HERMANN L., DIANISKA L., VERBÓCI J. 1982: Curved Ray Algebraic Reconstruction Technique Applied in Mining Geophysics. *Geophysical Transactions* 28, pp. 33–46

KÖRMENDI A., BODOKY T., HERMANN L., DIANISKA L., KÁLMÁN T. 1986: Seismic Measurements for Safety in Mines. *Geophysical Prospecting* 34, pp. 1022–1037

MCMECHAN G. A. 1983: Seismic Tomography in Boreholes. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 74, pp. 601–612

MOSER T. J. 1991: Shortest Path Calculation of Seismic Rays. *Geophysics* 56, pp. 59–67

QIN F., LUO Y., OLSEN K. B., CAI W., SCHUSTER G. 1992: Finite-difference Solution of the Eikonal Equation along Expanding Wavefronts. *Geophysics* 57, pp. 478–487

SCHNEIDER W. A., RANZINGER K. A., BALCH A. H., KRUSE C. 1992: A Dynamic Programming Approach to First Arrival Traveltime Computation in Media with Arbitrarily Distributed Velocities. *Geophysics* 57, pp. 39–50

VAN der SLUIS, A., VAN der VORST H. A. 1987: Numerical Solution of Large, Sparse Linear Algebraic Systems Arising from Tomographic Problems in: *Seismic Tomography*, ed. Nolet G., Reidel Publishing Company, pp. 49–83

VIDALE J. E. 1988: Finite-difference Calculation of Travel Times. *Bull. of the Seismological Society of America* 78, pp. 2062–2076

VIDALE J. E., HOUSTON H. 1990: Rapid Calculation of Seismic Amplitudes. *Geophysics* 55, pp. 1504–1507

WÉBER Z. 1990: Ray-trace Modelling in Seismic Exploration. *Geophysical Transactions* 36, pp. 273–285

Statikus korrekciók – egy új megközelítés¹

KEREKES ALBIN²

KEREKES Albin az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben szerezte geofizikai alapképzettségét. Karrierje a Schlumbergerrel kezdődött Kolumbiában, de 30 éves szakmai tapasztalata legnagyobb részét a szeizmikában alakult ki az Amoco-nál, Teledyne-nál, Petty-nél végzett munkája során. Később tanácsadóként dolgozott. Jelenleg az ARCO International Oil and Gas-nál áll alkalmazásban, ahol a szeizmikus adatgyűjtés módszertanára specializálta magát. KEREKES Albin széles körű nemzetközi, szakmai tapasztalata a dzsungelektől a sivatagokig terjed, és kiterjed a nagy felbontóképességű sztatigráfiára is.

Egy ilyen egyszerű és jól ismert téma ismételt tárgyalása úgy hangzik, mint a kerék újra feltalálása. A statikus korrekció olyan egyszerű, elemi dolog, mindent tudunk róla. Nem kétséges, hogy a mai bonyolult intenzív számítógépes programokkal a statikus korrekció problémája már a múltévagy mégsem?

Ez a cikk egy új és még a legösszetettebb esetekben is megbízható megközelítést ajánl a statikus korrekciók számításához. A módszer robusztus és az adatokra alapozott, a felhasználói szubjektivitást minimalizálja. Ennek a megbízhatóságnak a sarkalatos elemei a következők:

A „változó vonatkoztatási sebesség” fogalma és használata.

A „harántsebesség” fogalma és használata.

A mélységszámítások mellőzése.

Egy mély refraktáló szintre való alapozás.

Az eljárás külön-külön kezeli a topográfia és a laza réteg hatásának korrekcióját.

A topográfiai korrekciót egy változó (lebegő) korrekciós sebesség felhasználásával számítjuk egy állandó vonatkoztatási síkra. A korrekciós sebességet úgy vesszük fel, hogy ne egy felszínközeli refraktáló szintet képviseljen, hanem inkább a kutatás tárgyát jelentő összlet és a felette lévő üledékes rétegek jellemző függőleges sebességeinek feleljen meg. Az állandó vonatkoztatási sík pedig a szeizmikus kutatási terület átlagos tengerszint feletti magasságban helyezkedjék el.

A laza réteg korrekcióját egy mély refraktáló szint fél tengelymetszeti idejéből számítjuk, s ezt a sugárút törései miatt a harántsebességgel javítjuk. Ezek a késleltetési idők tartalmazzák a refraktáló szint feletti összes különböző sebességű és vastagságú felszínközeli réteg hatását, s így ez közvetlenül a laza réteg korrekciójával kapcsolatos. A harántsebesség bizonyult a refraktáló szint feletti rétegek okozta sugárút törések legjobb kifejezőjének és ezt használjuk a függőleges idők számítására.

A refrakciós megoldást az egyréteges, kétsébséges esetre redukáltuk. Az ilyen megoldás valószínűleg hibás lesz a mélységre nézve, de elég pontos lesz a terjedési idő vonatkozásában, és mi az időbeli megoldást keressük.

Albin K. KEREKES: Static Corrections – a Novel Approach

Revisiting such a simple and well known subject sounds like re-inventing yet another wheel. Statics are so elementary, so simple, we know all about them. Surely, with the sophisticated computer intensive programs of today, static problems are the thing of the past or are they?

This paper offers a novel approach to secure reliable static corrections even in the most complex of cases. It is robust and data driven so that user input is minimized. The key elements of such reliability are:

The concept and use of 'Variable Datum Velocity'.

The perception and use of 'Crossover Velocity'.

The avoidance of depth calculations.

The reliance on deep refractor.

The procedure treats datum statics and weathering statics independently.

Datum statics are derived using a variable (floating) datum velocity, to a constant datum plane. The datum velocity is derived from a velocity function that represent not a near surface refractor but rather the typical vertical velocities of the sedimentary layers at and above the seismic targets.

The constant datum plane is positioned at the average elevation that the seismic program is expected to encounter.

Weathering statics are derived using the half intercept times from a deep refractor, corrected for angularity by the crossover velocity. Such delay times represent all near surface layers of differing velocities and thickness above the refractor, and it is directly related to the weathering static.

The crossover velocity is proven to be the best representation of the angularity caused by the various layers above the refractor and it is used to derive vertical times.

The refraction solution is reduced to a single layer, two velocity case. Such solution is likely to be in error for depth, but it is accurate enough for time, and we seek a time solution.

¹Elhangzott a 13. Török Geofizikai Kongresszuson, Ankara, 1993. április 5-9.

²Arco International Oil and Gas Company, 2300 West Plano Parkway, Plano, Texas 75075-8499, USA

Az alapok áttekintése

A szeizmikus adatok statikus korrekciója rendszerint a következő jól ismert módon történik:

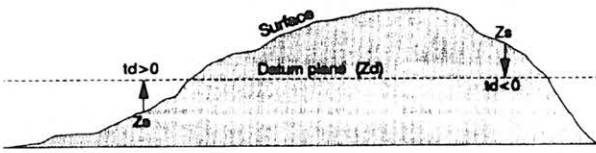
Először is, feltételezzük, hogy nincsen laza réteg. Kiszámítjuk a topográfiai korrekciót (td) egy adott vonatkoztatási síkig (Zd) a felszín magasságának (Zs) és a vonatkoztatási sebességnek (Vd) függvényeként az alábbi képlet szerint:

$$td = (Zd - Zs) / Vd \quad (1)$$

A statikus korrekció *negatív*, ha a felszín a vonatkoztatási sík *felett* helyezkedik el.

A statikus korrekció *pozitív*, ha a felszín a vonatkoztatási sík *alatt* helyezkedik el.

Az 1. ábra szemlélteti a vonatkozó részleteket.



1. ábra. A topográfiai korrekció vázlata
Fig. 1. Datum corrections

A következő lépésben feltételezzük a laza réteg létezését. A laza réteg hatásának korrekcióját (twx) a vastagságukkal (Zw) és sebességükkel (Vw) definiált rétegekre tudjuk megadni. A laza réteg hatásának statikus korrekcióját az alábbi képlet alkalmazásával számítjuk:

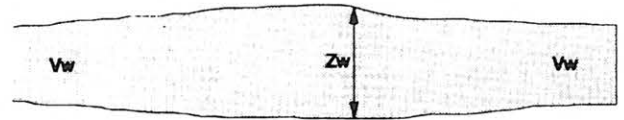
$$twx = (Zw / Vd) - (Zw / Vw)$$

A statikus korrekció *negatív* a vonatkoztatási sebességnél *kisebb* sebességek esetén.

A statikus korrekció *pozitív* a vonatkoztatási sebességnél *nagyobb* sebességek esetén.

A 2. ábra szemlélteti a vonatkozó részleteket.

A teljes „egyirányú” statikus korrekció a szeizmikus vonal mentén a felszín bármely pontján egyenlő



2. ábra. A laza réteg hatás korrekciójának vázlata
Fig. 2. Weathering static correction

a topográfiai illetve a laza réteg hatás statikus korrekciójának előjelhelyesen képzett összegével.

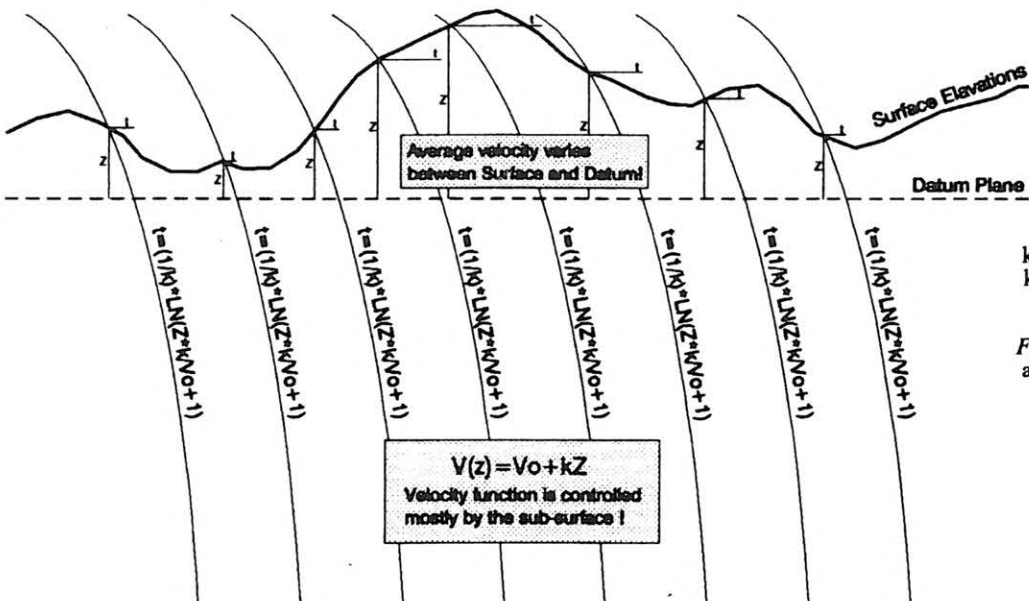
Az általam javasolt módszertan a fenti eljárást javítja meg a következő új fogalmak bevezetésével:

- a *változó vonatkoztatási sebesség* fogalma és használata,
- a *harántsebesség* fogalma és használata.

A topográfiai korrekció változó (lebegő) vonatkoztatási sebességekkel

Ahhoz, hogy szemléltessük a lebegő vonatkoztatási sebességek egy állandó vonatkoztatási síkra való alkalmazásának logikáját, nézzük meg a fúrásokban kapott sebességadatokat vonatkoztatási szintjének korrekcióját.

Tegyük fel, hogy szeizmikus adatok helyett egy fúrólyukban kapott hitelesített sebességfüggvény áll rendelkezésünkre a szeizmikus vonal mentén a felszín minden egyes pontján (3. ábra). Az ilyen függvények terjedési idővel kifejezett mélységértékekből állnának egészen a bennünket érdeklő kutatási objektumig.



3. ábra. Topográfiai korrekció a „fúrásokból kapott sebességadatok” sorával

Fig. 3. Datum correcting a 'line' of well velocity data

tumig. Feladatunk az, hogy korrigáljuk ezeket a sebességfüggvényeket egy valahol a felszíni topográfia alatt elhelyezkedő vonatkoztatási síkra.

Így az eljárás valóban egyszerű! Minden egyes függvényből kivonjuk a vonatkoztatási síknak megfelelő időt és mélységértéket. Vagyis, amit ténylegesen teszünk, az azonos a felszín és a vonatkoztatási szint közötti *átlagsebességgel* végrehajtott topográfiai korrekcióval. Az eljárás hibamentes, mivel ismerjük a *felszín magasságát, a vonatkoztatási sík magasságát és a változó vagy lebegő vonatkoztatási sebességeket.*

Az eljáráshoz szükségünk van egy állandó vonatkoztatási síkra, a felszín szintezési értékeire és ami a legfontosabb, a változó vagy lebegő vonatkoztatási sebességre.

Nos, a tényleges szeizmikus adatokon végrehajtott művelet semmiben sem különbözik ettől. A szeizmikus felvételek pszeudo-karotázs szelvény inverzióknak tekinthetők, ahol valójában minden egyes csatornán egy karotázs szelvényünk van. A szeizmikus adatok állandó vonatkoztatási síkra történő korrekciójának folyamatát ezért *lebegő vonatkoztatási sebességekkel* kell végrehajtani.

A lebegő vonatkoztatási sebességnek ez a fogalma és használata újdonság!

Mivel a felszín szintezési értékei és a vonatkoztatási sík magassága pontosan megadható, a vonatkoztatási sík korrekciójának bármely hibája szükségszerűen az általunk alkalmazott vonatkoztatási sebességek pontatlanságaiból származik. Ez a hiba nulla, ha a vonatkoztatási sík és a felszín magassága azonos, tekintet nélkül arra, hogy milyen vonatkoztatási sebességet választottunk. A hiba növekszik a felszín és a vonatkoztatási sík közötti magasságkülönbség növekedésével.

A hibák minimalizálása céljából a vonatkoztatási sík magasságát a lehető legközelebb kell választani a felszínhez és természetesen csak sík lehet. Ezért a helyes vonatkoztatási sík a szeizmikus mérés várható átlagos magasságára van beállítva. Az ilyen vonatkoztatási sík helyenként szükségszerűen a „levegőben” lesz. Olyan vonatkoztatási sík, amely valamilyen felszíni kiemelkedés alatt helyezkedik el, növelni fogja azokat a hibákat, melyek a pontatlan vonatkoztatási sebességekből erednek.

Azonban hogyan tudunk pontos vonatkoztatási sebességeket meghatározni?

Kétségtelenül nem egy felszínközeli refraktáló határfelület segítségével, mely akár egy anizotróp és igen jelentéktelen közbetelepülés is lehet a reflektált hullám szempontjából.

Nézzük meg ismét a sebességfüggvényt. Láttuk, hogy a vonatkoztatási sebesség a felszín és a vonatkoztatási sík közötti átlagsebesség, s mivel a felszín változik, ezért az így definiált vonatkoztatási sebesség is változik.

Azt is láttuk, hogy az átlagsebesség egy olyan sebességfüggvényből származik, mely az összes sebességet tartalmazza egészen a bennünket érdeklő kutatási objektumig.

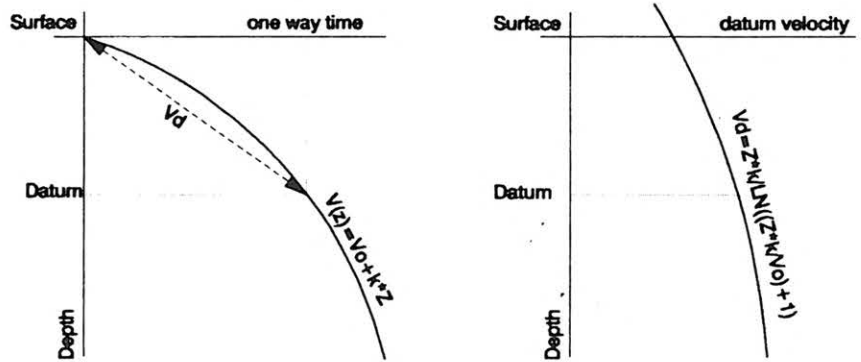
Azt az ésszerű feltételezést tehetjük, hogy a pillanatnyi sebesség ($V(z)$) lineárisan növekszik a mélységgel (Z), bizonyos gyorsulási tényezőnek (k) megfelelően, és a szeizmikus vonatkoztatási szintnél egy bizonyos kiindulási sebessége (V_0) van. Ez matematikailag a következőképpen írható le:

$$V(z) = V_0 + k \cdot Z. \quad (2)$$

Az átlag vagy vonatkoztatási sebesség (V_d) ilyen sebességfüggvényből határozható meg minden felszíni kiemelkedésre nézve, akármilyenek is legyenek azok, és

$$V_d = (Z_d - Z_s) \cdot k / \text{LN} ((Z_d - Z_s) \cdot k / V_0 + 1). \quad (3)$$

Az idevágó részletek a 4. ábrán láthatók.



4. ábra. A változó vonatkoztatási sebesség vázlata
Fig. 4. The scheme of the variable datum velocity

Lássunk néhány számszerű példát:

Adva van a sebességfüggvény $V(z) = 2200 + 0,5 \cdot z + 200$ m tszf.-nél, vagyis, $Z_d = 200$ méter.

1) A vonatkoztatási sebesség 500 m tszf. felszíni magasság esetén:

$$V_d = ((200 - 500) \cdot 0,5) / \text{LN}(((200 - 500) \cdot 0,5 / 2200) + 1) = 2124,117 \text{ m/s.}$$

2) A vonatkoztatási sebesség a tengerszint alatt 400 m-es felszíni magasság esetén:

$$V_d = ((200 - (-400)) \cdot 0,5) / \text{LN}(((200 - (-400)) \cdot 0,5 / 2200) + 1) = 2346,805 \text{ m/s.}$$

Ezért a változó, vagy lebegő vonatkoztatási sebesség V_0 lesz a vonatkoztatási szintnél, és amint Z_s (a felszín magassága) változik, úgy fog a vonatkoztatási sebesség (V_d) csökkenni pozitív és növekedni negatív magasság esetén.

A topográfiai korrekció pontosabb és megbízhatóvá tehető! A vonatkoztatási síkot a felszín kiemelkedései közé kell helyezni és egy olyan lebegő vonatkoztatási sebességet kell alkalmaznunk, melyet a *legjobb rendelkezésre álló sebességfüggvényből* vettünk le. Az eljárás javul, ha javul a sebességfügg-

vény, melynek lehet egy regionális oldalirányú gradiense.

A laza réteg hatásának korrekciója harántsebességekkel

A mély refraktáló szinttől a felszínig a hullámterjedés idejét a szeizmikus felvételek első beérkezéseiből határozhatjuk meg.

A modern szeizmikus mérések többszörös fedéses rendszere által nyújtott adatbőség módot ad a felszínnek megfelelő egyszeres terjedési idő meghatározására a refraktáló szinttől a szeizmikus szelvény minden egyes pontján. Ez az idő a „ferde” idő (t_s), mely a valódi vertikális idővel (t_v) a következő képlet szerinti kapcsolatban áll:

$$t_v = t_s \cdot V_r / (V_r^2 - V_{cr}^2)^{0.5} \quad (4)$$

Az említett adatbőség arra is lehetőséget ad, hogy meghatározzuk a refraktáló szint sebességét (V_r) és a harántsebességet (V_{cr}) a szeizmikus szelvény minden egyes pontján. A harántsebesség (V_{cr}) a haránttávolság a refraktáló szintig, osztva a megfelelő harántidővel.

A 5. ábra szemlélteti a vonatkozó részleteket.

A laza réteg korrekciója (t_{wx}) mindegyik rengéskelési vagy észlelési pontra számítható a következő képlet alkalmazásával:

$$t_{wx} = t_v \cdot (V_{cr}/V_d - 1) \quad (5)$$

A teljes statikus korrekció

A teljes statikus korrekció (t_{ow}) a vonatkoztatási szint korrekciójának és a laza réteg korrekciójának összege, mely a következő:

$$t_{ow} = (t_v \cdot (V_{cr} - V_d) + Z_d - Z_s) / V_d \quad (6)$$

Előnyök és korlátok

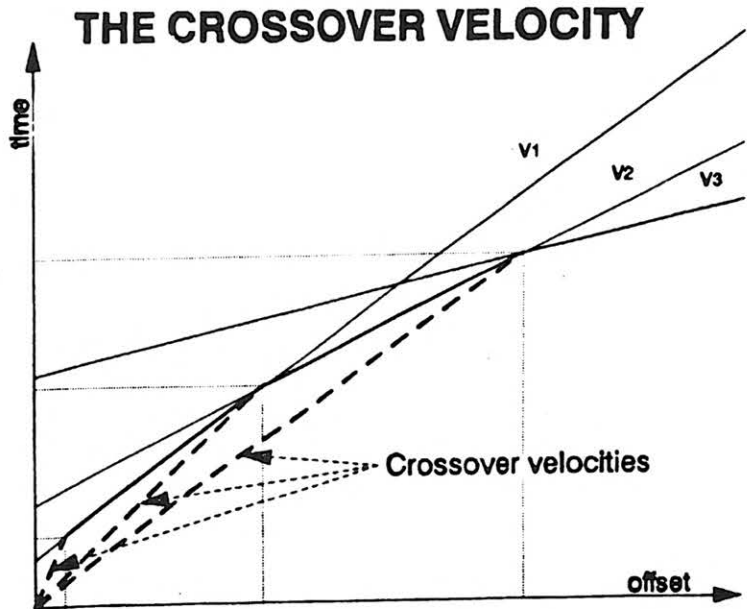
A lebegő vonatkoztatási sebesség használata megbízható topográfiai korrekciót nyújt egy sík vonatkoztatási szintig még erősen változó felszíni magasságok esetén is.

Nagyon hosszú hullámhosszú statikus korrekciók, amelyek hullámhossza messze meghaladja a terítés-hossz korlátait, a saját laterá-

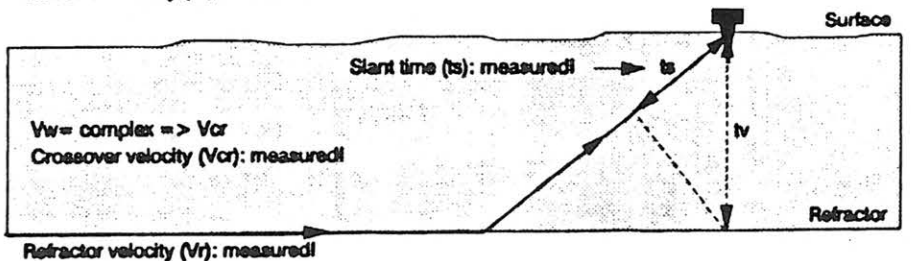
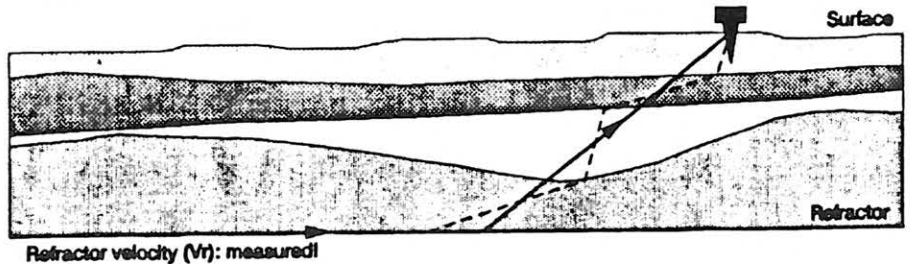
lis gradiensét is tartalmazó sebességfüggvényünknek a megbízhatóságával határozhatók meg.

A laza réteg hatásának korrekciói teljesen az időtartományban kerülnek levezetésre. A bemenet időmérésekből (első beérkezések) és a megfelelő robbantó-pont-geofon távolságokból áll. A harántsebesség használatát az adatok működtetik, hogy biztosítsák az átalakítást a mért ferde időkből a származtatott vertikális időre. A kimenet az időeltolódásokat (statikus korrekciókat) adja, és nincsen szükség a felszínközeli komplikált földtani jelenségek térképezésére.

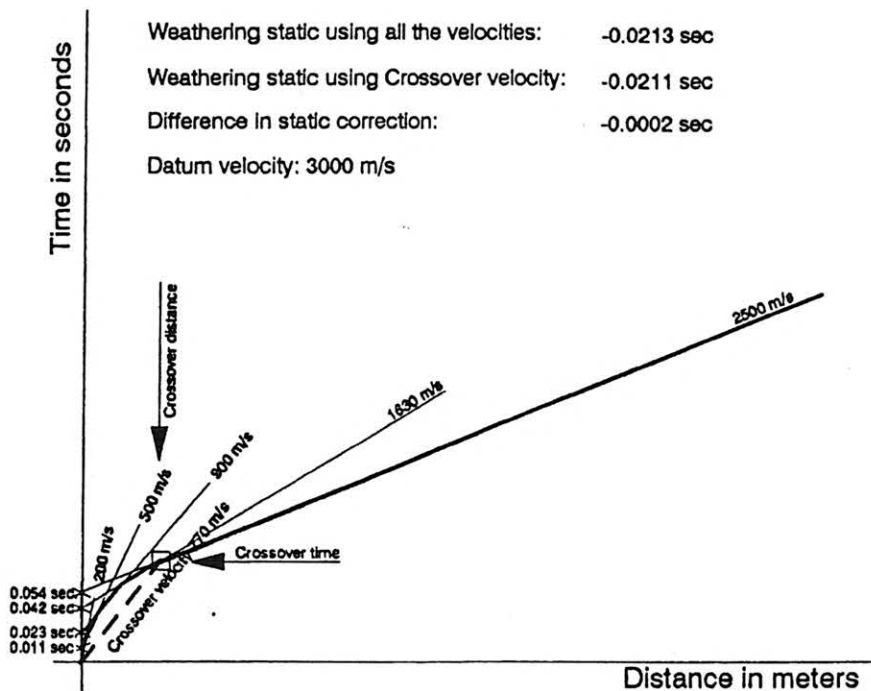
A módszer egyréteges, kétsebességű esetet feltételez a laza rétegre nézve. A refraktáló szint feletti egyéb eltérő vastagságú és sebességű rétegek által okozott időkéscések is bele vannak foglalva az általunk mért „ferde” időbe, s ezekkel nem kell többet törődni. A mély refraktáló szint adatainak használata



THE WEATHERING SOLUTION

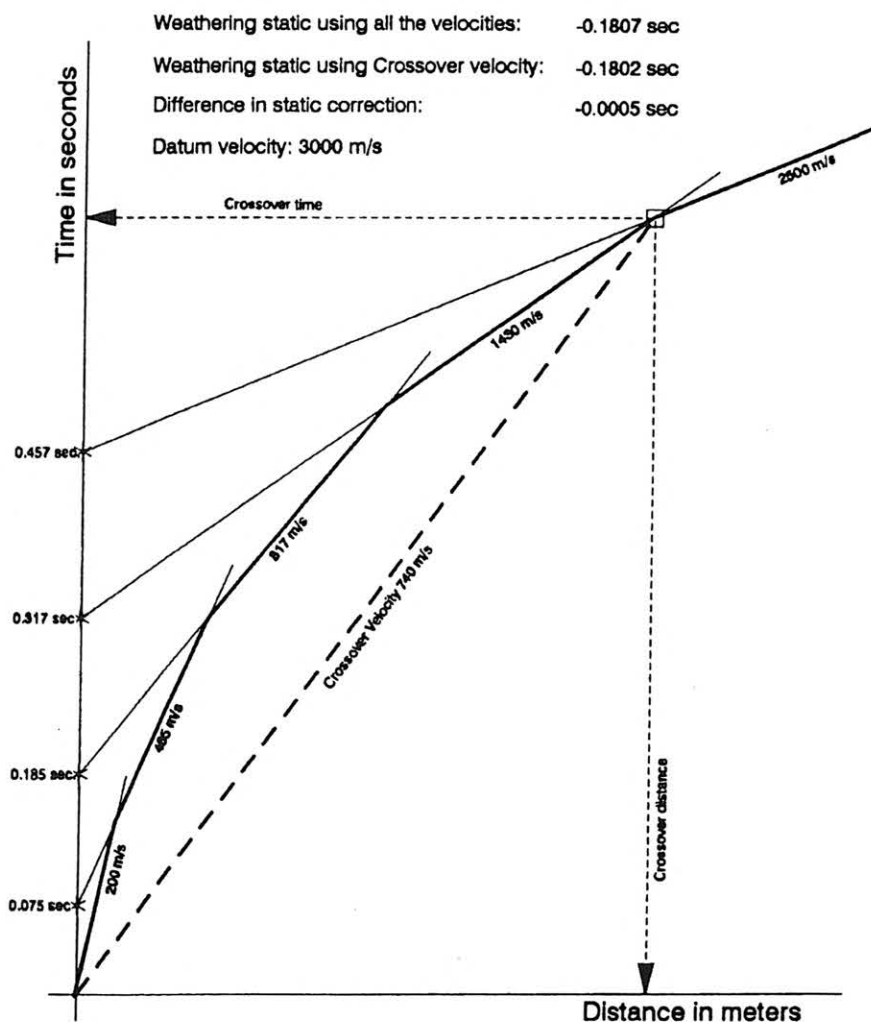


5. ábra. A harántsebesség fogalmának vázlata
Fig. 5. The crossover velocity



6. ábra. 24,1 m vastag 4 réteges lazaréteg modell pontosan számított és a harántsebességgel számított statikusának összehasonlítása

Fig. 6. Weathering sequence 24.1 meters deep



7. ábra. 197,1 m vastag 4 réteges laza réteg modell pontosan számított és a harántsebességgel számított statikusainak összehasonlítása

Fig. 7. Weathering sequence 197.1 meters deep

javítja még a statikus korrekció kompatibilitását a refraktált hullámmal.

A módszer szintén feltételezi, hogy a harántsebesség (V_{cr}) a laza réteg kombinált hatásainak pontos jellemzője, a mért „ferde” időnek (t_s) a számított vertikális időre (t_v) való átalakításához.

Példák

A következő számszerű példák mutatják a módszer teljesítőképességét vastagodó négyréteges esetben, melyet a harántsebesség felhasználásával egyréteges esetre egyszerűsítettünk.

Ennek a „laza rétegnek” teljes vastagsága 24,1 m-től 197,1 m-ig változik, és a pontos számításokat hasonlítjuk össze az egyszerűsített egyréteges esetel. Az egyszerűsítés nyilvánvalóan hibás a mélység-eredmények tekintetében, s a hiba a teljes vastagsággal növekszik. Az időeredmények tekintetében azonban a négyréteges teljes megoldás és az egyréteges egyszerűsített megoldás közötti különbség kevesebb, mint egy milliszekundum.

1)

$$V1= 200 \quad t_{12}=0,011 \quad Z1= 1,2$$

$$V2= 500 \quad t_{23}=0,023 \quad Z2= 3,4$$

$$V3= 900 \quad t_{34}=0,042 \quad Z3= 9,3$$

$$V4=1630 \quad t_{45}=0,054 \quad Z4=10,2$$

$$V5=2500$$

$$Vd=3000 \quad \text{Teljes } Z: 24,1 \quad t_{wx}=-0,0213$$

A felvett paramétereknek megfelelő refrakciós út-idő görbét a 6. ábra mutatja be.

$$V_{cr}= 770 \quad t_s=0,054 \quad Z=21,9 \quad t_{wx}=-0,0211$$

$$V_r=2500$$

$$V_d=3000$$

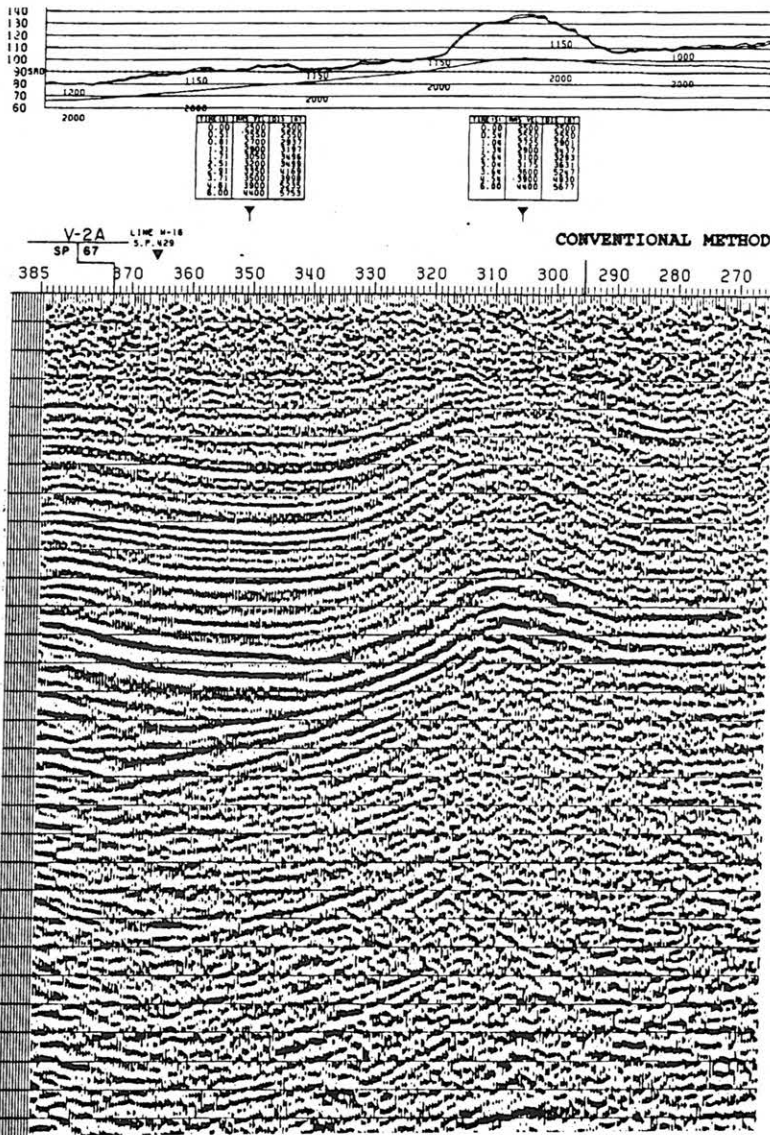
Mint látható, a teljes mélység hibája jelentős, de a terjedési idő különbség csak 0,0002.

2)

$$V1= 200 \quad t_{12}=0,075 \quad Z1= 8,3$$

$$V2= 465 \quad t_{23}=0,185 \quad Z2= 29,5$$

$$V3= 817 \quad t_{34}=0,317 \quad Z3= 57,0$$



8. ábra. Egy hagyományos módon számított korrekciókkal javított szelvényszakasz

Fig. 8. A conventional method

$V4=1430$ $t_{45}=0,457$ $Z4=102,3$

$V5=2500$

$Vd=3000$ Teljes $Z: 197,1$ $t_{wx}=0,1807$

A felvett paramétereknek megfelelő refrakciós út-
idő görbét a 7. ábra mutatja be.

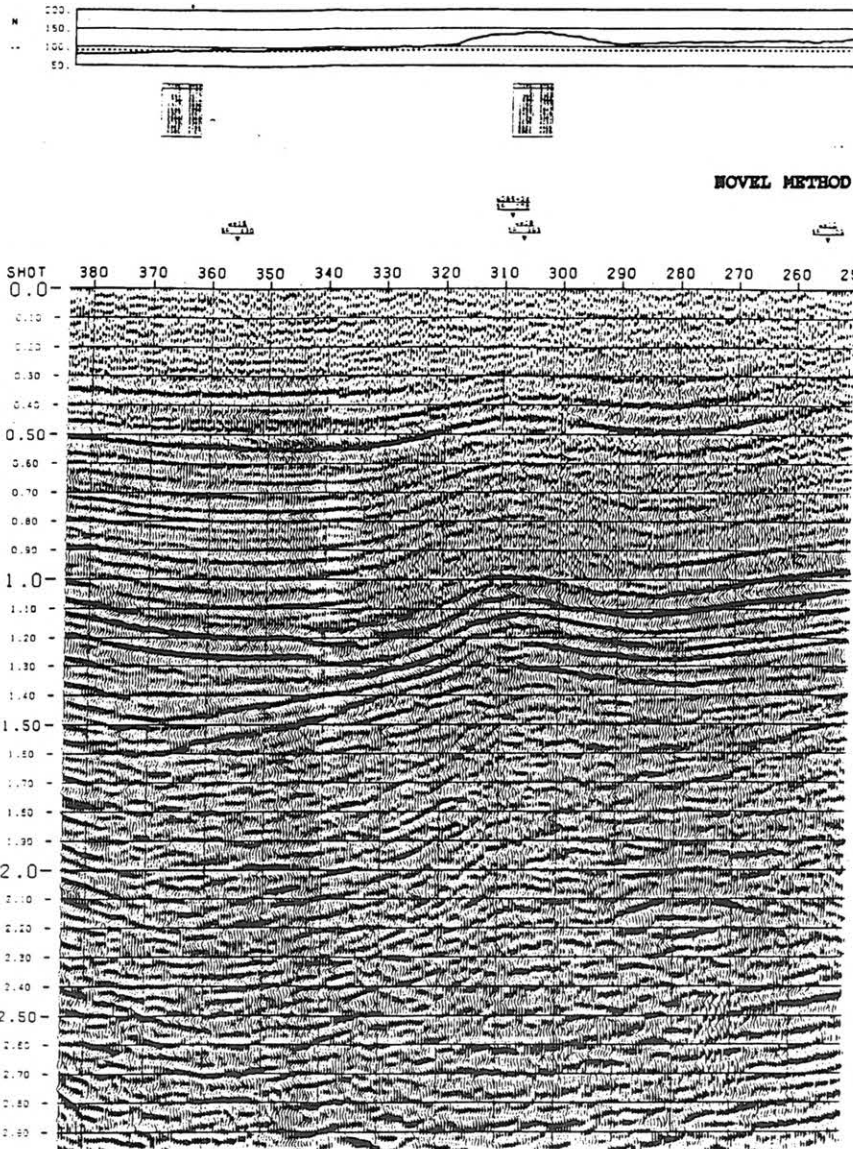
$V_{cr}=740$ $t_s=0,457$ $Z=177,0$ $t_{wx}=0,1802$

$V_r=2500$

$V_d=3000$

A terjedési idők különbsége 0,0005.

Példaként mellékeltem egy szeizmikus szelvény szakasz két változatát, az első változatnál (8. ábra) a statikus korrekció „hagyományos” módszerét alkalmazták, ahol a statikus korrekciót egy háromréteges felszínközeli modellből vezették le változó sebességekkel és vastagsággal, a második változatnál (9. ábra) viszont, amely az elsőhöz képest javulást mutat, a fentiekben javasolt módszert használták. Sok más példa is csatolható lenne, azonban a legjobban meggyőző bizonyíték az, melyet a felhasználó maga állít elő, s én bátorítom az olvasót, hogy próbálja ki a módszert. Biztos vagyok, hogy a módszer minden esetben vagy egyenértékű a szakmai színvonalnak megfelelő eljárásokkal, vagy felülmúlja azokat.



9. ábra. A 8. ábra szelvényszakasza a cikk által javasolt módon számított korrekciókkal javítva

Fig. 9. The novel method

A Szigetköz földtani kutatásai¹

HAJÓSY ADRIENNE², SCHAREK PÉTER³, TÓTH LÁSZLÓ⁴, TÓTH GYÖRGY³

A dunai vízlépcsők tervezését nem előzte meg a térség szükséges mértékű földtani kutatása. A súlyos hiányosságokat jelzi, hogy a Szigetközt magába foglaló földtani egység, a Kisalföld általános földtani ismertségét célzó kutatási program csak 1982-ben kezdődött, holott a tervezés folyamata már az 1960-as években megindult.

A dolgozat vázlatos képet ad a Szigetköz geológiai, geofizikai megkutatottságáról, az e kérdés-körben született kutatási jelentések, értékelések alapján összefoglalja a térség földtani felépítéséről rendelkezésre álló ismereteket. Köszönetet mondunk a Bős—Nagyvarosi Vízlépcsőrendszer ügyében az utóbbi két évben készített tanulmányok szerzőinek.

A. HAJÓSY, P. SCHAREK, L. TÓTH, Gy. TÓTH: Geological Surveys of the Szigetköz Area

Planning of the barrages on the river Danube has not been proceeded by the necessary geological investigations. The serious insufficiency is indicated by the 1982 start of the research programme aiming the general geological knowledge of the Kisalföld geological unit, including the Szigetköz, although the planning process started in the 1960s.

The paper gives a schematic picture on the geological and the geophysical investigations of the Szigetköz, summarizes the available information of the geological structure of the area based on the survey reports of that particular territory.

1. Bevezetés

A földtan — a Föld megismerésének tudománya — két nagy területet, a geológiát és a geofizikát fogja össze, a köztük lévő különbség a vizsgálgatás eltérő módszereiből fakad. A két tudományterület kialakulása időben eltérő: a több száz éves hagyományokkal rendelkező geológiához a fizika és a technika múlt század végi új eredményei révén társult a geofizika. A gyakorlat azután számos más diszciplínával alakított ki határ-szakterületet (pl. mérnökgeológia, mérnökgeofizika, talajtan).

A földtani kutatás céljait tekintve kétféle:

- valamilyen terület általános földtani ismertségének megteremtése,
- egy területrésztől célirányos földtani ismeretek szerzése, többnyire valamely gazdasági célból.

Az általános földtani ismertség — melynek megszerzése többnyire hosszú éveket, évtizedeket jelent — fontos eleme egy területtel kapcsolatos távlati hasznosítási célok meghatározásának, a célkutatásokra reménybeli területek lehatárolásának. A módszerek fejlődése időről időre szükségessé tesz új kutatásokat, amelyek — a korábbi adatokkal együtt értékelve — az általános földtani ismertség növekedéséhez vezetnek.

Az emberi tevékenységek általában kockázatokkal járnak. Földtani kutatás szempontjából a kockázatot az jelenti, ha nem elegendő ismeret, kutatási hiány folytán veszélybe kerül valamilyen tevékeny-

ség gazdasági célja (például egy nem kellően feltárt területen kockázatos dolog bányát nyitni). A földtani kockázat elkerülésére (tekintve, hogy túl nagy gazdasági károk forrása lehet) a fejlett országok jogalkotása is figyelemmel van: rendeletek, szabványok szabályozzák a tervezést megelőző földtani kutatások mértékét. Ez a mérték a tervbe vett tevékenység függvényében értelemszerűen változik (kevesebb kutatást igényel például egy kavicsbánya, mint egy mélyművelésű bánya nyitása).

A dunai vízlépcső-építkezéssel kapcsolatos geológiai-geofizikai kutatások és kockázatok

A dunai vízlépcsők tervezését nem előzte meg a térség szükséges mértékű földtani kutatása. A súlyos hiányosságokat jelzi, hogy a Szigetközt magába foglaló földtani egység, a Kisalföld általános földtani ismertségét célzó kutatási program csak 1982-ben kezdődött, holott a tervezés folyamata már az 1960-as években megindult. A hiányokat mutatja, hogy a vízlépcsők hatásterületén egyetlen szerkezetkutató mélyfúrást sem mélyítettek az előkészítés korszakában. Ugyanezt tükrözi „A dunai vízlépcsőrendszerrel kapcsolatban végzett kutatások összefoglalása 1951-1988” című kötet [VIZITERV, 1989], amely „geológia”, „geofizika” címszót nem is tartalmaz, a földtan egészét „topográfia”, „mérnökgeológia” tárgykörökre szűkíti. A hiányokat figyelembe véve érthető, hogy az építők nem rendelkeztek a magyar földtani hatóság engedélyével.

Az építőcégek magukra vállalták a földtani kutatások szervezését, geológusokat, geofizikusokat csak részfeladatok elvégzésére kértek fel. Így semmi sem garantálta, hogy kellő mennyiségű és minőségű földtani ismeret szerzése előzi meg a tervezést. A szakszerűség hiányát mutatja, hogy a BNV magyarországi szakaszáról geológiai, geofizikai, szeizmológiai kutatások adatait összefoglaló zárójelentés (va-

¹ Beérkezett: 1993. június 21-én

² ELTE Geofizikai Tanszék, H-1083 Budapest, Ludovika tér 2.

³ Magyar Állami Földtani Intézet, H-1143 Budapest, Stefánia út 14.

⁴ MTA GGKI Szeizmológiai Observatórium, H-1112 Budapest, Mérédek u.18.

gyis a kutatási részjelentéseket szintetizáló és szakértő zsűri által elfogadott értékelés, jogszabályban is rögzített szempontok szerint) nem készült, az ehhez szükséges kutatások jelentős része hiányzott.

További problémát jelent, hogy mind ez ideig nem történt meg a magyar és a szlovák oldal földtani ismereteinek összessítése. (Például magyar területen feltáratlan a szlovák oldalon ismeretessé vált nevezetes bősi törésvonal. Pedig emiatt változtatták meg a 70-es évek elején a bősi gát helyét, azonban az eredeti tervhez képest csak mintegy 600 m-rel, ami földtani dimenzióban nem érdemi távolság. A gát így — szlovák szakvélemény szerint — egy földtani értelemben fiatal törésvonal térségében épült.)

Földtani szempontból tehát a területre vonatkozó ismeretek hiánya kockázatot jelentett és jelent, hiszen számos előkészítő és tervezési feladat — például a környezeti hatásvizsgálat vagy a műszaki tervezés — csak a hatásterület geológiai-geofizikai ismeretsége birtokában vezethet megalapozott eredményekhez.

2. A Kisalföld földtani felépítése

A Szigetköz földtani értelemben nem önálló egység, hanem a Kisalföld részét képezi, mely mai állapotában a Keleti-Alpok és a Nyugati-Kárpátok között lévő alpi orogén területnek a középső miocén kezdete óta tartó besüllyedésével és üledékes feltöltődésével jött létre.

A Kisalföld ÉK-i irányban elnyújtott és szélesedő, közel háromszög alakú süllyedék. Legmélyebb része a Győri-medence ($h > 6\text{ km}$), amely nagyjából a terület közepén, a magyar-szlovák határon átnyúlva helyezkedik el. Délkeleti irányban a Dunántúli-középhegység felé a medence aljzata közel egyenletesen emelkedik. Északnyugati irányban azonban az elnyúlt és 2 km mélység fölé is emelkedő Mihályi-hát húzódik, mely után ismét mélyzóna, a Csapodí-árok található. Hasonló „basin and range” jellegű morfológia alakult ki a medence északi peremén is, ahol a Nyugati-Kárpátok ujjszerűen benyúló nyúlványai (Inovec, Tribec és Selmecei-hegység) között 3–4 km mélységű árokszerű medencék helyezkednek el.

a) A Kisalföld magyarországi részének aljzatát alkotó fő tektonikai egységek

A. Kőszeg—Rohonci egység

Zöld-, helyenként kékpala metamorf faciést elért, jura és alsó kréta korú palák, fillitek és ultrabázitok alkotják. Megfelel a Központi-Alpokban definiált Dél-Penninikumnak, amely a mezozóos Tethys belső, óceáni aljzatu üledékeit és kéregfoszlányait képviseli.

B. Soproni—Fertőrákosi egység

Erősen metamorfizálódott ópaleozóos korú gneisz, fillit és kvarcit alkotja. A Keleti-Alpokban nagy kiterjedésben felszínen lévő Wechsel sorozat Grobgneiss kifejlődésének magyarországi folytatását képviseli, amely az alsó-ausztróalpi takarórendszerhez tartozik.

C. Rába menti egység

Kisfokú és igen kisfokú metamorfózist szenvedett szilur és devon korú homokkő, agyagpala, vulkanit és dolomit építi fel, amely azonosítható a felső-ausztróalpi takarórendszerhez tartozó Gráci Paleozóikummal.

D. Dunántúli-középhegységi egység

Az előbbieknél jóval fiatalabb és változatosabb kifejlődésű képződményeket tartalmaz. Legidősebb tagja a szilur korú, gyengén metamorf fillit, amelyre diszkordánsan a permii vöröshomokkő települ. Az egység fő tömegét alsó triász márga, mészkő és dolomit, valamint felső triász földolomit és Dachstein mészkő alkotja. Ezt folyamatos üledékképződéssel, a terület nagy részén azonban eróziósan lepusztulva, jura mélyvízi mészkő és radiolarit követi, amely alsó kréta, sekélyebb tengeri kifejlődésű mészkőben és márgában folytatódik. A mezozóos sorozatot — markáns üledékhézag és helyi bauxitképződés után — felső kréta márga zárja. Új tektonikai ciklushoz tartozó képződmények a középhegység északnyugati szárnyán meglévő középső és felső eocén korú mészkövek és márgák, valamint mészkalkali vulkanitok. A Dunántúli-középhegységi egység a felső-ausztróalpi takarókkal mutat rokonságot, különösen annak a Periadriatikus-vonalhoz közel eső részeivel.

E. Ipoly menti kristályospala összlet

A Dunántúli-középhegységi egységet északkeletről lezáró, a Nyugati-Kárpátok Veporikumának zömében fedett folytatását képviselő, zöldpala faciésben metamorfizált palákból, gránit-gneiszből, ennek fedőjében pedig újpaleozóos és mezozóos üledékekből álló összlet.

b) A tektonikai egységeket elválasztó elsőrendű szerkezeti vonalak

A szerkezeti vonalak:

- a Csapod-vonal az A/C és B/C egységek határán,
- a Rába-vonal a C/D egységek határán,
- az Ógyalla (Hurbanovo)–Diósjenő vonal az E/D és talán az E/C egységek határán.

A Kisalföld szerkezetfejlődésének kérdése lényegében nem más, mint ezen vonalak tektonikai stílusának, valamint e stílus időbeli változásának a megértése.

A Kisalföld aljzatában a Rába-vonal és az ettől északnyugatra eső további nagyszerkezeti vonalak mentén végbement legutóbbi tektonikai aktivitás jellemzője a normálvetődéssel kombinált balos elnyíródás volt. Annak megítélésére, hogy mi maradt meg ebből a geológiaiul recens időkre aktív tektonikaként, a földrengés tevékenység vizsgálata a legalkalmasabb. A Kisalföld szélesebb környezetében észlelt földrengések epicentrumának eloszlásából kitűnik, hogy a területen aktív törésvonal azonosítható: a Mur-Mürz vonal és ennek szlovákiai folytatása. Részletesebb vizsgálatok szerint a kirajzolódó széles földrengéses sáv valójában két közel párhuzamosan haladó vető menti tevékenységből áll össze. Egyik a Pieniny-szirtöv, a másik pedig a Kis-Kárpátok Kisal-

föld felé eső peremén haladó Semmering—Vág vonal. Ez a szeizmoaktív törésvonal igen közel (10 km) halad Dunakiliti térségéhez. Részletes sekély és mélyszeizmikus szelvényezésre lenne szükség annak meghatározására, hogy ezt a törésvonalat kísérő másodlagos vetők mennyire közelítik meg és ezúton szeizmikusan kockáztatják a Szigetköz körzetét. Semmiképpen nem megnyugtató az, hogy geoelektromos vizsgálatok alapján leszámraztatott pleisztocén vastagságtérkép gyors és nagy amplitúdójú (több száz méteres) változásokat mutat e térségben.

c) A Szigetköz földtani felépítése

A Szigetköz térségében tehát két szerkezeti egység található, melyeket a Rába-vonal nagyszerkezeti öve választ el egymástól. Ez a mezozoikum végétől többször aktivizálódva, rányomta bélyegét a Szigetköz medencéjének kialakulására, hatása a jelenkori földtani képződményekben is megfigyelhető.

A szerkezeti vonal ÉNy-i oldalán az ismert legidősebb képződmények paleozóos, különböző időben és eltérő mértékben metamorfizált gneiszek, csillámpalák, melyekre közvetlenül középső miocén durva törmelékek települnek. A másik oldalon (kb. a Rába—Mosoni Duna—Gönyű vonaltól DK-re) a Dunántúli-középhegység triász mészkő és dolomit vonulatai találhatóak a mélyben, ezekre a korábban említettél kissé fiatalabb, miocén rétegsor települ. A bádeni emelettől kezdve a két terület földtani fejlődésviszonyai hasonlókká váltak. A Kárpátok felgyűrődésével jellemezhető nagyszerkezeti mozgások következtében a szerkezeti „árnyékban” maradt terület folyamatosan süllyedni kezdett, és ezzel a süllyedéssel a kialakult hegyvidék (Alp—Kárpáti övezet) pusztulása is felgyorsult, több ezer km³-nyi törmelékanyag rakódott le folyamatosan a Pannóniai medencében. A süllyedés a negyedidőszak során is tovább folytatódott, és az intenzívebb kiemelkedés hatására immár durvább kavicsos, homokos-kavicsos hordalék töltötte fel a medence legmélyebb részét. E feltöltésben a Duna mellett a felvidéki folyók és a Rába is részt vettek. Ez a hordalékkúp-képződés a jelenkorban is tart, bár a folyószabályozás és árvízvédelem bizonyos határt szab a friss üledékek szétterülésének. A Rába-vonal fiatalkori aktivitását jelzi, hogy a negyedidőszak folyamán nagyjából e mentén alakult az a szerkezeti öv, amely a korai pleisztocén hordalékkúpot két részre, egy tovább süllyedő medencére, és egy kiemelt teraszra formált zónára osztja.

A Szigetköz ivóvízkincsét tartalmazó, nagy vastagságú, folyóvízi pleisztocén-holocén üledékösszetnek lito- és krono-sztratigráfiai besorolása — a durva törmelékes üledékek jellemző faunaszegénysége miatt — mindeddig szinte lehetetlennek bizonyult. A Kisalföldi Kutatási Program keretében telepített araki szerkezetkutató fúrás, mely 358 m-es mélységben érte el a negyedidőszaki képződmények fekvését, jelentős sztratigráfiai eredményeket hozott. Ez annak köszönhető, hogy a geofizikai mérésekkel szinte homogénnek tetsző durva törmeléket az összvastagsághoz viszonyítva elhanyagolható méretű finomszemű üledékek tagolják, melyekben a mechanikai utóhatásoktól védetten viszonylag gazdag gerinces és mollusca fauna őrződött meg. Az üledékek álló vagy gyengén folyó elsekélyesedő vízben lefű-

ződő holtágakban keletkeztek, és 10 szintben tagolják a durva törmelékes összletet.

A vizsgálatok arra a meglepő eredményre vezetnek, hogy a hordalékkúp anyagának nagyobb része az alsó pleisztocénben halmozódott fel. A malakológiai vizsgálatok szerint az araki fúrásban 16 m-es mélységből holocén, 71,8 m mélységből alsó pleisztocén fauna került elő.

A térség legfiatalabb képződménye a holocén alacsony és magas ártér üledékösszlete. A magas ártér kialakulásának kora — a fauna és radiokarbon vizsgálatok szerint — óholocén, az alacsony ártéré újholocén. A folyószabályozás előtt, az árvizek alkalmával az alacsony árteret elöntötte a Duna, a nagyobb árvizek esetében a magas ártér is víz alá került. Az elöntések következtében iszapos fedőüledék fedte be a hordalékkúp homokos kavics képződményeit.

d) A Szigetköz geomorfológiája

A Szigetközi Duna-szakasz jelenlegi arculatának kialakulása döntően három folyamat hatására alakult ki:

- a Kisalföld területének több millió éve tartó és jelenleg is folyó süllyedése,
- a Kis-Kárpátok vonalát elhagyó Duna hatalmas legyezőszerű hordalékkúpjának épülése,
- a több évszázada megkezdődött, majd 1886-tól kiteljesedett ármentesítő és folyószabályozási munkálatok.

aa) A Kisalföld területének süllyedése

A süllyedés mértékét jól jellemzi, hogy az Északi-Bakonyban és a Gerecsében felszínen lévő felső triász korú mészkövek és dolomitok a medence legmélyebb részén, Győrzámoly térségében 8500 m mélyen találhatóak. A süllyedés területileg differenciáltan, csupán néhány száz négyzetkilométer kiterjedésű tömbökben-üstökben történik, így a medencealjzatban hátságok és árkok különülnek el. A süllyedés különösen az utolsó 12 millió évben vált intenzívvé, amikor is sebessége helyenként elérte a 0,5 mm/év értéket.

A maihoz hasonló jellegű Duna 2 millió éve jelent meg a Kisalföld középső részén. A dunai durva kavicsösszlet maximális vastagsága a Szigetköz területén meghaladja a 700 métert. A folyóhordalék vastagsága a medencealjzat mélységével függ össze, ez valószínűsíti, hogy a több millió éve megkezdődött süllyedési folyamat lényegében változatlanul folytatódik. Különösen figyelemre méltó az utolsó 10 ezer év — a holocén — üledékének nagy vastagsága, amely a Mosonmagyaróvár—Abda vonaltól ÉK-re lévő terület jelenleg is tartó gyors süllyedésével magyarázható.

A Kisalföld süllyedése az ember által nem befolyásolható természetes folyamat. Aktuálgeológiai jelentősége még nyilvánvalóbbá válik, ha figyelembe vesszük, hogy Vénektől K-re a terület abszolút értelemben is emelkedik. (Az Ásványrórónál még 700 m mélyen eltemetve található pannon képződményeket Gönyűnél a Duna már a felszínen erodálja.) A Duna kizárólag azáltal tudta az elmúlt 2 millió évben kelet felé tartó folyását megőrizni, hogy a süllyedő Kisalföldet feltöltötte, az emelkedőben lévő visegrádi

sziklaküszöböt pedig hordalékával folyamatosan koptatta, mélyítette.

bb) A Duna kisalföldi hordalékkúpjának kialakulása

Ha egy süllyedő területre a vízfolyások nem szállítanak a feltöltéshez elegendő hordalékot, ott viszonylag gyorsan mocsár vagy tó alakul ki (így alakult a Balaton vagy a Fertő tó). Ezekben az ún. kompenzálatlan süllyedésekben agyagos és iszapos mocsári-tavi üledékek rakódnak le. A Szigetköz területén az utóbbi 2 millió évben azonban mindig a folyóvízi kavicsos feltöltődés dominált. A feltöltött területen nincsenek nagy kiterjedésű agyagos vízzáró rétegek.

A süllyedő Kisalföldre lépő Duna esése, hordalék-szállító képessége erősen lecsökken, a magával hozott törmelék nagy részét lerakja. A folyó medre a folytonos törmelék felhalmozás miatt állandóan emelkedik, környezeténél magasabbra kerül. Egy-egy katasztrofális méretű árvíz alkalmával a Duna — medrét hirtelen megváltoztatva — az alacsonyabb térszín felé keresett lefolyást, a feltöltést arrafelé folytatva. Így alakult ki Pozsony alatt a Duna nagyméretű, legyezőszerűen szétterülő hordalékkúpja. Az utóbbi idők nagymértékű meder-változásai a történelmi idők térképein is nyomon követhetők.

A Szigetköz mai vízrajzi képén figyelemre méltó a Duna és a Mosoni-Duna jellege közti különbség. Míg a szabályozás előtti Duna erősen zátonyosodó, több ágra szakadozó, ún. fonatos medrű volt, addig a Mosoni-Duna élesen kanyarogva, meanderezve szeli át a hordalékkúpot. A folyószakaszok jellegét az adott szakasz hordalékháztartása határozza meg. Elzátonyosodó, fonatos mederszakaszok ott alakulnak ki, ahol a leülepedő görgetett hordalék jelentősen több, mint az onnan elszállított. Ezzel szemben a saját hordalékában kanyargó, meanderező vízfolyások hordalékegyenlege közel nulla. Ez azonban nem zárja ki a meanderező szakaszon belüli jelentős hordalék áthalmozódást, ami a kanyarulatok szüntelen vándorlását eredményezi.

A kisalföldi hordalékkúp kialakításában elsődleges szerepe a legnagyobb vízszállítású medernek van, a fonatos főmeder végzi a süllyedő terület feltöltését. A hordalékkúp palástján vándorló, kisebb vízhozamú, meanderező folyóágak a főmeder által lerakott hordalék egyenletes szétterítését végzik. Ennek a törvényszerűségnek megfelelően a Duna ma magasabban folyik, mint a Mosoni-Duna és a Rábca. A törmelékkúp lábánál a Hanság és a Gutai-mocsár nem a süllyedés centrumai, hanem csupán kompenzálatlan süllyedésterületek. Így a Szigetköz területén a talajvizet a függő medrű Duna táplálja mederhordalékán keresztül, a talajvíz jelentős eséssel áramlik Dél felé, a Rábca irányába.

cc) A folyamszabályozás következményei a hordalékkúp alakulására

A múlt század 80-as éveiben kezdődő mederrendezés eredményeképpen az ún. középvízi Duna-medder 300–380 m szélességű, párhuzamművek közé szorított csatornává vált. A főmederben javultak a hajózási és lefolyási viszonyok, de az egyensúlyi állapot nem következett be: a középvízi meder túlzott szélessége miatt a folyó a felülről érkező hordalékot

továbbszállítani nem tudta. Folytatódott a meder feltöltődése, a zátonyképződés és a zátonyvándorlás.

A jelen század elején kezdtek hozzá a kisvízszabályozáshoz. Sarkantyúkat, mellékág-elzárásokat építettek, nagymértékű gázlókotrásokat kezdtek, de a mederemelkedés folyamatát ez sem tudta megállítani.

A további folyószabályozás során a hangsúlyt a nagyvízi meder rendezésére, a mellékágrendszerek hordalékcsapdáinak kialakítására, a középvízi művek magasítására, újabb sarkantyúk építésére és az intenzív gázlókotrásra helyezték. 1946 és 1963 között 850 ezer m³ követ építettek be, 6,4 millió m³ kavicsot kotortak ki. A 60-as évek közepétől — az eddigi szabályozások eredménytelenségét közvetve beismerve — a „vízerőhasznosítással kapcsolatos folyamszabályozási irányelvek” kidolgozása került előtérbe.

Aktuálgeológiai szempontból tekintve a főmeder múlt század végi „helyhez kötése”, irányváltoztatásainak megakadályozása felborította a Kisalföldön az elmúlt 2 millió év során fennálló egyensúlyi helyzetet. A folyószabályozási munkálatok óta ugrásszerűen megnőtt a feltöltődéssel kompenzálatlan süllyedésterület nagysága. Az árvizek szétterülésének meggátlása, a lerakódások kisebb térre koncentrációja miatt a Rajka—Szap közötti folyószakasz túl magasra töltődött fel, elfajulttá vált.

3. A Kisalföld földtani kutatásainak áttekintése

A földtani kutatások eredményeinek összefoglalása általában tematikus térképek és ezek magyarázóinak közzétételével történik. A nagy értékű feltáró létesítmények száma (például szerkezetkutató mélyfúrások) mellett a térképek méraránya jelzője a megkutatottság mértékének.

a) Korábbi geológiai kutatások

A Kisalföld részletes földtani kutatása — az ország más területeihez hasonlóan — a múlt század hatvanas éveiben kezdődött. Elsőként a Dunántúl 1:144 000 méretarányú, kéziratos földtani térképe készült el a MÁFI-ban. A múlt század végén kezdődött Magyarország talajtani, agrogeológiai térképezése, ennek eredménye 1918-ban Magyarország klímazonális talajtérképe [TREITZ P.].

A két világháború között a Kisalföld és szomszédos területek földtani kutatása fellendült. A már meglévő artézi kutak alapján folyt a medence negyedidőszaki és pliocén képződményeinek feltárása [HORUSITZKY H.], a durvatörmelékös összlet leírását SZÁDECZKY KARDOSS Elemér kezdte 1938-ban. A talajismereti térképezés befejezése — KREYBIG L. irányításával — az ötvenes években volt, az eredményeket 1:25 000 méretarányú térképeken közölték. A részletes síkvidéki földtani térképezés megindítása SÜMEGHY J. nevéhez fűződik, az 1952-ben elkészült 1:25 000 méretarányú térképek a medence legnagyobb részét lefedik.

Az 1950-es évek végén morfológiai, hidrológiai, hidrogeológiai kutatások folytak [LANG S., KÁRPÁTI

L., PÉCSI M., GÓCZÁN L., ÁDÁM L., UBELL K., RÓNAI A.]

Magyarország 1:200 000 méretarányú földtani térképsorozatának Kisalföldet fedő lapjaihoz a reambuláló felvételek 1966—68-ban fejeződtek be. E munka kapcsán áttekintő értékelések is készültek: a negyedidőszaki képződményeket FRANYÓ F. [1967], a szerkezetföldtant WEIN Gy. [1971], a mélyföldtani szerkezeteket KÖRÖSSY L. [1963, 1965] összefoglalásai ismertetik.

Hydrogeológiai értékeléseket ERDÉLYI M. [1971] és KORIM K. [1973] készített. A Kisalfölddel kapcsolatban a Magyarország tájféldrajza sorozatban 1975-ben jelent meg földrajzi összefoglalás ÁDÁM L. — MAROSI S. szerkesztésében, a szigetközi morfológiai kutatásokat GÓCZEI I. folytatta.

b) Korábbi geofizikai kutatások

A Kisalföld geofizikai kutatása az 1930-as években kezdődött. A MAORT megbízására az ELGI végzett Eötvös-inga méréseket, melynek eredményeként kimutatták a Mihályi gerincet. A kutatófúrások igazolták a kiemelkedést, de egy kisebb CH-gáztelep kivételével csak CO₂-gázt tártak fel ipari méretekben. Az Eötvös-inga mérésekkel párhuzamosan már a kezdeti időkben is végeztek földmágneses méréseket. Az Eötvös-ingát már a negyvenes években felváltotta a graviméter, a kezdeti területi méréseket pedig az országos áttekintő hálózati mérés. A terület rendszeres földmágneses felmérése 1951—61 között, az országos mágneses mérések keretében történt. Ezen országos mérések eredményeiből szerkesztett térképek képezik minden további geofizikai kutatás alapját.

c) A Kisalföldön és a vele közvetlenül határos területeken végzett korábbi nyersanyagkutató tevékenység vázlatos áttekintése

Az első kisalföldi mélyfúrás a gravitációs mérésekkel kimutatott szerkezet tetővidékén mélyült 1935-ben Mihályi térségében, és széndioxid gázt tárt fel. Ezt követően igen kis volumenű fúrások kutatás folyt a medence nyugati felén gravitációs és fotoregisztrálású szeizmikus mérésekre alapozva, kis megszakításokkal 1962-ig (M-, Vát-, Bü-, Pi- jelű fúrások). Az intenzív fúrások kutatás 1962-67 között folyt, volt olyan év, amikor 25 fúróponton több, mint 40 ezer métert mélyítettek! Ekkor fúrták az összes Ike-, Vasz-, Öl-, Sót-, Tak-, Pá-, Kol- jelű fúrásokon kívül a mihályi kutak többségét, valamint a Káld-, Mes-, Bor-, Vi-, Iv-, Pe-, Tét-(1,2), Ukk-, Cell-, Da- jelű kutakat. 1967 után napjainkig a fúrások kutatás a CH-szempontú eredménytelenség miatt erősen lecsökkent, volt olyan összefüggő 4 év, amikor egy kút sem mélyült.

A fúrások kutatás során az összes lefúrt kút 60%-a viszonylag kis területre, a CH-kutatás szempontjából mezőnek minősülő részre koncentrált, így kutatási célú fúrásnak csak kb. 60 db mélyfúrás minősíthető, ami a Kisalföld teljes területéhez képest igen kevés. A medence aljzatának megismerése szempontjából különösen hátrányos, hogy a medence tengelyének környezetében igen kevés fúrás mélyült. Így a 3000 m-nél mélyebb aljzatu területen 9 fúrás található

csupán, és ezek közül is csak 3 érte el a neogén üledékek feküjét (Gysz-3, Csapod-1, Tét-5).

További nehézséget jelent a medence földtani térképezésekor az ismertett nyersanyagkutató fúrások felhasználásánál az a tény, hogy kevés olyan magmintával rendelkezünk, melyekből litológiai és koradatok nyerhetők, mert a CH-kutató fúrások döntően teljes szelvényvel mélyülnek, így az átfúrt kőzetanyag felaprítva, csak furadékként kerül a felszínre. A medencealjzat eltérő korú és litológiájú egységeinek térképezését a Ny-i és a K-i peremeken felszínre került képződmények földtani analízise segítette, valamint azok a szerkezet-, víz- és nyersanyagkutató fúrások, melyek közül néhány a talpig magfúrással mélyült.

d) A '80-as és '90-es évek földtani kutatásai

A legutóbbi évtizedben két nagyszabású kutatási programot is folytattak a Kisalföldön: az egyiket a Geofizikai Kutató Vállalat (GKV), a másikat a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) és a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) közösen. Bár a cél a két kutatási programban határozottan eltérő volt, a mérésekkel lefedett terület közelítőleg megegyezett.

Az 1991—1992. években — kormányzati felkérésre — egy akadémiai ad hoc bizottság vizsgálta a térséggel kapcsolatos földtani, hidrológiai, biológiai és ökológiai kérdéseket, ennek keretében mind geológiai, mind geofizikai kutatásokra sor került. Megjegyezzük, hogy ezen utóbbi kutatás során a feltáró létesítmények száma nem nőtt érdemben. Ezt nemcsak a pénzügyi korlátok indokolták, a feladat főként a dunai vízlépcsőrendszer elhagyásához kötődő, a környezeti értékeket számbavevő elemzés, valamint a további kutatótevékenység fő feladatainak meghatározása volt.

aa) Világbanki program

A GKV kisalföldi kutatási programja az OKGT világbanki kölcsönének keretében folyt az Egyesült Államok Földtani Szolgálatának (USGS) szakemberei és hazai szakemberek közreműködésével. A medenceanalízis célja a Kisalföld CH-potenciáljának meghatározása és további konkrét szénhidrogénkutató mérések előkészítése volt. A mérési anyag minősége általában jó, sajnos a Kisalföld északi részén, a fiatal harmadkori vulkánosság következtében, a mérési anyag minősége hirtelen romlik, ezért a szeizmikus méréseket Pásztortól északra nem is terjesztették ki. A szeizmikus mérések elsődleges célja a nagyszerkezeti összefüggések felismerése volt. A kutatás alapján, amely — céljából következően — csak érintette a Szigetköz keleti határát, nem indokolt további szénhidrogén kutató feltárások létesítése, így a területen a Föld mélyéből kinyerhető egyetlen „nyersanyag” a víz: a mélyebben lévő hévízek és a dunai hordalékkúpban tárolt jó minőségű vízkészlet. Ezek tematikus feltárása még hiányzik.

bb) Kisalföld Kutatási Program

A Bős—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer megvalósításának '80-as évek elején történő újbóli megindítása után — látva a beruházás földtani, hydrogeológiai előkészítésének hiányosságait — a MÁFI kez-

deményezte a térség átfogó földtani térképezésének megkezdését. Az 1982-ben indított MÁFI—ELGI kisalföldi kutatási komplex program célja az egész kisalföldi régió földtani ismertségének a mai igényeknek megfelelő szintre emelése. Az eredmények hasznosítására a következő területek jöhetnek számításba: regionális földtani értelmezés, területi vízgazdálkodás, környezetvédelem, mezőgazdaság és településfejlesztés, de egyes térképek a szénhidrogén- és termásvíz kutatásban is használhatóak.

A felszínközeli rétegek (0—20 m) térképezésének terepi munkafázisa során minegy 2000 darab sekélyfúrás mélyítették, ezeket mérnökgeofizikai szondázási vonalak rendszere (MGS) egészítette ki. A fúrásokból a 2—6 m mélységzszakaszból, majd tovább minden méterből történt mintavételezés, a talajvíz szintjének rögzítésével párhuzamosan vízkémiai elemzések folytak. Az igen nagy mennyiségű minta (kb. 25 000 db) szedimentológiai, talajtani, mérnökgeológiai vizsgálatát nyomelem kutatások, spórapollen és részletes ásványtani meghatározások egészítik ki.

A mérnökgeofizikai szondázásokat nem hálózatosan telepítették, hanem szelvények mentén, a MÁFI földtani térképezésének elősegítésére, a sekélyfúrásokkal párhuzamosan. A szelvények távolsága 4–6 km, a szelvényeken a szondázási pontok egymás közti távolsága 500 m körüli, a szondázások mélysége 2—20 méter. Ezek adatai a különböző vízföldtani, agrogeológiai, építésföldtani térképekbe beépítve jelennek meg. Ezek a szelvények szinte kivétel nélkül merőlegesek a Dunára, így a hasonló irányú esetleges tektonikai vonalak nyomozására alkalmatlanok.

A Kisalföld közepes és nagy mélységű tartományainak feltárására a csekély számú mélyfúrás és geofizikai mérések alapján került sor.

A Kisalföld különböző kutatási programjai során az alaphegységet is harántoló mélyfúrások adatait (a fúrás jelét, helyét, talpmélységét és mélyítésének időpontját) tünteti fel az *I. táblázat*. Az alaphegység

netotellurikus szondázásokat a szeizmikus szelvények mentén, illetve azokkal közel párhuzamosan, összesen 10 szelvény mentén végeztek. A szeizmikus szelvények illeszkednek a GKV hálózatához, a legészakibb szeizmikus vonal, a 70 km hosszú K-1 a Szigetközben halad, az ezzel párhuzamos, 30 km hosszú K-3, 15 km-rel délebbre. A kettő között található a GKV hálózat legészakibb szelvénye.

A Kisalföld program földtani kutatásainak eredményeit térkép-sorozatban folyamatosan jelenteti meg a MÁFI. Az elkészült tematikus térképek 1:100 000 méretarányúak.

cc) A Kisalföld szlovákiai részének geofizikai megkutatottsága

A kutatásokról csak publikált adataink vannak. Legteljesebben az 1:500 000 méretarányú geofizikai térképsorozat tükrözi a megkutatottságot, melynek tagjai a következők:

- Szlovákia Bouguer-anomália térképe
- Szlovákia medence-kitöltő üledékekre korrigált Bouguer-anomália térképe
- Szlovákia gravitációs maradék-anomália térképe
- Törésvonalak indikációi (Linsser, h=0,5 km)
- Törésvonalak indikációi (Linsser, h=4 km)
- A nehézségi erőter horizontális gradiensének intenzitása
- A földmágneses anomáliák térképei (földi Z, légi T)
- A Moho diszkontinuitás szerkezeti vázlata, fotolineációk, földrengések
- Hőáram és paleomágneses deklinációk térképe.

A térképek elsősorban a potenciálok mérésén és feldolgozásán alapulnak. A Moho felület mélységadatait részben refrakciós szelvénymérésekből, részben kőbányákban végrehajtott nagy robbantásokból, pontszerűen, részben reflexiós szelvénymérésekből kapták. Magnetotellurikus és sekélyszeizmikus méréseket a Duna-program keretében az ELGI végzett szlovák területen is, utoljára 1991-ben a Duna északi partján. A Csallóköz területén gravitációs mérések is folytak. Mivel a geofizikai térképek általában nem a közvetlen mérési eredményeket, hanem azok valamilyen számítási művelettel kapott eredményeit tartalmazzák, így a térképek összevethetősége elsősorban számítási probléma. A Kisalföld szlovákiai és magyar része Bouguer-anomália térképei közvetlenül nem vethetők össze, mert a szlovákiai térképekhez 2,67 g/cm³, a magyarországihoz 2,0 illetve 2,4 g/cm³ sűrűség-korrektiót alkalmaztak. A gravitációs térképsorozat kiinduló térképei sem hasonlíthatók össze egyértelműen. Az ezekből származtatott térképeken a különbségek egyre nőnek: a számítási módszerek és az azokban alkalmazott paraméterek szinte követhetlenné teszik az anomália értékek változásait. Elsőrendű feladat lenne a szlovákiai és a magyarországi térképek egységes feldolgozása.

A fúrás jele	Település	Talpmélység (méter)	Mélyítési időpont
Bo-1	Bősárkány	4517	1969
K-7	Lipót	2206	1968
Mos-1	Mosonszentjános	2613	1971
Mos-2'	Mosonszentjános	2453	1971
Mos-4	Mosonszentjános	2657	1971
Msz-1'	Mosonszolnok	2931	1976
Msz-2'	Mosonszolnok	2240	1977
B-123	Mosonmagyaróvár	1996	1966
Raj-1	Rajka	1785	1976
B-28	Lébénymiklós	2300	1971
Ács-1'	Ács	1848	1972
Gönyü-1'	Gönyü	3193	1972

get is harántoló fúrás „*” jelöli. Közülük mindössze kettő (K-7, Raj-1) esik a Szigetköz területére.

A mélyszerkezet kutatás geofizikai eszköze elsősorban a szeizmika, de a Kisalföldön jelentős szerepe van a magnetotellurikának is. Az ELGI kutatási program keretében három szeizmikus vonalat mértek (K-1,3,4) és negyedikként ide sorolható az 1979—80-ban mért MK-1 szelvény. Mag-

dd) A magyar-csehszlovák közös Duna-szakasz és a kapcsolódó térségek fejlesztésével, rehabilitációjával összefüggő kutatási program

Az 1991—1992. években kormányfelkérésre folyt a fenti című program, melynek keretén belül mind geológiai, mind geofizikai témakörben folytak kutatások. Megjegyezzük, hogy a konkrét vizsgálati szakaszban a két szakterület sok feladat megoldásában közösen vett részt.

Geológiai, hidrogeológiai kutatások

A kutatások három témakörben folytak:

- a szigetközi parti szűrést biztosító meder feltárása és kutatása a MÁFI e témában korábban végzett munkái figyelembevételével,
- hidrogeológiai modell megalapozása, magyar oldalon a korábban a MÁFI által koordinált komplex földtani térképezés és hidrogeológiai kutatások alapján, szlovák oldalon pedig az ezzel egyenértékű információs anyag figyelembevételével,
- a szigetközi térség környezeti információs rendszerének előkészítése az eddigi komplex földtani kutatások alapján.

Az 1991. év során áttekintés készült a térségben végzett földtani-geofizikai kutatásokról, a múlt század hatvanas éveiben végzett 1:28 800 méretarányú földtani felvételezési munkáktól kezdve, az 1980-as évek legjelentősebb hazai földtani-geofizikai térképezésén keresztül a jelen térinformatikai (GIS) fejlesztésig. Az 1991. év vizsgálatai alapján tett kiemelt megállapítások:

- A Kisalföld felszín alatti vizei között két országos jelentőségű érték van. Az egyik a mélyebb helyzetű felsőpannon korú homok-homokkő összletben lévő hévíz, amely a hozamtól függően 65–70 °C kifolyóvíz-hőmérsékletű. A másik a pleisztocén-holocén kavicsos hordalékkúpban tárolt, természetes parti (meder-) szűrésű utánpótlással rendelkező talajrétegvíz összlet.
- Oxigén izotóp összetétel alapján megállapítható, hogy a Szigetközben a Duna-víz a vizsgált legnagyobb mélységű rétegeket is átöblíti. A trícium vizsgálatok azt mutatják, hogy ez az átöblítés gyors, mivel a termonukleáris robbantások utáni (35–40 évnél fiatalabb) Dunavíz található meg a mélyebb rétegekben is.
- A víztároló kavicsösszlet különleges adottságai (igen magas transzmisszibilitás, jelentős anizotrópia) miatt a vízszintváltozások 10 km-es távolságig észlelhetően követik a dunai vízszintváltozásokat.
- A térség felszín alatti vízforgalmában és a talajvízszintek alakulásában az öreg-dunai betáplálás hatása mellett a mellékágak, a Mosoni-Duna és a Lajta-ágak elhanyagolható szerepűek.
- A felszínhez közeli „klasszikus” talajvizek minőségét az ágrendszerénél kialakuló anaerob körülmények, míg az ennél mélyebb kavicsvizek minőségét az öreg-dunai aerob körülmé-

nyek határozzák meg. Az ágak mentén beszivárgó vizekre a magasabb oldott anyag, HCO_3 , vas, mangán, ammónia, ólom és arzén, illetve alacsonyabb nitrát, oldott oxigén tartalom és redox érték a jellemző.

- A szerves mikroszennyezőket tekintve csak szórványosan és határérték alatt lehetett kimutatni az illékonyak közül a CHCl_3 -t, a CCl_4 -t, a triklór-etilént és perklór-etilént, míg a nem illékonyak közül az atrazint, lindánt, malathiont és benz(a)pirént. A 2,4-D általában az egész kavicsostben előfordulhat 1–2 mg/l-es nagyságrendben, a meder környékén néha 10 mg/l-es nagyságrendben is.
- Bár a vízminőség vizsgálatához bakteriológiai és virológiai elemzések is járultak, az eddigi adatok még nem teszik lehetővé ezek térbeli változásának meghatározását.

Geofizikai kutatások

A rendelkezésre álló anyagi források és az adott idő több szakterületen (pl. tektonika, mérnökszeizmológia) nem tette lehetővé átfogó, a nemzetközi normákat minden vonatkozásban kielégítő részletességű kutatások elvégzését (a legkritikusabb kérdés a szerkezetkutató mélyfúrás). Ezekben a témákban elsősorban az eddig végzett kutatások áttekintése, kritikai vizsgálata és a jövőbeni teendő programjának kidolgozása lehetett a cél.

A kutatási program néhány szakterületen azonban lehetőséget nyújtott minden eddigi vizsgálatnál részletesebb, átfogóbb elemzésre (pl. szeizmikus kockázat, a laza altalaj rezgésmódosító tulajdonságai, várható max. horizontális gyorsulások becslése).

Az 1991. év kutatásai öt témát öleltek fel:

- a térség szeizmikus kockázatának meghatározása,
- a dunakiliti tározó földgátjainak állapotvizsgálata,
- a terület tektonikai viszonyainak tisztázása,
- töltések, gátak szerkezeti vizsgálata,
- geodéziai adatbázis létesítése, a meglévő és elérhető adatok betöltése.

Az 1991. év vizsgálatai alapján tett kiemelt megállapítások:

- A dunai vízlépcsőrendszer tervezésével kapcsolatban vitatott kérdések egyike volt a földrengéskockázat meghatározása és az ebből fakadó méretezési problémák. Vizsgálataink eredménye szerint a szokásos kockázati szinteken a 10 000 év alatt előforduló földrengés intenzitása 8–9 MSK.
- A terület tektonikai viszonyairól — bár a kutatások megkezdődtek — az eddigi eredmények alapján még nem lehetséges egységes és meggyőző képet kialakítani.
- A dunakiliti tározó földgátjainak állapotvizsgálata során a horizontális ellenállásszelvények egyik lényeges információja olyan kavicsos mederszerkezetek kimutatása a töltések alatt, amelyekhez hasonlók más folyóknál gát-

szakadás és ezt követő árvizek kiindulópontjai voltak.

ee) DANREG program

A dunai vízlépcsőépítkezés magyar oldali munkálatainak leállítása teret engedett a térség egészének ökológiai, humán érdekeltégű egységét szem előtt tartó nézeteknek, hasznosítási javaslatoknak. Elfogadottá vált, hogy a milliók megélhetését jelentő Szigetköz, Csalóköz fejlesztését csak az országhatárokat átlépő, mind az „alvízi”, mind a „felvízi” érdekeket összehangoló nemzetközi összefogással lehet megoldani. Ennek földtani megalapozására az osztrák (GBA), a szlovák (GUDS) és a magyar (MÁFI) állami földtani intézetek DANREG néven közös program kidolgozásába és megvalósításába kezdtek 1991. elejétől. A munkában részt vesz a szlovák GEOCOMPLEX, két osztrák egyetem és az ELGI is.

HIVATKOZÁSOK

- KOLLÁR F., MANTUANO J., PAPP F., ZSILÁK E. 1989: A Dunai Vízlépcsőrendszerrel kapcsolatban végzett kutatások összefoglalása 1951—1988. VIZITERV
- A Kisalföld földtani térképsorozata. MÁFI, 1992.
- SCHAREK P. et al., 1991: A Szigetköz és a kapcsolódó térség földtani viszonya. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 130 oldal és mellékletek
- TÓTH Gy. 1991: A Szigetköz és környékének hidrogeológiai és hidrogeokémiai értékelése. Budapest
- GONDÁR K. 1991: Terepi vizsgálatok A Szigetköz hidrogeológiája című tanulmányhoz. Budapest, 23 oldal
- SZEBÉNYI L. 1991: A Kisalföld hévízföldtani viszonyai. Budapest, 12 oldal és mellékletek
- A földrengések és a földrengésekkel kapcsolatos jelenségek figyelembe vétele atomerőművek, gátak tervezésekor. MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet Szeizmológiai Observatórium, Budapest, 1991. december, 8 oldal
- KOCSIS L. 1991: A történelmi földrengések esetleges megjelenése a régészeti lelőhelyek vizsgálata alapján, különös tekintettel a Kisalföld és a Duna vonalának térségére. Budapest, 23 oldal
- Dunakiliti térségének valószínűségi földrengés veszélyeztetettsége. MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet Szeizmológiai Observatórium, Budapest, 1991. december, 26 oldal
- Kutatási Tervtanulmány a Dunakiliti tározó jobb parti fővédvonalán a töltéstest és az altalaj komplex mérnökgeológiai vizsgálatára. Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest, 1991, 20 oldal
- Kutatási jelentés a Dunakiliti tározó jobb parti fővédvonalán a töltéstest és az altalaj komplex mérnökgeológiai vizsgálatáról. Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest, 1991. november, 19 oldal és 22 melléklet
- BALLA Z. 1991: A Dunakiliti térség tektonikai elemzése. Budapest, 117 oldal
- HORVÁTH F. 1992: A Kisalföld térségének tektonikai leírása. ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest, 42 oldal
- KILÉNYI É. 1991: Dunakiliti és Bős környezetének tektonikája. Budapest, 37 oldal és 9 melléklet
- GOSCHY B. 1991: A Bős—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer Dunakiliti tározó védőtöltéseinek műszaki alkalmassági vizsgálata. Budapest, 71 oldal és 3 melléklet
- BALLA Z. 1992: A Kisalföld medencealjzatának tektonikája. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 114 oldal és 4 táblázat mellékletben
- DAVID Gy. 1992: A Kisalföld mélyszerkezete a szeizmikus mérések tükrében. Budapest, 25 oldal és 4 melléklet
- SCHWEITZER F. 1992: Komárom és környezetének ösföldrajzi viszonyai, különös tekintettel a szerkezeti mozgásokhoz kapcsolódó geomorfológiai formákra. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 23 oldal és 3 melléklet
- ZSÍROS T. 1992: Bős földrengés veszélyeztetettség. Kutatási Jelentés, MTA GGKI Szeizmológiai Observatórium, Budapest, 28 oldal
- BONDÁR I. 1992: A lokális geológiai viszonyok hatása a területen várható gyorsulásokra. MTA GGKI Szeizmológiai Observatórium, Budapest, 14 oldal
- GOSCHY B. 1992: A bőszi vízierőmű védőtöltéseinek földrengéssel szembeni veszélyeztetettség. Kutatási jelentés, Budapest, 40 oldal
- TARCSAI Gy., FERENCZ Cs., BÜTTNER Gy., TIMÁR G., BOGNÁR P., PÁSZTOR Sz., SZÉKELY B. 1992: A Bős (Gabčíkovo) környéki létesítmények környezeti hatásainak vizsgálata műholdas távérzékeléssel. Kutatási Jelentés, ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest, 29 oldal
- DOBROVOLNI K. 1992: Jelentés a Szigetköz néhány településének szennyezettség vizsgálatáról. Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest, 11 oldal és 12 melléklet
- RÁDAI Ö. 1992: A Szigetköz területéről 1992 októberében készült SLAR felvétel sorozat rövid értékelése. Országos Természetvédelmi Hivatal, Budapest, 2 oldal és 34 db A/4-es felvétel

Mérnökszeizmikus műszerfejlesztés¹

GILI LÁSZLÓ², HADNAGY MIHÁLY²

A cikk röviden összefoglalja a mérnökszeizmikus műszerfejlesztés történetét. Egy összehasonlító táblázat bemutatja a legismertebb műszerek paramétereit. Részletes ismertetésre kerül az ELGI legújabb mérnökszeizmikus műszere, az ESS 03-24. Ez a műszer PC vezérelt, széles frekvenciaátvitellel és beépített 48 csatornás stackingkapcsolóval rendelkezik. A hardver és a szoftver rendszer flexibilitása lehetővé teszi általános, és környezetvédelmi alkalmazását is.

L. GILI, M. HADNAGY: Development of Engineering Seismic Equipment

The paper shortly summarizes the history of the engineering seismic equipment development. A comparative table shows the parameters of all the best known equipments. This work shown in the paper gives a detailed introduction to the newest engineering seismic equipment of the ELGI, the ESS 03-24. This equipment is controlled by PC, has a broad-band (1-8000 Hz) frequency response and a built-in 48 channel roll-along switch. Because of the hardware and software system flexibility, the ESS 03-24 is qualified for general and environmental measurements.

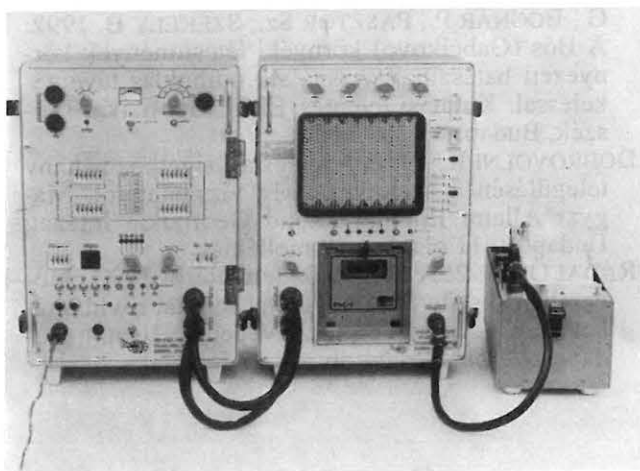
Bevezetés

A mérnökszeizmikus műszerfejlesztés az ELGI-ben komoly hagyományokkal rendelkezik. A Pionir típusú refrakciós műszerek után az első digitális szeizmikus összegező berendezés 1974-ben készült el, és a továbbiakban ez szolgált az ESS (Engineering Seismic Summing) műszercsalád alapjául. Az ELGI első teljesen digitális műszere még csak 12 csatornás volt, de már félvezetős memóriával rendelkezett. Ezt követte a kategóriájában eddigi legsikeresebb termékünk, az ESS 01-24 (1. ábra). Ebből 1980-tól 11 országban 132 db-ot értékesítettünk, ami ebben a

műszerkategóriában szép eredménynek számít. A műszer piaci sikerét és a felhasználók körében való népszerűségét megbízhatóságának, könnyű kezelhetőségének és mindenekelőtt geofizikai szempontból optimális paramétereinek köszönhető (24 csatorna, 10Hz - 2kHz-ig terjedő frekvenciatartomány, 60 dB-es dinamik tartomány, 64-szeres összegezési lehetőség, digitális adatrögzítés, hordozhatóság stb.). A számítástechnika akkori fejlettségi szintjének megfelelően az ESS 01-24-gyel készített és digitálisan rögzített felvételeket IBM vagy ESzR bázisú, úgynevezett nagyszámítógépekkel lehetett feldolgozni. Ezért kellett kifejleszteni az ESP-t (Engineer Seismic Processor), ami a feldolgozó számítógép inputjának megfelelő formátumba, 0,5"-os mágnesszalagra konvertálta az ESS 01-24, illetve az alább ismertetendő speciális változatai által rögzített felvételeket, de önmagában is biztosította néhány egyszerűbb kiértékelés elvégzését. ESP-ből 101 db készült. Fenti időszak alatt a felhasználók igényeinek megfelelően kifejlesztettük az ESS 01-24 speciális feladatorientált változatait: az SSS-1 bányaműszert, az ESS 03-3-24/R11 tengeri akusztikus adatgyűjtő rendszert és az ESS 01-08/VSP-t, VSP mérésekhez. Ezekből a berendezésekből 47 db került eladásra.

Az ESS 01-es műszercsalád talán utolsó tagja az ESS 01-24M, melyben jól ötvöződnek a régi műszer előnyei és a 80-as évek végének technikai lehetőségei (2. ábra).

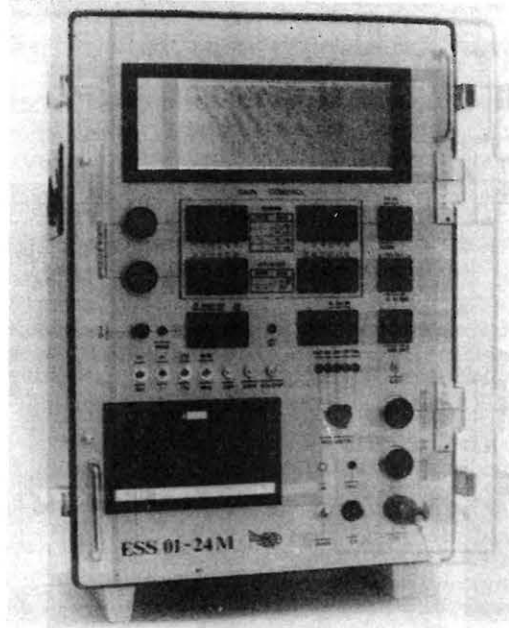
A korábbi típusokhoz képest az egyik legfontosabb újdonság az IFP (lebegőpontos erősítésszabályozás) alkalmazása volt, mellyel sikerült megkészszeretni a dinamik tartományt. Ebben a műszerkategóriában az IFP alkalmazásával az 1988-as hágai EAEG-n a BISON, a Geometrics és az ELGI elsőként és egyidejűleg jelent meg. Az ESS 01-24M méretei felére csökkentek az ESS 01-24-hez képest, míg a dinamik tartomány 114 dB-re, a felvételhossz pedig 2048 mintára nőtt. A CRT helyett alkalmazott LCD megjelenítő jelentősen hozzájárult a méretek és a fogyasztás csökkentéséhez. Alkalmazkodva a rohamosan elterjedő IBM PC-k inputjához, az adatrögzítés 3,5"-os floppy diszkre történik. Így megfelelő



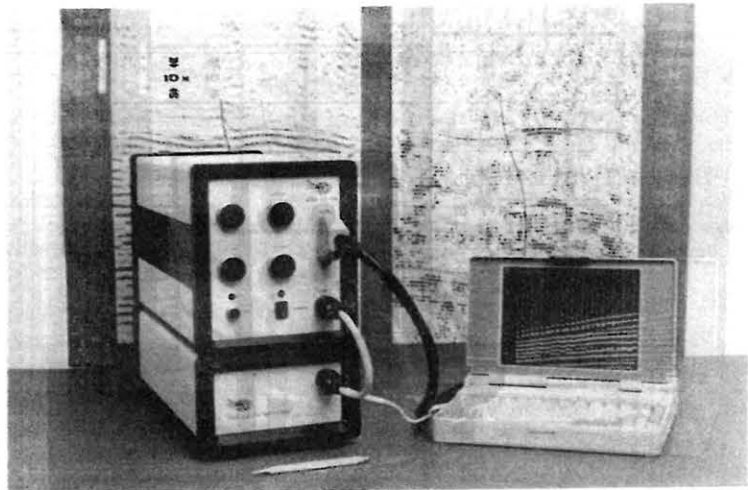
1. ábra. ESS 01-24 (1980)
Fig. 1. ESS 01-24 (1980)

¹ A 21. Geofizikai Vándorgyűlésen 1992. 09. 04-én elhangzott előadás

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



2. ábra. ESS 01-24M (1988)
Fig. 2. ESS 01-24M (1988)



3. ábra. ESS 03-24 (1992)
Fig. 3. ESS 03-24 (1992)

programcsomagok alkalmazásával lehetővé vált az ESS 01-24M által rögzített felvételek IBM PC-ken való feldolgozása.

Ilyen hagyományok, felhasználói és fejlesztői tapasztalatok után kezdtük el 1991-ben kifejleszteni legújabb mérnökszeizmikus berendezésünket, az ESS 03-24-et, mely alapjaiban és rendszerében is különbözik az előzőektől (3. ábra). A cikkünkben részletesen ismertetésre kerülő ESS 03-24-et először a párizsi EAEG-n mutattuk be, 1992-ben.

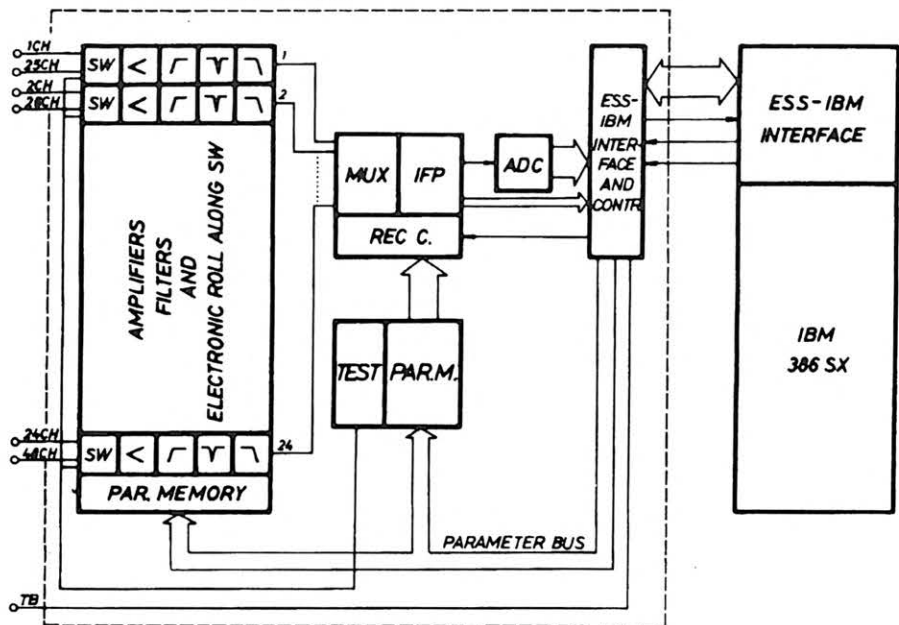
Mérnökszeizmikus műszerek

Ha világviszonylatban vizsgáljuk a mérnökszeizmikus műszerek fejlődését, két lényeges dolgot látnunk. Először is a témában dolgozó fejlesztők a legtöbb energiát a dinamikartomány növelésére fordí-

tották. Így 10 év alatt sikerült ezt megkétszerezni, a kezdeti idők 60 dB körüli dinamikáját 114–138 dB-re növelni. A másik szembevetendő dolog, hogy a mérnökszeizmikus műszerek vezérlését már szinte kizárólag IBM PC-vel, de legalábbis Intell processzonnal végzik. A 24 csatornás kiépítés optimálisnak bizonyult ebben a kategóriában, bár vannak nagyobb csatornaszámú műszerek is. Szinte korlátlan lehetőségek vannak viszont a felvételhossz növelésében és a feldolgozási, kiértékelési, tesztelési szoftver szolgáltatások tekintetében. Érdekes fejlesztési irány, hogy a BISON elsőként alkalmazott IFP-t, most viszont elsőként hagyja el, és helyette Delta-Sigma típusú 24-bites analóg-digitál kovertert alkalmaz. A jövő útja valószínűleg ez, bár ma még IFP alkalmazásával olcsóbban elérhető ez a dinamikartomány. Egy összehasonlító táblázat segítségével szeretnénk áttekintést adni a legismertebb műszerek fontosabb paramétereiről (4. ábra.).

	1988				1992		
	ELGI ESS 01-24M	GEOMETRICS ES - 2401	BISON 7024	BISON 24024	ELGI ESS 03-24	OYO Mc SEIS-170f	ABEM MARK6
Number of channel	24	24	24-48	24-120	24	24	24
Frequency response	10-2000Hz	3-4000Hz	4-1020Hz	1-1650Hz	1-8000Hz		3-3000Hz
Preamplifier gain	24-60dB 12dB steps	36dB fix		12-60dB 12dB steps	24-60dB 6dB steps	34dB	
IFP	42dB 6dB steps	24dB	48dB		42dB 6dB steps	48dB 12dB steps	18dB 6dB steps
Dynamic Range	114dB	114dB	120dB	138dB	114dB	120dB	126dB
Record Length /max samples/	2048	4096	2000	16.000	16.384	2048	16.384
Processor	-	80386	MC68000	80.486SX 20MHz	80.386SX 20MHz	no data	80.386SX 16MHz
Display	LCD 640X200 dots	LCD 640X400 dots	-	-	LCD 640X480 dots	CRT 5,5"	LCD 9"
Internal roll-along switch	-	-	-	-	Built - in	-	-
Power	~72VA	~80VA	40VA	~50VA	54VA	48VA	40VA
Weight	26 kg	23 kg	14 kg	18 kg	12 kg	18 kg	14 kg

4. ábra. Összehasonlító táblázat
Fig. 4. Comparative table



5. ábra. Az ESS 03-24 felépítése
Fig. 5. Architecture of ESS 03-24

Az ESS 03-24 ismertetése

Legújabb műszerünk, az ESS 03-24 (5. ábra) kifejlesztését a következő szempontok szerint végeztük:

1. Rendszer szinten
 - 1.1. az adatrögzítési és feldolgozási feladatok elvégzését teljes mértékben számítógép végezze,
 - 1.2. az adatgyűjtő és a számítógép legyenek fizikailag is jól elkülöníthetők,
 - 1.3. a vezérlést és paraméterezést is számítógéppel végezzük programvezérelt menüből (6. ábra),
 - 1.4. az adatgyűjtőn olyan 16-bites interface legyen kialakítva, amely lehetővé teszi, hogy az ismert feladatokat IBM 386SX vagy azzal felülről kompatibilis számítógép elvégezhesse, (a

Motorola/Intell bázis választásakor a lényegesen kedvezőbb árfekvés, a nagyobb elterjedtség és a jobb szoftver ellátottság alapján döntöttünk az Intell bázis mellett)

- 1.5. a vezérlő számítógép és a rendszerszoftver 386SX-től és DOS 4.0-tól felfelé haladva cserélhető legyen a rendszerben, követe az IBM fejlesztési eredményeit.
2. Az adatgyűjtő paramétereit tegyék alkalmassá a mérőrendszert arra, hogy ne csak szokványos refrakciós és reflexiós feladatok elvégzésére legyen alkalmas, hanem flexibilisen alkalmazkodva a feladathoz általános célú adatgyűjtőként, környezetvédelmi műszerként is alkalmazható legyen.

Az előbbieken meghatározott követelmények szerint kezdtük el fejleszteni 1991-ben új berendezésünket, amely jól láthatóan két részre különül:
— adatgyűjtő egység,

Setting	Checking	Recording	Transport	Analysis	Quit																																								
Main Parameters																																													
Instrument Parameters Number of Channels: 24 Record Length (sample): 2048 Sample Rate (msec): 0.5 IFP: on IFP Data Format: integer4 Low Cut Filter (Hz): 0. High Cut Filter (Hz): 500 Notch Filter: on Delay (msec): 0 Polarity: add Time Break: external File Format: simple Record Mode: record			Identifiers Line Name: elgi/91 Directory: observer																																										
Gain <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><th>01</th><th>02</th><th>03</th><th>04</th><th>05</th><th>06</th><th>07</th><th>08</th><th>09</th><th>10</th></tr> <tr><td>00</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td></tr> <tr><td>10</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td></tr> <tr><td>20</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td>36</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	00	36	36	36	36	36	36	36	36	36	10	36	36	36	36	36	36	36	36	36	20	36	36	36	36						Spread geometry Geophone Distance (m): 10 Shot Point (m): 0 #1 Geoph. Point (m): 0 Direction: normal		
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10																																				
00	36	36	36	36	36	36	36	36	36																																				
10	36	36	36	36	36	36	36	36	36																																				
20	36	36	36	36																																									
			Files Work File: noname10 Last Load File: Last Save File:																																										
			Stacking Filename Step: 0 Number of Summing: 0 Stacking Switch: 0																																										

6. ábra. Az ESS 03-24 menü rendszere
Fig. 6. Menu of ESS 03-24

- vezérlő és feldolgozó egység (IBM kompatibilis PC).

Az adatgyűjtő áramkörei 7 db dupla és 3 db szimp-la Európa-kártyán helyezkednek el. A négy dupla Európa-kártyán elhelyezkedő modul rendszerű erősítők alapvetően meghatározzák a műszer tulajdonságait. Egy kártyán 6 erősítő csatorna található, amely előerősítóből, alulvágó, lyukszűrő és felülvágó szűrőkből áll. A modulokat felületszerelt technológiával (SMT) valósítottuk meg. Így sikerült viszonylag kis méretet és alacsony fogyasztást elérni.

Az előerősítő, melynek erősítése 24 dB kis zajú NE 5532 típusú műveleti erősítőtől és egy TLC 272 típusú közös fázisú erősítőtől tevődik össze. Ezt követi egy 6 dB-es lépésekben változtatható erősítésű fokozat, melynek lépéseit precíziós létrahálózat segítségével állítjuk be. A maximális erősítés 66 dB. Az előerősítő fokozat bemenetén három hasonló felépítésű JFET-tel megvalósított differenciál multiplexer található. Ez biztosítja egyrészt a teszt- és a szeizmikus jelek szétválasztását, másrészt a beépített szoftver vezérelt stackingkapcsoló szerepét látja el.

Az alulvágó szűrő a kikapcsolt álláson kívül 6 törésponti frekvenciával rendelkezik (31,25, 62,5, 125, 250, 500, 1000Hz), meredeksége 18 dB/oktáv.

Az 50 Hz-es lyukszűrő szintén kikapcsolható és 36 dB elnyomást biztosít.

Az antialiasing szűrő harmadfokú RC szűrőből és TLC-2654 típusú IC-vel megvalósított nyolcadfokú kapcsolt kapacitású szűrőkből épül fel. A szűrővel öt törésponti frekvenciát lehet realizálni. Ezek alapvetően meghatározzák a műszer felső határfrekvenciáját, ezért két változatot alakítottunk ki:

1. 125, 250, 500, 1000, 2000 Hz-es
2. 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz-es

törésponti frekvenciákkal. A szűrők csillapítása a kétszeres frekvencián nagyobb, mint 60 dB.

Az erősítő végén egy chopper stabilizált műveleti erősítő található. Az erősítőkről az analóg jel a multiplexert, az IFP-t és az AD konvertert tartalmazó kártyára kerül. A multiplexálás megtörténte után a 42 dB-es IFP (lebegőpontos erősítő) állítja be az AD578 típusú 12-bites analóg/digitál konverter számára optimális jel nagyságot, 6 dB-es lépésekben. Valamennyi mintavételezésnél az előbb ismertetett módon kialakított, 12 adat- és 3 erősítésbitből álló adatszó kerül továbbításra a meghajtó kártyán és az interface egységen keresztül a számítógép felé.

Az IFP és az AD konverter együttesen kevesebb, mint 5 s alatt tud feldolgozni egy mintát. Így a műszer 31,25 μ s-es mintavételnél 6 csatornával, 62,5 μ s-es mintavételnél 12 csatornával, míg ezeknél ritkább 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 ms-es mintavételnél 24 csatornás üzemmódban tud dolgozni. A felvételvezérléssel, kezdeti késleltetéssel, IFP, AD, MUX vezérléssel kapcsolatos vezérlési feladatokat Texas típusú berendezésorientált áramkörökkel oldjuk meg.

Az adatgyűjtő paramétereit egy 8x8 bites paraméter memóriában tároljuk.

A műszer tesztelésére beépítettünk egy programozható precíziós tesztgenerátort. Ennek frekvenciakészlete alkalmas az adatgyűjtő szűrőkészletének tesztelésére, amplitúdókészlete pedig 1 μ V -tól 0,5V-ig 20 lépésben állítható.

A beépített tesztgenerátor és a vezérlő teszt program segítségével bármikor dokumentálható információt kapunk az erősítők és az adatgyűjtő állapotáról (zaj, identitás, szűrő meredekség, erősítés érték stb.).

Az adatgyűjtő és a vezérlő számítógép között egy speciális csatoló kártya található. 16-bites kétirányú DATABUS-on keresztül történik a paraméterek továbbítása a számítógépből az adatgyűjtő felé, valamint méréskor a mintavételi adatok továbbítása az adatgyűjtőből a számítógépbe. Tekintettel arra, hogy rövid idő alatt igen nagy mennyiségű adat átvitelét kell biztosítani, adatvesztés elkerülése érdekében a csatoló kártyán FIFO áramköröket alkalmaztunk.

A szoftver DOS 5-ös operációs rendszert feltételez és C programozási nyelven íródott. Az ESS3 program menüvezérelt, interaktív legördülő ablaktechnikát (Pull Down) alkalmaz. Az észlelő az adatgyűjtőt egy fekete doboznak tekintheti és a vele való „kommunikációt” (beállítást) a képernyőn és a tasterrel keresztül végezheti. A felvételek 3,5"-os floppylemezre vagy winchesterre menthetők el.

A hardver és szoftver együttes szolgáltatásaival a reflexiós mérések nagyon gyorsan és könnyen végezhetők. A műszer 48 csatornás stacking bemenettel rendelkezik. A stacking kapcsoló vezérlését, a felvételek elmentését a szoftver automatikusan végzi. Így az észlelő egyetlen feladata, hogy két felvétel között egy gombnyomással élesítse a rendszert.

Indításra indító geofon, vagy bármilyen impulzuszerű indítójel alkalmas.

Újabb fejlesztéseink irányait elsősorban három feladat megoldására összpontosítjuk, ezek a következők:

- a rendszer alkalmassá tétele hosszú idejű (több órás) adatgyűjtésre
- 48 csatornás rendszer kialakítása
- a rendszer felkészítése vibrációs mérések eredményeinek rögzítésére és feldolgozására.

ESS 03-24 specifikációja:

A csatornák száma	24
Frekvenciatartomány	1 - 8000 Hz
Mintavételi idő	2000 - 1000 - 500 - 250 - 125 - 62,5 - 31,25 μ s
Felvétel hossz	16384 - 8192 - 4096 - 2048 - 1024 - 512 minta
Állandó erősítés	24-től 66 dB-ig 6 dB-es lépésekben
Automatikus erősítés szabályozás	IFP, 42 dB
Dinamikatartomány	114 dB
Bemeneti impedancia	2000 Ohm
Zajszint	<0,5 μ V (1 - 250 Hz) <1,0 μ V (1 - 8000 Hz)
Maximális bemenő jel	0,2 V
Alulvágó szűrők	5,5 - 31,25 - 62,5 - 125 - 250 - 500 - 1000 Hz; 18 dB/okt

Felülvágó szűrők	125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 Hz vagy 500 - 1000 - 2000 - 4000 - 8000 Hz 60 dB/okt	Táplálás	12 V-os akkumulátor
Áthatás	-80 dB	Működési hőmérséklet	5 °C - 40 °C
Adatformátum	Integer 2 Integer 4 SEG 2	Tárolási hőmérséklet	-40 °C - 60 °C
Késleltetés	0 - 9,99 sec	Méreték, súly	
Az indítás módja	trigger 35 mV - 5V	—adatgyűjtő	200x240x460 mm, 12 kg
Mikroprocesszor	80386 SX - 20 MHz	—számítógép	280x215x50 mm, 3,8 kg
Adattárolás	1,44 MB floppy 80 MB Hard disc	—akkumulátor blokk	200x130x460 mm, 18 kg (12 V; 40 Ah)
Megjelenítés (display)	LCD 640x480 dot		
Regisztrálás	mátrix printer (opció)		
Teljesítmény	54 VA		

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk megemlékezni KOCH Györgyről, akinek nevéhez az ESS műszercsalád első tagjának a kifejlesztése fűződik, és megköszönni mindazon kollégák munkáját, akik a jelen írásunkban ismertetett ESS 03-24 kifejlesztésében részt vettek.

A világ geofizikája

(Adatgyűjtés a Geophysic „International Scientific Advances” c. rovata alapján)

1985—87 között a Geophysics körképet adott — előre megadott szempontok szerint — 27 ország geofizikai tevékenységéről: a jellegzetes feladatokról, a geofizikusok számáról, a geofizikus-képzésről, a publikálás lehetőségeiről, a geofizikai egyesületekről, az állami megbízásokról és nagyobb cégekről, stb. (A magyar geofizikáról „Ádám Antal: Applied

Geophysics in Hungary” címmel a folyóirat 1986. évi 2. számában található beszámoló.)

Ennek összefoglalását még 1988-ban táblázatos formában készítettük el. Noha a világ azóta jókorát változott, úgy gondoljuk, hogy — az adatok egy részének elavultsága ellenére — a magyar geofizikusok számára a kitekintés időszerűbb, mint valaha.

Csehszlovákia	1985/10. szám 1655-1656.	Milos Karous, Charles University Cestmir Tomek, Geofizika, N.P.	Faculty of Science, Dept. of Applied Geophysics, POB 62, 612 46 Brno
Egy. Királyság	1987/1. szám 129-130.	M.H. Worthington, Dept. of Geology	Imperial College of Science and Technology London, SW7 2BP, England
Franciaország	1985/6. szám 1040-1042.	T. Bourbie	Institute Francaise de Petrole Rueil-Malmaison, France
NSZK	1985/9. szám 1519-1523.	R.K. Bortfeld	Institut für Geophysik, Technische Universität Clausthal, Pf. 230, D-3392 Clausthal-Zellerfeld
Olaszország	1985/7. szám 1213-1214.	D. Patella	Dept. of Geophysics and Volcanology University of Naples, Italy
Hollandia	1986/9. szám 1870-1871.	Colin V. Reeves	International Institute for Aerospace, Survey and Earth Sci., Kanaalweg 3, 2628 EB Delft, The Netherlands
Dánia			
Finnország			
Svédország	1985/3. szám 514-521.	Gustaf Lindquist	Lulea University, Dept. of Applied University 951 87 Lulea, Sweden
Norvégia			
Izland			
Törökország	1987/3. szám 458-459.	Ahmed Ercan, Associate Professor	Istanbul Technical University, Maden Fakultesi Jeofizik Müh. Bölümü, Tesvikiye, Istanbul, Turkey
Japán	1985/2. szám 375-376.	Takashi Kawamura Yutaka Aoki	
Indonézia		Mohamed Untung	Geological Research and Development Centre Jalan Diponegoro 57, Bandung, Indonesia
Irán	1987/7. szám 1021-1024.	E. Yousefi, Chief Geophysicist	Geological Survey of Iran P.O.Box 13185-1494 Tehran, Iran
Thaiföld	1986/4. szám 1021-1022.	Prof. Robert J. Whiteley	Asian Inst. of Technology (AIT), Div. of Geotechn. and Transportation Eng., G.P.O. Box 2754, Bangkok, Thailand
Kína	1985/4. szám 740.	Chen Junsheng, Editor in Chief	Committee of Geophysical Exploration Chinese Petroleum Society
Mexiko	1985/8. szám 1392-1393.	Roman Alvarez	Inst. de Investigaciones en Matematicas, Aplicadas y en Sistemas, U. Nal. de México, México, D.F. 04510 Mexico
Peru	1987/4. szám 570-580.	Julio Davila, Past President	Sociedad de Geofisicos del Peru Av. Precursores 503, Monterrico, Lima 33, Peru
Venezuela	1987/6. szám 832-833.	Jesus Pereira	INTEVEP S.A., Filial of Petroleos de Venezuela, Res. and Development Center, Apartado 76343, Caracas 1070 A, Venezuela
Brazília	Marco Polo P. da Boa Hora 1986/5. szám 1171-1173.		Petrobras S.A., Av. Republica do Chile 65, Sala 1310 20035 Rio de Janeiro RJ, Brazil
Argentína	1985/11. szám 2287-2288.	R.F. Stöckli	Y.P.F. Dpto Estudios Especiales, Avda Pte. R.S. Pena 777 Of. 1305, 1364 Buenos Aires, Argentina
Dél-Afrika	1985/5. szám 880-881.	B. Corner	Bernard Price Institute of Geophysical Research Univ. of Witwater Sand, Johannesburg 2001, South Africa
Kenya	1987/11. szám 1594-1595.	Justus O. Barongo	University of Nairobi, Dept. of Geology P.O.Box 30197, Nairobi, Kenya
Nigeria	1986/12. szám 2266-2267.	Deborah E. Ayakaiye	Faculty of Natural Sciences University of Jos, Jos, Nigeria
Ausztrália	1986/6. szám 1331-1332.	P.J. Elliott, Honorary Secretary	Australian SEG P.O.Box 44, Eastwood, S.A. 5063, Australia
India	1986/1. szám 205-208.	J.G. Negi	National Geophysical Research Institute Hyderabad 500 007, India

1. táblázat. A források helye, az összeállítást elvégző személy neve és munkahelye

	Terület (km ²)	Lakosság	GNP (USD)
Csehszlovákia	127869	15420000	5820
Egy. Királyság	244046	56340000	9110
Franciaország	547020	54650000	12190
NSZK	298577	61420000	13950
Olaszország	301225	56740000	6900
Hollandia	40844	14360000	11790
Dánia	43069	5110000	13120
Finnország	337009	4860000	10680
Svédország	449964	8330000	14870
Norvégia	324219	4130000	14060
Izland	103000	230000	12860
Törökország	780576	47280000	1540
Japán	372313	119260000	10080
Indonézia	2027087	156670000	530
Irán	1698000	41640000	2060
Thaiföld	514000	49460000	770
Kína	9596961	1015910000	330
México	1972597	73010000	2250
Peru	1285216	18710000	1170
Venezuela	912050	16390000	4220
Brazília	8511965	129660000	2220
Argentína	2776889	29630000	2560
Dél-Afrika	1221037	30040000	2770
Kenya	582646	18780000	420
Nigeria	923768	86130000	770
Ausztrália	7686849	15370000	11080
India	3287590	717760000	266

2. táblázat. Az országok területe, lakossága és GNP-je (1988-ban összegyűjtött adatok alapján)

Csehszlovákia	200
Egy. Királyság	2000
Franciaország	750
NSZK	700
Olaszország	700
Hollandia	340-400
Dánia	
Finnország	
Svédország	450
Norvégia	
Izland	
Törökország	600-800
Japán	kb. 2000
Indonézia	400-500
Irán	kb. 100
Thaiföld	50
Kína	Az olajiparban 4000 geofizikusmérnök és technikus van
Mexiko	380
Peru	100
Venezuela	170
Brazília	500
Argentína	300
Dél-Afrika	kb. 200
Kenya	kb. 100
Nigeria	kb. 200
Ausztrália	
India	1600

3. táblázat. A geofizikusok száma

Csehszlovákia	2 egyetem: Institute of Applied Geophysics at Charles Univ. in Prague és Comenius Univ. in Bratislava Képzés 5 év. 30 geofizikus végez évente. Ph.D.-t megszerezhetik
Egy. Királyság	3 vagy 4 éves undergraduate degree course - 11 egyetemen. Kimondottan "B.Sc. courses" geofizikából. 38 univ. + 18 polytech. + 10 techn. "colleges" geológia keretében oktat geofizikát. 1 éves "M.Sc. courses" 7 egyetemen, 3 éves Ph.D. courses 70-100 fő/év M.Sc./Ph.D.
Franciaország	Egyetemek és mérnöki iskolák (MŰEGYETEM). Évente 40-50 fő az egyetemeken, 30-40 fő a mérnök iskolákban végez (+ u.annyi külföldi). Összesen 100 fő szeizmikus, 10 fő egyéb érdeklődésű végez. 20 fő doktorál évente. Intézetek szerepe az oktatásban! CGG saját iskolája.
NSZK	15 egyetemen geofizikai intézet (160 - néhány fő hallgató). Dr.rer.nat. 5-14 fő/év. Alkalmazott geofizikában Kiel, Bochum, Karlsruhe és Clausthal vezet.
Olaszország	Évente 150 geofizikus végez. (700 aktív geof. jelenleg!) 2 egyetem: Trieszt és Nápoly kiemelkedő szerepet játszik (30-40 % itt végez.) 40 Prof., 80 Ass. Prof. (25 % alk. geof.)
Hollandia	Nemzetközi továbbképző központ: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sci. (6 tud. o. közül 1. Depart. of Earth Resources surveys (5 terület közül egyik Expl. geophys.). Delft Univ. of Techn. Depth. of Mining Eng., 11 hónap (+ Mesterk.), 15-20 hallg./év (elm.-gyak.)
Dánia	3 egyetemen 7 (olaj) + 12 (egyéb) fős oktatószemélyzet, 19 végzett, 40 tanuló
Finnország	2 egyetem 10 fős oktatószemélyzet, 13 végzett, 7 tanuló
Svédország	4 egyetem 5 + 21 fős oktatószemélyzet, 24 végzett, 30 tanuló
Norvégia	4 egyetem 20 + 5 fős oktatószemélyzet, 13 végzett, 45 tanuló
Izland	1 egyetem 5 fős oktatószemélyzet, 3 végzett, 5 tanuló
Törökország	6 egyetemen (táblázatban megadva) 4 év alatt képezik a geofizikusokat. 100 geofizikus kap diplomát évente. (1500 hazai geofizikusnak csak 60 %-aa dolgozik a geofizikában). 7 prof. + 20 associate prof. + 30 assistant prof. + 5 lecturer
Japán	5 egyetemen 800 hallgató: 4 év alapképzés + 2 év M.Sc. + 3 év Ph.D. Egyetemeken alk. és ált. geof. kutatás is.
Indonézia	2 egyetemen geofizikusképzés (4, ill. 5 év alatt). M.Sc. szintű képzés is, de Ph.D.-t csak egyik egyetem ad. 11B-n 7 tanár oktat 4-6 hallgatót. A Gajahi Mada Univ. (Yagyacarta): 6 állandó + 2 látogató prof. 12 hallgató doktorál.
Irán	Majdnem minden geofizikus külföldön végzett. Geophys. Inst. of Teheran Univ. (6 állandó + 4 látogató prof.) 10 fő/év nyer el M.Sc.-t.
Thaiföld	Jelenleg nincs geofizikus-képzés. 3 egyetemen vannak geofizikus tanfolyamok, előadások. Asian Inst. of Technology (AIT) Bangkok ajánl M.Sc. és Ph.D. képzést a közelműlttől alkalmazott geofizikából. (Division of Geotechnical and Transportation Eng.) 64 hallgató, 9 tanár
Kína	
Mexiko	A National Univ., Mexico City (UNAM) több fakultásán, intézetében oktatják a geofizikát. Instituto Politécnico Nacional (IPN) geof. mérnöki diplomát ad. Ezen kívül 2 helyen van még geofizikus-képzés (Ensenada: graduate courses csak; Madero: geof. mérnök. Új: Centro Regional ... (Földtud. reg. közp.) fokozat, kut. 50 fő oktat, 30 fő/év, 5 M.Sc.
Peru	Csak a National Univ. of San Augustin (Arequipa) foglalkozik a geofizika oktatásával. 37 professzor, 12 hallgató/év. Ph.D. szinten: Instituto Geofísico del Peru
Venezuela	Central University of Venezuela in Caracas képez egyedül geofizikust. Első végzetek (5 év) 1973-ban. Több fizika tanszék kínál "geophysics option"-t 8 kurzussal geof.-ből és geológiából. Central Univ. of Venezuela, Caracas és Zulia Univ., Maracaibo M.Sc.-t ad.
Brazília	15 évvel ezelőtt nem volt semmi geofiz. kutatás. Jelenleg 4 egyetem kínál kurzusokat a M.Sc., Ph.D. megszerzéséhez (felsorolás, kutatási tev. a cikkben). Csak a Sao Paulo egyetem Asztronómiai és Geofiz. Int. képez geofizikusokat (undergraduate). Kevés a geof.!
Argentína	11 egyetemen van valamilyen geofizikus-képzés; 5-6 év a tanulmányi idő. 1979-83: 1,6-12 fő/év végzett. 2 egyetemen licenrátus szerezhető (4 fő/év). Földtani képzés keretében is van geofizikai oktatás. Valamennyi egyetem állami. 3 intézet kínál posztgrad. képzést!
Dél-Afrika	2 egyetem (U. of Witwatersrand, Johannesburg, U. of Pretoria képez geofizikust (25 egyetemi geológust!). U. of W.-nek intézete is van (: 14 fő). 3 év B.Sc., 4 év honours B.Sc. degree (évente 5 fő!) 5 fő M.Sc. vagy Ph.D. Sok ezért a külföldi. Nagyon kevés geof. van.
Kenya	Kenyatta Univ. 1977-88-tól képez "undergraduate" és "graduate" szinten geofizikust 1 senior lecturer-rel. Univ. of Nairobi fizika és földtani fakultásán geof. kurzusok (grad.: M.Sc. 3 fő/év). Moi Univ. földtani tsz. oktat és kutat
Nigeria	1970-es évektől geofizikus-képzés. 6 egyetemen B.Sc. geofizikából. Néhány egyetem kínál 2 éves M.Sc. kurzusokat. Évente 20 fő diplomázik. (Jelenleg 200 geofizikus van az országban.)
Ausztrália	A különböző egyetemeknek megvannak a speciálitásaik. Ezekből postgraduális kuzusokat is tartanak. 11 egyetemen + 3 technológiai intézetben van geofizikus-képzés.
India	Kedvet 2 egyetemen (Andra Univ., Banaras Hindu Univ.) minősítés 1947-ben 6 diák/év. További egyetemek: 1951: Kharagpur, 1957: Dhanbad, 1960: Roorkee, 1962: Hyderabad. Ezen kívül 40 geológiai osztály kínál geofizikus tanfolyamokat geológusok részére alkalmazott geofizikából. Táblázat az egyetemekről. Valamennyin "felfrissítő tanfolyamok"; 4-6 hetes továbbképző vállalatoknál. Eléggé önállótok a kutatásban. Tervezik ennek ellenére a a diplomások számának megkétszerezését (a többszörös kut.-hoz).

4. táblázat. A geofizikus-képzés áttekintése

Csehszlovákia	Több újság a geofizikai cikkek publikálására. Havonta CSAV: Studia geophysica et geodaetica; évente: Travaux Geophysiques. Egyetemi lap: Acta Universitatis Carolina-Geologica (4x évente). Cseh Földtani Szolgálat: havonta: Bulletin, évente: Applied Geophysics of the Journal of Geol. Sci., Szlovák Földt. Egyesület: havonta: Mineralni Slova
Egy. Királyság	Eddig Geophys. J. R. A. S. → EGS lapja 1988-tól. Több nemzetközi újság kiadása az U.K.-ban, pl. Geoph. Prospecting, Geothermics
Franciaország	Terra Cognita, Annales Geophysicae (EGS lapja), Revue de l'Institut Français de Pétrole (IFP lapja), Revue de l'A.F.T.P.
NSZK	A "Deutsche Geophys. Gesellschaft" korábbi lapja és Zeitschrift für Geophysik (J. of Geophysics) beolvadt az EGS lapjába
Olaszország	Földtan., fizikai egyesületek lapjain kívül: Geothermics, Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata
Hollandia	ITC Journal (5200 pld. → 145 ország), kapcsolat a volt hallgatókkal
Dánia	.
Finnország	Földtani lapokban publikálnak.
Svédország	A "Nordic Association for Applied Geophysics" évi összejövetelének abstract-jait
Norvégia	a Geoexploration közli.
Izland	
Törökország	Jeofizik, a Geof. Mérnökök kamarájának lapja (6x évente). Más, főként ásványtani kutatások szervezetének újságjai is megjelentetnek geofizikai cikkeket. Fontos: Earthquake Res. Inst. Bull. évente 6x.
Japán	7 egyesületet sorol fel; mindegyiknek megvan a saját lapja. A Society of Exploration Geophysicists lapja: BATSURI-TANKO (Geophys. Exploration)
Indonézia	Association of Indonesian Geophysicists publikál 2 havonta newsletter-t (Wartaltagi), félévente GEOFISIKA. Földtani társulatok lapjai is megjelennek.
Irán	
Thaiföld	Csak "Geological Society of Thailand" (1968) keretében: havonta newsletter; 1-2 újság évente. (A geofizikusok egyesületét meg akarják alapítani.)
Kína	
Mexiko	2 egyesület lapjait adják ki: UGM (1960), 150 tag, Geofisica International AMGE (1958), 450 tag, Bulletin 3x évente
Peru	Két egyesület van (146 + 42 tag), de nincs lapkiadás
Venezuela	Jelenleg nincs geofizikai folyóirat. Más folyóiratokban írnak. 2 éves folyóirat kiadását tervezik (Geofisica Aplicada)
Brazília	Brazil Geof. Fgy. (1978, 408 tag) lapjai: Boletim Informativa SBCf; 1982-től szaklap: Revista Brasileira de Geofisica + obsz. jelentés
Argentína	"Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas" publikálja az előadásokat: GEOACTA-ban, 4 havonta BOLETIN-t ad ki. Kőolajvállalatának külön kiadványa negyedévenként: Boliten de Informaciones Petroleras - TERCERA EPOCA 1984 óta
Dél-Afrika	nincs
Kenya	Geological Society of Kenya évi konf. anyaga PROCEEDINGS-ben. Quarterly Bulletin is (összesen 30 geof.)
Nigeria	Csak a rokon területek újságjaiban publikálnak. (Vállalatoknál belső, titkos jelentések)
Ausztrália	Egyesületi lapokat adnak ki. ASEG lapja: Exploration Geophysics (negyedévenként); GSA (földtani egyesület): Australian Journal of Earth Sciences (geofizikai cikkeket csak alkalmilag közöl), PEJA (petróleum kut.): PEJA Journal
India	3 kimondottan geofizika lap (2 egyesületi), a többi 4 földtudományi, vagy kőolajkut. lap. Legfontosabb: Geophys. Res. Bulletin (Hyderabad)

5. táblázat. A geofizikai publikálás lehetőségei

Csehszlovákia	Eötvös első mérésére Egellen hivatkoznak (G.bely). Elm. és kísérleti kutatás az egyetemeken és a CSAV intézeteiben. Így: a föld szerkezete, gravitáció, mágnesség, MT, szeizmicitás, geotermika. Kiváló regionális térképek grav. témából - mágnesség
Egy. Királyság	Natural Environmental Research Council (NERC) főként, de Department of Energy is szervezi. NERC-hez tartozik a British Geological Survey (BGS) (pl. Keyworth: 665 geol. + geof.). British Antart Survey (BAS), Cambridge, IOS (oceanogr.), IH (hidr.), Dep. Drilling P. (DSDP/IPC), BIRPS, Geothermal Ener. Proj.
Franciaország	Akadémiái kutatás 20 laborban a CNRS és szerve, az INAG "Institut National d'Astronomie et de Geophysique" szervezésében. Főbb intézetek: ICPG, IPGS, IRIGM, COB. 150 kutatóból csak 10 foglalkozik alk. geof. kut.-al. 2 nagy ált. project: ECORS, Mélygeológiai
NSZK	Nincs pontos információ. Néhány fontosabb téma vegyes jelentőségű, így pl. EM reflection; Absorption of seismic waves; Geophon logging, DEKORP (a COCORP megfelelője), Cont. deep drilling
Olaszország	National Res. Council (CNR) működteti a kutatóközpontokat, intézeteket (3 intézet). Egyetemeken (Köznevelési Min.) folynak a kutatások. Állami vállalatok, intézetekben is. Pl. National Institute of Geophysics/Roma
Hollandia	
Dánia	
Finnország	nincs világos elhatárolás!
Svédország	a kutatás főként alkalmazott geofizikai jellegű
Norvégia	
Izland	
Törökország	Tektonika, MT traverzek, geotermikus kutatás, medence analízis, (lég)szennyezettség vizsgálata, petroleum-kutatás EM módszerekkel. Az egyetemek fő kutatási területe pl. helykijelölés, földrengési kockázat vizsgálata atomerőművek számára, paleomágnesség, lemeztektonika
Japán	Sajátosság: A geof.-ok 56 %-a foglalkozik mérnöki és konstrukciós munkával. Jelentős kutatások a földrengés-előrejelzés, a geotermikus energia, a szeizmika terén. ERS-1 "earth resource satellite" 1990-tól. Érdekess: "Sunshine Project"
Indonézia	A holland Vening Meilhosz jelentős gravitációs felfedezése 1982-ben "negatív grav. anomália" aktív szigetív. 128 aktív vulkán. Directorate General of Geology and Mineral Resources, Geological Res. and Development Center: vulkanológia, szeizmológia, adatbank, grav. térképek, stb.
Irán	1979 óta a Teherani Egyetemen vízkut. + mérnökgeof. sekélyszeizmikával és geol. módszerrel. Ált. geof.-ról nincs szó.
Thaiföld	Csak alk. geofiz. kut.at említi (airborne, engineering geophysics: 10 cm/év süllyedés Bangkokban!). Különböző DK-Ázsiai szervezetek székelnek Bangkokban, amelyek regionális kutatásokat végeznek. (A konferenciáikat is együtt tartják.)
Kína	
Mexiko	Egyetemi intézetek, tanszékek; kőolajipari intézetek főként módszertani kutatások. (Ált. geof.-át nem említik.) Figyelemre méltó geotermikus kutatás!
Peru	A geofizikusok 30 %-a (kb. 21 fő) foglalkozik kutatással. Legfontosabb intézete: Instituto Geofísico del Peru (1947-től) Limában. Néhány neves kutatóhely (nemzetközi!): Magnetic obs. in Huancayo (1922); Jicamarca O. Lima mellett (legnagyobb (6 MW) tud. radar); Cosmos Solar O. (4690 m-en). Jelentős földrengés kut.
Venezuela	Cajigal Observatory, Funvisis (1972-től): Szeizmológia. (A többi kutatás alk. geof.)
Brazília	Egyetemi tanszékeken, intézetekben, tematikus megoszlásban, főként alkalmazott geofizikai kutatás. Néhány fontos intézet: National Obs. (Rio de Janeiro): szeizmológia, földmágnesség, gravitáció. National Spare Res. Inst.: remote sensing, airborne g., SLAR (radar). Inst. of Techn. Res.: több ezer fő, főként alk. geof. is.
Argentína	Observatorio Astronómico de la Plata egyetemi intézet. 19. században alakult (oktat). Szeizmológiai Obszrv. 1906-tól; Földmágnesség (2 obszrv.); Gravimetriai mérések
Dél-Afrika	Sok nagyjelentőségű perspektivikus kutatás a 2 egyetemen, továbbá Geophys. Div. of the Geological Survey of S.A. (GSD) és Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). (Ált. geof. a technológia jórészt az USA-ból!)
Kenya	Az egyetemeken kutatás (paleom., mágn., szeiz., EM, geotermika). Nairobi Univ. Phys. Dept.: Geomagnetic Obs., Geol. Dept.: szeizm. állomás
Nigeria	Nincs említés erről. Alkalmazott, földtani jellegű kutatások vannak. Ma egyik legfontosabb, nem csökkenő kut. terület: vízkutatás. Az otthon képzett szakembergárda kiszorítja lassan a külföldön képzetteket.
Ausztrália	11 egyetemen + 3 technológiai intézetben (műegyetem?), továbbá a következő szervezetek által támogatva: AMIRA (Australian Minerals Industry Res. Ass.); WAMPRI (West Australian Minerals and Petroleum Res. Inst.); BMR (Bureau of Min. Res. Geo. and Geophys.)
India	Jelentős kezdeményezések a múlt században főként angol kutatók által. Pl. a világ 2. földmágnességi obsz.-a 1847-től Colaban (jelenleg Alibagon), az első szeizmológiai állomás Bombayben 1898-ban. 1923-ban Eötvös ingával kőolajkutatás (Indus Valley). Egyetemeken, továbbá National Geophys. Res. Inst., Hyderabad, Indian Inst. of Geomagn., Bombay, Seismology Div. of India, Meteorology Dept. in Delhi, ... Részvétel nemzetközi projectekben. Fokozni akarják a nemzetközi együttműködést. 1600 geofizikus az ált. és alk. geofizikában.

6. táblázat. Az általános geofizikai kutatás helyzete

Egy. Királyság	Royal Astronomical Society + Geological Society of London Joint Association of Geophysicists (JAG) 856	EAEG SEG 865	Petr. Explor. Society of Great Britain	
Franciaország	EAEG SEG AGU EUG EGS IUGG SPE French Geol. Society (SFG)	French Union of Geologists (UFG)	French Association of Petroleum Profess. (AFTP) Society for Developing and Int. Well-Logging (SHID)	
NSZK	Deutsche Geophysikalische Gesellschaft (DGS)			
Olaszország	Italian Geophysical Society Csak meteorológiai szervezet!	National Group of Geophysics (Akadémiai hiánypótló szerv)	Italian Physical Society Italian Geological Society	
Hollandia	EAEG [170] SEG [100]	Geophysical Circle of the Royal Geol. and Mining Society of Netherlands	Petroleum Geology Circle of the Royal Geol. and Mining Society of Netherlands	
Dánia	National Associations in Seismology Meteorology Oceanography Global Geophysics Applied Geophysics [150-200]			
Finnország				
Svédország				
Norvégia		Norwegian Petroleum Society	Nordic Association for Applied Geophysics (NUFTIG) [300]	
Izland				
Törökország	Association of Geophysicists [750]			
Japán	Society of Exploration Geophysicists of Japan (SEGJ), 1948 [1274]	Japanese Association for Petroleum Techn. (JAPT) [2026]	Seismological Society of Japan Geothermal Research Society of Japan Japan Society of Civil Engineering Society of Terr. Magnetism and Electricity of Japan	
Indonézia	Association of Indonesian Geophysicists (HAGI) [400]	Egyéb	Indonesian Petroleum Association (IPA) Association of Indonesian Geologists (IAGI) [800]	
Irán	Iranian Geophysical Association, 1979 [700]	SEG EAEG		
Thaiföld	Geological Society of Thailand, 1968 [700]	Regionális szervezetek Bankokban	Natural Resources Division of ESCAP and CCOP Association of Geoscientist for International Development Southeast Asian Geotechn. Society	
Kína				
Mexiko	Union Geofisica Mexicana (UGM), 1960 [150]	Asociacion Mexicana de Geofisicos de Exploración (AMGE), 1958 [450]		
Peru	Sociedad de Geofisicos del Peru (SEG Affiliate), 1973 [146]			
Venezuela	Venezuelan Society of Geophysical Engineers, 1978 [150]	Venezuelan Society of Geologists, 1955	Venezuelan Society of Seismic Engineering	
Brazília	Brazilian Geophysical Society (SBGf) 1978 [408]	SEG EAEG AGU		
Argentína	Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas 1959 [293]			
Dél-Afrika	South African Geophysical Association (SAGA), 1976 [158]	Geological Society of South Africa [1900]		
Kenya	Geological Society of Kenya 1974 [60]			
Nigéria	Nigerian Mining and Geosciences Society (NMGS)	Nigerian Association of Planetary and Radio Sci. (NAPRS)	SEG AGU EAEG Geol. Society of Africa (GSA) Association of Geophysicists in Exploration and Research in Africa (AGERA)	
Ausztrália	Australian Society of Exploration Geophysicists (ASEG) [1000]	Australian Institute of Mining and Metallurgy (AIMM)	Australian Institute of Geoscientists (AIG) Petroleum Exploration Society of Australia (PESA) Australian Geosci. Council Inc.	
India	Indian Geophysical Union [150]	Association of Exploration Geophysicists (AEG) [748]		

Megjegyzés: Ha közölték az egyesület angol elnevezését, azt szerepeltetjük.
Az egyesület neve mellett az alapítási év és a taglétszám (szögletes zárójelben) szerepel.

7. táblázat. Geofizikai egyesületek

Csehszlovákia	Czech. Geol. Survey PRA	Slovak Geol. Survey	Geofizika Brno	Federal Ministry of Energy					
Egy. Királyság	National Environmental Res. Council (NERC)	British Geol. Surv. (BGS) [655]	British Antarctic Surv. (BAS)	Inst. of Ocean. Sciences	Br. Inst. Reflection Prof. Synd	Camorne School of Mines, Geotherm. Energy Project	Geoph. Res. and Techn. SE of Br. Petroleum		
Franciaország	COGEMA (urán)	IMETAL (érc)	BRGM (ált.)	ELF Aquitaine	CFP TOTAL-Oil	ESSO-Rep. (IFP)	CGG	French Inst. of Petrol.	IFREMER (tengeri geof.)
NSZK	PRAKLA-SEISMOS	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Lehrstoffe			Geological Survey of Lower Saxony				
Olaszország									
Hollandia	A kőolajipart a Royal-Dutch Shell uralja	Víz: Netherlands Organization of Applied Sci. Res.	Institute of Applied Geoscience (DGV)	Mérnökgeol.: Delft Soil Mechanics Laboratory (FUGRO)			A nyersanyagkutató intézet megszűnt		
Dánia	Geological Survey of Denmark Geological Survey of Greenland								
Finnszág	Geological Survey of Finland	Suomen Malmi Oy	Outukumpu Oy	Rautaruukki Oy	Bányák				
Svédország	Swedish Geological AB	LWAB	Boliden AB						
Norvégia	Geological Survey of Norway								
Izland	National Energy Authority (Orkustofnun)								
Törökország	Türkish Mineral and Research Inst.	Türkish Petroleum Company	Gov. ET Bank Mineral Water and Works Prosp., Smelt., Expl.	Earthquake Res. Center	Gov. Railways, Harbours and Airport Unit	Kandili Observ.	Marmara Research		
Japán	Japan National Oil Corp.	Geological Survey of Japan	Japan Petroleum Exploration Co.						
Indonézia	Directorate General of Geology and Mineral Resources (GRDC)	PERTAMINA (State Oil Enterprise)	P.T.TIMAH State IIN Enterprise	P.T.ANEKA Tambang Mining Co.)	Stanuac Indonesia (Külföldiek)	CALTEX	ARCO	MOBIL	
Irán	Geological Survey of Iran (GSI)	Ministry of Oil [28]	Atomic Energy Organization of Iran (AEOI)	Ministry of Energy					
Thaiföld	Dep. of Mineral Resources	Royal Irrigation Department	Dep. of Public Work	Petroleum Authority of Thailand	Electricity Generating Auth. of Thailand				
Kína	(olajipar) Ministry of Petroleum Industry		Ministry of Geology						
Mexiko	Petróleos Maxicanos (PEMEX) + kutatóintézetek								
Peru	Instituto Geofísico del Perú (1949)	Petróleos del Perú (1969)							
Venezuela	A geofizikai kutatást 10-15 magántársaság végzi kormányzati megrendelésre.								
Brazília	Petrobras SA (1954)	ENCAL	LASA	PROSPEC	Institute for Technol. Res.	Company for Mineral Resource Prosp. (CPRM)	DOCEGEO (1971)	Bahian Company for Mineral Exploration	Center for App. Geophys.
Argentína	Yacimientos Petroliferos Fiscales	Secretaria de Minería	Instituto Nacional de Ciencia y Technica Hidricas (1973)	Instituto de Fisica de Rosario	Comision Nacional de Invest. Espacial San Miguel	Instituto Nacional de Prevencio Sismica			
Dél-Afrika	Geophysics Divisions of Geol. Survey of South Africa		Council of Scientific and Industrial Res. (CSIR)	Vállalatokról nincs adat.					
Kenya	Ministry of Environment and Natural Resources	Ministry of Water Development	Ministry of Energy and Regional Development	Kenya Power Co.	Geosurvey International Ltd (nemzetközi megbízó)				
Nigeria	Geological Survey of Nigeria	Nigerian National Petroleum Corp.	Nigerian Mining Corp.	Bauchi State Water Board					
Ausztrália	CSIRO	AMIRA	WAMPRI	BMR					
India	Oil and Nat Gas Comm.	Geol. Survey of India	Nat. Geoph. Res. Inst.	Central Ground Water Board	Central Water and Power Res. Station	Tata Inst. of Fundamental Res.	Nat. Inst. of Oceanography		
	Indian Inst. of Geomagnetism	Survey of India	Phys. Res. Laboratory Bhabha	Seismology Division Studies	Atomic Minerals Division, Bhabha	Centre of Earth Sci.	Seismology Division		

8. táblázat. Állami megbízók és nagyobb geofizikai cégek

A Magyar Geofizikusok Egyesülete — egy, az American Geophysical Union által kezdeményezett felmérés alapján — hamarosan rendelkezni fog az összes geofizikai egyesület címével és főbb adatai-

val. További felvilágosítás így nemcsak az 1. táblázatban közölt információforrástól, hanem reményünk szerint az MGE Titkárságtól is kapható lesz.
Összeállította: Adám Antal és Szarka László

A földtani kutatási céllal végzett gravitációs mérések elvi alapja az, hogy a Földünket felépítő kőzetek térfogatsúlya különböző. Ezt a különbséget Eötvös-ingával vagy graviméterekkel ki lehet mutatni.

Az első, kifejezetten földtani kutatási célú gravitációs méréseket Eötvös-ingával a Balaton jegén 1901 telén végezték. E mérések eredményeként megállapítható volt az, hogy a Balaton tengelyével párhuzamosan tektonikai vonal húzódik a mélyben. E mérést követően az Eötvös-inga kilépett a laboratóriumi körülményekből és megkezdődött a terepi mérések időszaka. Természetesen az inga fejlesztése laboratóriumban tovább folytatódott. Miután a kormány az Eötvös-féle gravitációs kutatásokra 1907-től kezdődően külön pénzügyi fedezetet biztosított, Magyarországon ettől az időtől kezdve beszélhetünk önálló geofizikai kutatásról.

EÖTVÖS Loránd elsősorban geodéziai céllal végezte torziós inga méréseit, de kezdettől fogva gondolkodott azon, hogy az ingamérések eredményeiből milyen földtani következtetéseket lehet levonni. Már az 1910-es évek elején megfogalmazta, hogy az eltemetett antiklinálisok — amelyeket torziós inga mérésekkel ki lehet mutatni — kapcsolatba hozhatók a mélybeli gáz- és kőolaj lelőhelyekkel. Az Egbell környéki referencia mérések bebizonyították az Eötvös-inga használhatóságát a kőolajtároló szerkezetek kimutatásánál. Ez az eredmény indította el az Eötvös-ingát a világhír felé. A XX. század húszas-harmincas éveiben kőolajmezők szarait fedezték fel Eötvös torziós ingájával szerte a világon.

EÖTVÖS Loránd már 1902-ben foglalkozott graviméter fejlesztéssel is (bifiláris graviméter), de a műszer hőmérsékletérzékenysége miatt felhagyott a további kísérletekkel. A külföldön kifejlesztett graviméterek csak az 1930-as években szorították ki fokozatosan az Eötvös-ingát a terepi mérésekből.

EÖTVÖS Loránd 1919-ben bekövetkezett halála után a geofizikai kutatás a Pénzügyminisztérium Bányakutató Osztályához került. Ekkor terjedt el a Bárány Eötvös Loránd Geofizikai Intézet elnevezés. Az intézet munkatársai laboratóriumi és terepi munkákkal foglalkoztak, bár a veszített világháború miatti nehéz gazdasági helyzetben csak erősen csökkentett mértékben. Ebben az időben számos magyar kutató vállalt külföldön munkát, többnyire olajtársaságok megbízásából. Ezek a kutatók figyelemre méltó külföldi kapcsolatokat létesítettek, Eötvös kutatómódszerét sokfelé ismertették és elismertették.

A laboratóriumban tovább folyt az Eötvös-inga korszerűsítésével kapcsolatos munkák. Egyrészt a műszer súlyát, méreteit, hőmérsékletfüggőségét és csillapodási idejét akarták csökkenteni, másrészt a leolvasások automatizálására, fotoregisztrálásra törekedtek.

A korszerűsített műszerekből jelentős exportra is sor került. A laboratóriumi munkák az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet keretein belül 1970-ig folytatódtak. A

terepi méréseket az 1960-as évek elejéig folyamatosan végezték.

Az 1930-as években — külföldi tapasztalatok alapján — már kétdimenziós modellszámítási kísérleteket is végeztek. Ez azt jelentette, hogy a kutatott terület fúrási adatainak figyelembevételével földtani modellt szerkesztettek, majd ennek a modellnek kiszámították a felszínre vonatkozó gravitációs hatását (a vízszintes gradienst). A felvett modell paramétereit addig változtatták, amíg a számított hatás eléggé jól megközelítette a mért hatást. Ezek a számítások hosszadalmasak voltak, s a modell megszerkesztéséhez szükséges fúrások adatai nem voltak elegendőek. Ez az elgondolás azonban (a mért és számított anomáliák összevetése) azóta sem változott, csupán a számítástechnikai lehetőségek javultak és a földtani ismeretek bővültek.

Már az 1920—30-as években fölmerült az az igény, hogy az anomáliákból levonják a regionális hatást. Ezt eleinte grafikus úton végezték, sokszor igen jó eredménnyel.

Az 1950-es évektől kezdődően világszerte különböző közelítő képletekkel próbálták előállítani a gravitációs tér vertikális deriváltjait. A hazai gyakorlatban is kiderült, hogy ezek a módszerek csak korlátozott mértékű közelítések, és valódi deriváltaként nem értelmezhetők.

Magyarországon az első graviméteres mérésekre 1937-ben került sor. A háború előtt a méréseket elsősorban a MAORT és a MANÁT végezte. Az eredmények egységesítése céljából 1939—1941-ben a Dunántúl területére kiterjedően létrehozta egy gravitációs alaphálózatot. Az első graviméterméréseket az ELGI Haalck, a MAORT Truman, a MANÁT pedig Thyssen típusú graviméterekkel végezte.

Az ELGI az 50-es évek elején hozta létre az ország I. és II. rendű gravitációs bázishálózatát, amely Európában, sőt az egész világon akkkor a legkorszerűbb volt. Ehhez a hálózathoz csatlakoztak a Heiland graviméterekkel és az Eötvös-ingával végzett áttekintő mérések. 1963-ban szerezte be a Geofizikai Intézet az első, valóban hordozható Sharpe gravimétert, majd később a korszerűbb Worden, ill. Sharpe műszereket. Az áttekintő mérések célja egyrészt az ország nagytektonikai viszonyainak megismerése volt, másrészt olyan anomáliák (maximumok) keresése, amelyek kőolajkutatás szempontjából perspektívikusabbak lehettek.

1958—1970 között az ELGI a graviméteres és Eötvös-inga mérések összedolgozásával 1:50 000-es térképlapokon elkészítette az ország áttekintő gravitációs térképét. Erre a térképsorozatra alapozva megkezdődött az 1:200 000-es méretarányú Bouguer anomália térképek nyomdai előállítására és kiadására, amely a 60-as évek elején pénzügyi és titkossági okokból félbemaradt.

Az 1960-as évek végén a Geofizikai Intézetben megkezdődött a graviméteres mérések adatainak lyukkártyás tárolása. Ez a munka — egy gravitációs adatbank létrehozása — figyelembe véve az újabb hálózatkiegészítő és részletmérések adatait, ma is folyik.

1963-ban az OKGT GKV is megkezdte önálló gravitációs méréseit. Így a kőolajkutatást elősegítő gravitációs méréseket — elsősorban a mélyebb medenceterületeken — ettől kezdve a GKV végezte.

Az ELTE Geofizikai Tanszékén ez időben kifejlesztettek egy olyan mátrixsorozatot, amelyet a Bouguer-anomália térképekre alkalmazva irányfüggetlen maradékanomália térképek állíthatók elő.

A GKV által mért területeken a Bouguer-anomália térképekre is ezeket a mátrixokat használták igen sikeresen (pl. Algyő). A GKV ezenkívül elkészítette az ország (Eötvös-inga és graviméter mérésekből számított) áttekintő gravitációs maradékanomália térképét is. E térkép az ország legfontosabb tektonikai elemeit igen jól kidomborítja.

A hetvenes évek végén befejeződött az ország áttekintő graviméteres felmérése azokon a területeken is, ahol régebben csak Eötvös-inga mérések voltak. Ezeket a mérési adatokat az ELGI számítógépes adatbankba vitte, így lehetővé vált kizárólag graviméteres adatokból az egész országra kiterjedő, különböző paraméterű gravitációs maradékanomália térképek szerkesztése.

Így készült el az ország 1:100 000-es méretarányú áttekintő Bouguer-anomália térképsorozata Egységes Országos Vetületi rendszerben. Az áttekintő mérések alapján elkészült az egész ország területére az 1:100 000-es méretarányú maradékanomália térképsorozat is, illetve mindkét térkép 1:500 000-es méretarányú változata.

Az 1980-as évekre a gravitációs alaphálózat pontjainak közel fele elpusztult, ezért aktuálissá vált egy olyan új gravitációs alaphálózat létesítése, amelynél döntő szempont volt az alaphálózati pontok fennmaradásának biztosítása. Az 1980-as alaphálózat már abszolút gravitációs méréseket is tartalmaz, és ellentétben az első alaphálózattal, amely Potsdami Rendszerben létesült, (azaz a nehézségi erő 1906-ban Potsdamban meghatározott értékén alapul), az új alaphálózat adatait abszolút rendszerben határozták meg. Azért, hogy e két rendszer különbsége a gyakorlati mérések során ne okozzon problémát, az új alaphálózat pontjainak adatait Potsdami Rendszerben is meghatározták.

Az áttekintő mérésekkel párhuzamosan a Geofizikai Intézet a közepes- és kismélységű medenceterületeken végzett graviméter méréseket az 1960-as évek végétől a korszerű, hordozható Worden és Sharpe graviméterekkel: víz-, kő-, szén- és bauxitkutatási programok keretében.

E mérések részben csak az áttekintő mérési hálózatot sűrítették, részben igen részletes hálózatos mérésekre is sor került. Az ELGI-ben is általánossá vált az ELTE Geofizikai Tanszékén kifejlesztett szűrők alkalmazása.

Az ELGI módszerfejlesztő tevékenységének fő célja az volt, hogy a Bouguer-anomáliákat és a szűrt Bouguer-anomáliákat optimálisan illessze a terület mélyfúrási és egyéb, már meglévő geofizikai adataihoz. Ezzel az elvvel sok területen sikerült megbízható mélységtérképet szerkeszteni a harmadidőszaki medencealjzatról. Ezek a térképek igen jó alapot adtak a további geofizikai kutatáshoz, sőt közvetlenül fúrások helyének kijelöléséhez is. A sok részterképet összeszerkesztve és kiegészítve a gravitációs mélységtérképek jelentős mértékben hozzájárultak az ország harmadidőszaki medencealjzatának 1:500 000-es méretarányú mélységtérképének megszerkesztéséhez.

Ezen munkák mellett egyre nagyobb szerepet játszanak a gravitációs értelmezésben a két-, majd egyre inkább a háromdimenziós hatásshámítások. A nagyobb teljesítményű számítógépek segítségével már meg lehet határozni egy-egy anomália mélybeli hatójának hozzávetőleges paramétereit.

A gravitációs kutatás általános fejlődésmenetéből nőtt ki a geodéziai gravimetria, az árapálykutatás, valamint a bauxit-, kőszén- és vízkutatással kapcsolatos speciális kutatások, amelyekkel külön fejezetek foglalkoznak.

A földtani célú gravitációs kutatások történeti összefoglalását úgy állítottuk össze, hogy sem a módszerfejlesztéssel, sem az elméleti kutatással, sem pedig a mérések konkrét értelmezésével foglalkozó geofizikusok nevét nem említettük. Ez egy rövid összefoglalásban bizonyos aránytalanságokhoz vezetett volna. Azért azonban, hogy e szakterületen dolgozó kutatók neve itt se merülhessen feledésbe, báró Eötvös Loránd munkatársaitól kezdődően a mai napig igyekeztünk e szakemberek neveinek felsorolásával megtisztelni azokat a kutatókat, akik gravitációs kutatásaikkal tehetségükhöz és lehetőségeikhez mértén előbbre vitték — vizik — e módszer fejlődését: BANAI Gyula, BARTA György, CSAPÓ Géza, FACSINAY László, FEKETE Jenő, HAÁZ István, KIS Károly, KLOSKA Károly, KOVÁCS Ferenc, KOMAROMI István, KOVÁCSVÖLGYI Sándor, MESKÓ Attila, OSZLACZKY Szilárd, PEKÁR Dezső, PINTÉR Anna, POLHAMMER Manóné, RENNER János, RYBÁR István, SÁRHIDAI Attila, STOMFAI Róbert, STEINER Ferenc, SZABÓ Zoltán, SZILÁRD József, VARGA Péter, VAJK Raoul, ZILÁHI SEBESS László.

IRODALOM

RENNER J. 1966: A magyar geofizika története Eötvös Loránd halálától a felszabadulásig. *Magy. Geof.* 7. 1

SZABÓ Z. 1985: Lorand Eötvös in *Applied Geophysics*. Budapest. (Megjelent az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet gondozásában)

Pintér Anna, Szabó Zoltán

HÍREK, BESZÁMOLÓK

A „EUROPEAN GEOPHYSICAL SOCIETY” XVIII. KONFERENCIÁJA Wiesbaden, 1993. május 3—7.



EUROPEAN GEOPHYSICAL SOCIETY

XVIII GENERAL ASSEMBLY

Wiesbaden

3-7 May 1993



Az 1971-ben alakult szervezet az idei évben a wiesbadeni Kongresszusi és Kiállítási Központban, a Rein-Main-Hallen épületében rendezte meg szokásos évi összejövetelét. Ezek az események mára a legnagyobbak közé számítanak Európában a föld- és űrtudományok területén. A találkozó, melyet egy szerény kiállítás is kísért, mintegy kétezer regisztrált résztvevőt vonzott.

A szervezet fő célja egy multi- és interdiszciplináris fórumot nyújtani Európa és a világ geofizikus közössége számára. Szervezi az évi gyűléseket, valamint egy-egy szűkebb témakörben, más egyesület bevonásával konferenciákat rendez, például ez év szeptemberében Korzika szigetén megtartandó „Nonlinear Variability in Geophysics 3: Scaling and multifractal processes” konferenciát szervezi. Több folyóirat kiadásában vesz részt: „Annales Geophysicae”, „Geophysical Journal International”, „Journal of Hydrology”, „Planetary & Space Sciences”, „Surveys in Geophysics” és „Tectonics”. Támogatást nyújt a fiatal európai kutatóknak a „Young Scientists’ Travel Award” és a „Young Scientists’ Publication Award” segítségével. Külön támogatási rendszere van a kelet-európai kutatók részére. Ezek a tevékenységek csak kiragadott példái annak az igen kiterjedt munkának, melyet ez a szervezet végez.

A hétfő esti megnyitón többek között átadták a „Young Scientists’ Publication Award” emlékérmét és a vele járó pénzbeli elismerést, amelynek magyar vonatkozása is volt. Sajnos nem a díjazott személyében: a felajánlott emlékérmét készítette Kótai József. Itt hangzott el egy nagyon érdekes meghívott előadás „The Reversals of the Earth’s Magnetic Field” címmel, melyet C. LAJ adott elő.

A tudományos program nyolc nagyobb témakört ölelt át:

Solid Earth Geophysics (SE),
Geodesy (G),
Natural Hazards (NH),
Oceans & Atmosphere (OA),
Hydrological Sciences (HS),
Nonlinear Processes in Geophysics (NP),
Solar-Terrestrial Sciences (ST),

Planetary & Solar System Sciences (PS).

Ezekben belül további felosztás alapján csoportosították az előadásokat, illetve a poszter bemutatókat. Terjedelmi okok miatt csak néhány szekció kiragadott alcíme álljon itt:

New Developments in Geophysical Instruments,
Satellite and Airborne Geophysics,
Applications of Parallel Processing in Geophysics,

EUROPROBE: Deep Europe,
Earth Rotation and Mantle Dynamics,
Active Volcanic Areas in Europe,
The European Geoid Determination,
The Verification of Satellite Geodetic Results for Geophysics,

Deep Sea Oceanography,
Glaciers, Ice-Sheets and Climate Research,
Tropical Atmospheric Chemistry,
Trends of Tropospheric Ozone over Europe,
Solar Radio Emission,
Open Session on Thermosphere, Ionosphere and Magnetosphere,
Origin, Evolution and Present State of Planets and Satellites,

Comets,
Water in the New Europe: Scientific and Management Issues,
Fractals, Scaling and Nonlinear Variability in Hydrology,
Chaos vs. Stochasticity in the Geophysical Sciences.

Az előadások egyszerre 23 teremben folytak, reggel 9-től este 5-ig.

A kiadott programfüzet alapján mintegy 4200 szerző működött közre az előadások és poszter bemutatók anyagának kidolgozásában.

Az eddigiekből is nyilvánvaló, hogy a rendezvény mily sok kutató számára nyújt lehetőséget tapasztalatcserére, melyből természetesen a magyar kollégák is kivették részüket, ha szerényebb mértékben is, mint az más hasonló rendezvényen megszokott. Talán ez a beszámoló felkeltheti néhány fiatal érdeklődését és a különböző támogatási rendszerek segítsé-



A HUNGIS Alapítvány a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és a Magyar Állami Földtani Intézet részvételével, az INTERGRAPH Magyarország Kft. és a Geocomp Kft. támogatásával

TÉRINFORMATIKA A KÖRNYEZETÉRT

címmel 1993. november 23—24-én kétnapos kiállítással, bemutatókkal és előadásokkal egybekötött rendezvényt tart a Magyar Állami Földtani Intézetben (Budapest, XIV., Stefánia út 14.).

A rendezvény célja olyan, a címben megfogalmazott térinformatikai (vagy egyáltalán információs) rendszerek bemutatása, amelyek megfelelnek az alábbi követelményeknek:

- gyakorlatban működők, megvalósítottak legyenek;
- működésükhöz biztosítva legyenek a törvényi, közgazdasági feltételek;
- feleljenek meg a hazai adatforgalmi, adatgyűjtési rendnek, az adatvédelmi előírásoknak;
- hitelesek, megbízhatók legyenek, integrálhatóságuk legyen biztosított, vagy legyen megteremthető;
- tulajdonjoga tisztázott legyen.

Mindezek figyelembevételével az alábbi rendszerek bemutatását tervezzük:

Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium

1. Duna-monitoring,
2. KGI térinformatikai rendszere,
3. Felső-Duna-szakasz területfejlesztési rendszere.

Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

1. Geofizikai GIS adatbázisok,
2. A Kisalföld geofizikai adatainak GIS feldolgozása az MGE/SX szoftverrel,
3. Légi geofizikai adatok képfeldolgozása.

Magyar Állami Földtani Intézet

1. Kisalföld környezetföldtani adatbázis,
2. Budapest mérnökgeológiai adatbázis,
3. Balatonfelvidék földtani adatbázis,
4. Zempléni-hegység geokémiai adatbázis.

Emellett az *INTERGRAPH Magyarország Kft.* az alábbi szoftvereket és hardvereket mutatja be:

1. ERMA szoftver IP 6480 hardveren,
2. DYNAMO szoftver IP 2430 (esetleg 2730) hardveren,
3. IMAGE STATION — úrfelvételek és légi-fényképek környezetvédelmi felhasználása.

Geocomp Kft. által bemutatandó anyagok

1. Egy budapesti kerület sokoldalú környezet-elemzési mintarendszere,
2. Budapest légszennyezettségének változását bemutató kiértékelés,
3. Egy olaj- és vegyianyag-kiömlési esetekben használható elemzési program.

A rendezvény nyitott, abban bárki részt vehet, aki megfelel a deklarált célnak és teljesíti a feltételeket.

Jelentkezni lehet 1993. október 15-ig a HUNGIS Alapítványnál írásban (1025 Budapest, Felső Zöldmáli út 128–130., telefax: 250–1231). A rendezvény helydíjas, igényelni lehet 4 m²-es kiállítói területet és a hozzá kapcsolódó 3 m² nagyságú tablófelületet. Ennek költsége: 15 000 Ft.

Jelentkezés esetén kérjük, írásban nyilatkozzon, hogy a bemutatandó anyag megfelel-e a deklarált követelményeknek.

A kiállításra való jelentkezést az igénylés sorrendjében fogadjuk el.

A rendezőbizottság tagjai:
dr. BERENCEI Rezső (HUNGIS Alapítvány)
BÖRTSÖK László (Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium)
dr. FARKAS István (Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet)
dr. TURCZI Gábor (Magyar Állami Földtani Intézet)

Budapest, 1993. június 25.

Farkas István

Az egyesületközi Geotermikus szakcsoport a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Részvénytársaság támogatásával, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Magyar Hidrológiai Társaság, a Magyarhoni Földtani Társulat és a társegyesületek rendezésében, a MOL Rt. Kongresszusi termében 1993. május 26-án *geotermikus szakmai napot* tartott a hazai geotermia jelenlegi helyzetének felmérése és megítélése céljából.

A rendezvényen részt vett a Magyar Televízió, a Budapesti Műszaki Egyetem, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, a Magyar Bányászati Hivatal, az Országos Bányaműszaki Felügyelőség, a Kerületi Bányaműszaki Felügyelőségek (Miskolc, Pécs, Szolnok és Veszprém), a Vízgazdálkodási Tudományos Központ, az Országos Vízügyi Főigazgatóság, az ATIVIZIG, a Kőolajkutató Vállalat Rt., az Izlandi Magyar Szaktanácsadó Kft., az Első Magyar Geotermális Villamosművek Kft., valamint a házigazda MOL Rt. igazgatóságának, üzemének és laboratóriumának mintegy 50 szakembere.

Dr. PATAKI Nándor elnöki megnyitójában áttekinthette a szakcsoport eddigi tevékenységét, valamint a hazai geotermia jelenlegi lehetőségeit meghatározó tényezőket.

A rendezvényen ismertetett referátumok:

- dr. ÁRPÁSI Miklós: Új helyzet a magyar Geotermiában?
- dr. HORVÁTH Ferenc—dr. DÖVÉNYI Péter: A Pannon-medence geotermális viszonyairól
- dr. STEGENA Lajos: A hazai nagy entalpiájú geotermális rezervoárok kutatásáról
- dr. LIEBE Pál: A hasznosítás hidrogeológiai feltételeiről
- dr. TÖRÖK József: A hasznosítás vízügyi-környezeti kérdéseiről

— POGÁNY László: Energetikai, ásványvagyonvédelmi és vállalkozói kapcsolatokról.

A referátumokat számos javaslat és észrevétel követte. A véleménycserét elnöki összefoglaló zárta.

Az elhangzottakból kitűnt, hogy az 1992. évi energiapolitikai koncepció, a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény, az új vízügyi és környezetvédelmi intézkedések, s nem utolsósorban a MOL Rt. által finanszírozott „Az ország geotermális lehetőségeinek felmérése” tárgyú tanulmány (1992—1993) eredményei a hazai geotermia fejlesztésében új lehetőségeket nyitnak és egyben új követelményeket is támasztottak. A felmérések szerint a geotermális hő és áram a hazai energiapiacra hosszú távon versenyképesnek ígérkezik és az ásványvagyonnak minősülő földhővel való gazdálkodás szakmai feltételei rendelkezésre állnak.

Megoldandó fejlesztési feladatok: elérni a hőhasznosítás jelenlegi mértékének többszörösét; meghonosítani a geotermális áramtermelést; kidolgozni a műveléstervezésen, a hőtechnikai folyamatelmzésen és a piaci-gazdasági optimalizáláson alapuló projektkezdést; megtalálni a porózus kőzetekbe történő vízvisszasajtolás és a sótartalmú hulladékvíz-kezelés környezetbarát és gazdaságos módszerét. Szükséges továbbá, hogy a hasznosításban érdekelt földhőtulajdonos állam és a vállalkozók közösen alakítsák ki a geotermia fejlesztésére alkalmas gazdasági-jogi környezetet.

A műszaki fejlesztés első lépéseként — a függő kérdések tisztázása és a kockázat csökkentése céljából — négy, hidrogeológiai és termelési-piaci szempontból eltérő típusú, piacorientált geotermális referenciaüzem megvalósíthatósági tanulmányának elkészítése indokolt, célszerűen a MOL Rt. KÜTEFA-jából finanszírozva.

Pogány László

NÉMET VÁNDORGYŰLÉS

A Német Geofizikusok Egyesülete 1994. május 7—11. között tartja 54. vándorgyűlését Münsterben.

A rendezvényre minél több résztvevőt várnak Magyarországról.

Részletes meghívót előreláthatólag októberben küldenek.

További információ az alábbi címen kapható:

Prof. Dr. J. UNTIEDT
 Institut für Geophysik der Universität
 Corrensstr. 24, D-48149 Münster
 Tel: 0251/83-3591
 Fax: 0251/83-8397

Bellér Éva

To commemorate the founding in 1895 of
The Geological Society of South Africa

we announce our

CENTENNIAL GEOCONGRESS

Johannesburg South Africa 3 - 7 April 1995

South Africa - Land of Geological Superlatives!

Lecture and poster presentations on economic, igneous, sedimentary, metamorphic and environmental geology, tectonics, palaeo-environments, geophysics and remote sensing, focusing mainly on Africa and Gondwana, will be included in the scientific programme. Contributions on global geology will also be welcomed.

Pre- and post-congress excursions will cover various geological formations and ore deposits, e.g. the Witwatersrand Gold Field and the Bushveld Complex, as well as interesting tourist attractions.

This is an invitation to visit the country that has it all!

Respond to this announcement and your name and address will be placed in our database to receive the September announcement and call for papers.

Contact The Congress Secretariat, Centennial Geocongress,
P.O. Box 36815, MENLO PARK, 0102 SOUTH AFRICA
Tel./Fax no. +27 12 47 3398

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztőbizottság: dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Kis Károly, Tóth Lajos, Verő László,
Zelei András

Szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)
Telefon: 201-9815
