

MGE

MGE és MTESZ márciustól júniusig — Tisztelgő látogatás — A Szeniorok Bizottságának hírei — A Magyar Geofizikusok Egyesületének Alapszabálya és Etikai Kódexe 77

EAGE

Az EAGE 1997. évi konferenciája és kiállítása 88

SZAKCIKKEK

A Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence nagymélységű nyírási zónái térbeli elhelyezkedésének közelítő meghatározása
Posgay Károly, Bardócz Béla, Bodoky Tamás, Albu István, Guthy Tibor, Hegedűs Endre, Takács Ernő 95

Geomatematikai kérdések geológus szemmel
Bárdossy György 124

A nehézségi erő vertikális gradiense helyi értékének meghatározása és szerepe a nehézségi mérések pontosságában
Csapó Géza 142

CIKKEK

A magyarországi uránipar égisze alatt végzett földtani kutatási munkák 1953–1989 — *Gerzson István* 149

Néhány megjegyzés Németh Gusztáv javaslatához a DNy-dunántúli geofizikai mérésekről — *Ádám Antal* 155

HÍREK, BESZÁMOLÓK

Takács Ernő professzor emeritus 70. születésnapja alkalmából rendezett nemzetközi tudományos konferencia és szeminárium — A Magyar Tudományos Akadémia CLX. rendes közgyűlése — 25 év és annak előzményei az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet történetében — Az SPWLA 1997. évi szimpóziuma — Keddi előadások a soproni Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben — Az ELGI könyvtárának használatáról 157

38. évfolyam 2. szám



1997

CONTENTS

MGE (Association of Hungarian Geophysicists)

News..... 77

EAGE (European Association of Geoscientists & Engineers)..... 88

Geophysical Papers

An approximate determination of the spatial position of deep shear zones of the Hódmezővásárhely–Makó Graben and of the Békés Basin

K. Posgay, B. Bardócz, T. Bodoky, I. Albu, T. Guthy, E. Hegedűs, E. Takács 95

Geomathematical problems as seen by a geologist

Gy. Bárdossy 124

The determination of the vertical gradient of gravity and its role in the accuracy of gravimeter measurements

G. Csapó 142

Papers

Geological explorations of the Hungarian uranium industry, 1953–1989 — *I. Gerzson* 149

Comments on Gusztáv Németh's proposal for geophysical measurements in the SW-Transdanubian region — *A. Ádám* 155

News and Reports 157

A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, illetve közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

Telefon: 252–4999

Felelős kiadó: dr. Bodoky Tamás igazgató

Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter



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

Index: 26 507

HU ISSN 0025—0120

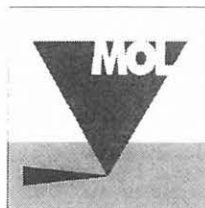
Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Szarka László,
dr. Várhegyi András, Verő László

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

Telefon: 201-9815



MOL
MAGYAR OLAJ- és GÁZIPARI
Részvénytársaság

Ipar Műszaki Fejlesztéséért Alapítvány

Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány

MGE



MGE ÉS MTESZ MÁRCIUSTÓL JÚNIUSIG

Hónapok óta gyötör a lelkiismeret, mert egy ígéretet már hosszabb ideje nem teljesítem. A mentések keresése és felsorolása helyett inkább — legalább részben — pótlom a mulasztást és röviden beszámolok az elnökség, illetve a MTESZ, azon belül is elsősorban a Szövetségi Tanács munkájáról. Remélem, senki sem gondolt arra, hogy ez a két testület beszüntette tevékenységét, ha egyáltalán feltűnt valakinek a beszámolók hiánya.

A visszaemlékezésekben egészen március 5-ig kell visszamennem. Ekkor — a TAKÁCS Ernő professzor tiszteletére rendezett ünnepi üléshez kapcsolódva — az Elnökség Miskolcon tartotta ülését. Nagyrészt azóta már lezajlott eseményekkel kapcsolatos teendők voltak napirenden, az ünnepi ülés, a közgyűlés, elsősorban az ott kiosztandó kitüntetések és jutalmak, az ifjúsági ankét. Két ötlet kidolgozása, megvalósítása azonban még a jövő feladata: a legjobb szakcikk kiválasztása pályázat útján, illetve a vitára is lehetőséget adó klubdélutánok szervezése.

A közgyűlési beszámoló már megjelent, így következő adósságom az április 29-i elnökségi ülés. A közgyűlés értékelése után, de lényegében ahhoz kapcsolódva, hiszen POSGAY Károly javaslata volt a kiindulópont, az Elnökség részletesen megvitatta egy vagy több új díj alapításának kérdését, illetve a már létező díjakkal kapcsolatos teendőket. A Tudományos és Oktatási Bizottság átfogó javaslatot

fog készíteni. Ezen az ülésen fogadta el az Elnökség az 1997. évi költségvetést, amely nagyjából meg-egyező, 13 MFt-os bevételt és kiadást irányoz elő. Szó esett még az Ifjú Szakemberek Ankétjáról és döntés született a vándorgyűlés részvételi díjáról (14 000 Ft). A bécsi EGS- és a nevadai Renoban rendezett EEGS-konferenciáról hangzott el rövid beszámoló az azokon részt vevő tagtársainktól.

A június 3-i ülés rendhagyó módon az Egyéb napirendi ponttal kezdődött, hiszen az előző ülésen idő hiányában elmaradtak a MTESZ események ismertetései. Az első esemény április 14-én az érdekvédelmi-érdekképviseleti munkacsoport alakuló ülése volt. Ennek előzménye a Szövetségi Tanács februári ülése, ahol megfogalmazódott az a vélemény, hogy az érdekvédelem stratégiai kérdés és kiemelt prioritással kell vele foglalkozni. A valamikori érdekvédelmi bizottság tagjait hívták meg, így kerültem én is bele ebbe az új munkacsoportba. Végül is három fontos kérdéskör, ennek megfelelően három al-munkacsoport alakult. Az első és sürgős feladat a szakértői engedélyek immár sokadik menete. Érdekességként álljon itt a Magyar Mérnöki Kamarának a szakértői tevékenység definíciójára vonatkozó javaslatának első pontja:

„Az ipari szakértői tevékenység tárgya lehet szakvélemény, jelentés, tanulmány készítése, a műszaki jelenségek ok-okozati összefüggéseinek magas szakmai színvonalú, független, etikus értékelé-

se, ezen belül a vitatott esetek megítélése; a hibák, károk, illetve ezek okainak feltárása; továbbá műszaki tanácsadás tervezési-fejlesztési, gyártási és üzemeltetési feladatok megoldásában, ha egyébként a szakterület nincs tervezői jogosultsághoz kötve.”

Ezek után talán érthető, hogy nem nagyon törekedtem az ezzel a kérdéssel foglalkozó almunkacsoport tagságára. A mi elképzelésünk a szakértői munkáról ugyanis eléggé eltér ettől. Az a vélemény viszont már eléggé általánosan elfogadott, hogy az élet- és vagyonvédelem lehet az a kritérium, amely alapján a különböző jellegű szakértői engedélyek — szakértői névjegyzék, kamarai tagság, egyesületi vagy más szakértői engedély — szükségessége között döntené lehet. Őszintén szólva a második kérdés, a non-profit törvény is eléggé távol állt tőlem, nem is nagyon ismertem az első változat problémáit, így más nem maradt hátra, mint elvállalni az általános érdekképviseleti kérdések kidolgozásában való közreműködést.

A következő esemény a második kérdéskörhöz kapcsolódott. Április 25-én PANKUCSI Márta, a Művelődési és Közoktatási Minisztérium Civil Kapcsolatok Igazgatóságának igazgatója, a non-profit törvénytervezet előkészítő munkacsoport vezetője tartott tájékoztatót. Annak ellenére, hogy egy törvénytervezet már született, nem szövegszerű változatot ismerttetett, mert ami volt, azt mindenki rossznak találta, az új pedig még nem készült el. Amit elvetettek, az a non-profit szervezetek állami felügyelete volt egy külön állami intézmény által, valamint a szervezetek besorolását egy ötfokozatú közhasznossági skálába. Akkor még vitatott volt a közhasznú tevékenység definíciója. Az egyesületek számára a legfontosabb kérdés az, hogy tevékenységük belefér-e majd a közhasznúság kategóriájába és milyen közvetlen — normatív és pályázati — és közvetett — adó- és egyéb kedvezmények — támogatásra számíthatnak a jövőben. Az egyik leginkább vitatott kérdés az volt, hogy profit-orientált szervezet végezhet-e közhasznú tevékenységet. A MTESZ ígéretet kapott, hogy a módosított törvénytervezet is megkapja és véleményezheti.

Április 29-én meghívásos konferenciát rendezett a MTESZ *Információáramlás a MTESZ-ben — Tudjunk többet egymásról* címmel. Ezen HEGYBÍRÓ Zsuzsanna alelnök és TÓTH Lajos vett részt. A rövidített változatban is 11 oldalas jegyzőkönyvet olvasva furcsa kettősséget éreztem. A lehetőségek között elsősorban az elektronikus információáramlást és -cserét említette mindenki, a gyakorlatban azonban szinte kizárólag nyomtatott termékek szolgálnak erre a célra. Alelnökünk javaslata a kettő áthidalására, hogy az elektronikus formában amúgy is meglévő folyóiratok jelenjenek meg az egyesületi

honlapokon, kevés visszhangot váltott ki. Nem kellene nekünk elől járni a jó példával?

A Szövetségi Tanács május 9-i ülésének fő témája a gazdasági helyzet volt, beleértve az egyesületek támogatását is. A múlt év eredménye az, hogy vagyonvesztés nem volt, de napi likviditási gondok jelentkeznek. Változatlanul megoldatlan a technika házak tulajdonjogának kérdése. Abból a VII. emeleti teremből, ahol a Szövetségi Tanács ülésezni szokott, jó a kilátás a szomszédos Parlamentre, akár át is lehetne kiabálni (néhány évvel ezelőtt vándorgyűlésünk poszterei ebben a teremben voltak kiállítva). Ez a fizikai közelség azonban semmit sem jelent, évek óta nem sikerül tisztázni, kinek a tulajdonában vannak a technika házak. Némi vita után elfogadtuk az 1997. évi támogatásokat. Természetesen mindenki kevésnek találta azt a néhány száz ezer forintot, amely egy egyesületre esett, azt azonban nehezen tudom megérteni, hogy sok egyesület éves költségvetésének 1%-át sem kitevő támogatás körül miért kell ekkora „elvi” vitát rendezni? Ervelnek az egyesület taglétszámának figyelembe vétele mellett és ellen, különbséget akarnak tenni az alaptudományi és ipari háttérrel is rendelkező egyesületek között és még számtalan furfangot eszelnek ki az 1% esetleg 1,1%-ra emelése érdekében. Egyesületünk első ízben folyamodott ilyen támogatásért és kapott 300 000 Ft-ot.

Az 1%-os törvény (elnézést, a számok egybeesése a véletlen műve) következményei is szóba kerültek. Célszerű az alapszabályt hitelesíttetni a bírósággal, ezt meg is fogjuk tenni. (A beszámoló írása közben érkezett a hír: a Fővárosi Bíróság június hó 16-án az alapszabály jogszabályon alapuló módosítását tudomásul vette.)

Csak emlékeztetőül: ez most a június 3-i elnökségi ülés *Egyebek* című napirendi pontja, beszámoló MTESZ eseményekről. Egyesületünk más eseményeken is képviseltette magát, FERENCZY László az MGSZ Földtani Tanácsának üléséről, ORMOS Tamás pedig az Eötvös Loránd Fizikai Társulat közgyűlésén vett részt. Az Elnökség kijelölte azt a négytagú bizottságot, amely szeptemberre elkészíti javaslatunkat a tavalyi Convocation egyik ötletével, a nemzetközi folyóirattal kapcsolatban. Nem felejtettük el egyik tagtársunkat MTESZ-díjra javasolni.

Attól félek, még az ilyen rövid beszámolók sorozata is kezd már túl hosszúvá válni az események sokasága miatt. Pedig még nincs vége. Június 6-án ismét ülést tartott a Szövetségi Tanács. Az első napirendi pont a japán nagykövet tájékoztatója volt a japán–magyar műszaki kapcsolatokról. Az eléggé általános bevezető után a követségi első titkár mondott — magyarul — egy már konkrétabb ismertetést. A sok írás miatt már kezdenek kifejlődni ben-

nem az újságírói rossz tulajdonságok. Mikor a titkár úr azt bizonygatta, hogy a térségen belül Magyarországon ugyanazt a szerepet tölti be számukra, mint Nyugat-Európában Anglia, tudatosan választották ki országunkat erre a feladatra, mert — és itt következett jó tulajdonságaink felsorolása, az jutott eszembe, vajon mit mond most a prágai első titkár az ottani MTESZ-ben? Az előzetes program szerint még a Nomura Bankház képviselője tartott volna rövid tájékoztatót, ez azonban elmaradt. Az ok talán a *Heti Világgazdaság* június 14-i számában megjelent cikkben leírtakból következik: „Alvilági figuráknak kifizetett »hallgatási díj« miatt keveredett botrányba a legnagyobb japán brókerház, a Nomura, amelynek vezetői közül többen rács mögé kerültek.”

Ezen az ülésen még módosítottuk a MTESZ alapszabályát, hogy eleget tegyen az 1%-os törvény és még inkább az APEH előírásainak, szó esett az érdekvédelmi munkacsoportról és a technika házak mellett leginkább örökzöld témáról, a szakértői tevékenységről. Egy ilyen mondat hangzott el: Minden olyan területen, amely nem mond ellent a módosítandó törvénynek, az egyesületek szakértői engedélyeket adhatnak ki.

Június 10-én volt egy sajtószóvivői értekezlet. Úgy látszik, a tanév végére mindenki elfáradt, a jelenlét a 20%-ot sem érte el. Két lényeges információ. Állítólag a pokolban a magyar értelmiség üstje az egyetlen, ahova nem kell kisördögöt állítani, úgyis visszarángatják egymást. A másik pedig az, hogy jövőre lesz 50 éves a MTESZ. Ebből az

alkalomból minden egyesületnek kellene készítenie önmagáról egy 4-5 oldalas színes anyagot, amely a sajtó számára is használható lenne. Ha ez az ötlet megvalósul, ki kell tennünk magunkért.

Igérem, ez lesz az utolsó esemény. Meghívót kaptunk, feladó a Külügyminisztérium Protokoll.

„A Magyar Köztársaság Kormánya tisztelettel meghívja Önt Öexc. Dato Seri Dr. Mahathir bin Mohamad úr, Malájzia miniszterelnökének a *Multi-media Superfolyosó* programról 1997. június 24-én, kedden 09.00 órakor a Parlament Kongresszusi termében tartandó előadására.” Ott voltam. A fő tanulság az, hogy akinek dollármilliárdjai vannak, az bátran tervez. Új fővárost, új informatikai iparvárost, új nemzetközi repülőteret, gigabit/s kapacitású üvegszálalás „csőhálózatot”, műholdat, papírmentes kormányzatot, távoktatást, orvosi távdiagnosztikát, távirányított termelést, interaktív szórakozást, egyetlen mágneskártyát, ami mindent tud tulajdonosáról (mindez részletesebben olvasható a Titkárságon leadott anyagban). Igaz, hogy az előadás célja magyar együttműködők megtalálása volt, geofizikáról azonban nem esett szó. És hogy ezt a beszámoló sorozatot méltóképpen zárjam, leirom azt a két kérdést, ami felmerült bennem. Mit fog érezni az a beteg, akit egy nagy távolságban lévő sebész operál úgy, hogy csak egy képernyőt lát és a műtétet magát egy távirányítású robot végzi? Hogyan jelenítené meg ezt a „Vízión 2020” néven elképzelt világot MADÁCH?

Verő László

TISZTELGŐ LÁTOGATÁS

A celldömölki általános iskola 1972 májusában vette föl EÖTVÖS Loránd nevét. A névadó ünnepség gondolatának jegyében hagyomány, hogy minden év májusában fizikaversenyt rendeznek az iskola 7. és 8. osztályos tanulói számára. Az idei évben ünneplik az iskola fennállásának 100 éves évfordulóját is. Az ünnepségsorozatra kedves hangú levélben meghívták az Egyesület Szeniorok Bizottságának néhány tagját. Az iskolaigazgató, ROZMÁN László meghívásához csatlakozott DALA József helytörténész is, akit két évvel ezelőtt ismertünk meg az emlékezetes Ság-hegyi tanulmányi kirándulás alkalmával.

A meghívásnak örömmel tettünk eleget. A jubileum alkalmával DALA József az iskolának adományozta gazdag gyűjteményének azokat a darabjait, amelyek kapcsolódnak EÖTVÖS Loránd tevékenységéhez. Ezek elsősorban a Ság-hegyen történt ingaméréssel kapcsolatosak, korabeli

fényképek, írott és nyomtatott emlékek, de tartalmaz ez a gyűjtemény olyan anyagokat is, amelyek a tudós személyével, egyéb munkáival foglalkoznak.

A kiállítás és az ünnepség az iskola dísztermében volt. A Ság-hegyi múzeumból áthozták erre az alkalomra azt az ingát, amelyet sok évvel ezelőtt a tihanyi gyűjteményből kértek kölcsön. A rövidre fogott megemlékezések után a fizikaversenyen részt vevők elvonultak azokba a tantermekbe, ahol a verseny folyt, mi pedig alaposabban megtekinthetjük a kiállított anyagot. Az Egyesület nevében átadtunk a kiállítás anyagához néhány olyan képet, amelyek a torziós inga diadalútját mutatják be, pl. azt a fényképet, ahol RENNÉR Jánosék elefántháton szállítják a műszert. Átadtunk az iskolának olyan térképeket is, amelyek a mai korban készültek, de valahogyan kapcsolódnak szűkebb pátriájukhoz. A földmágneses térképen pl. kis színes folt a Ság-hegy

keltette mágneses zavar, a közelében egy másik színes foltban örömmel ismertek föl valami olyan helyet, ami úgy szabad szemmel nem is látszik balzalthegyek.

A fizikaverseny ebben az évben csak elméleti kérdések megoldásából állt, az értékeléssel együtt kb. két órát vett igénybe. Az eredmények között — az értékelők szerint — idén jó, sőt nagyon jó megoldások születtek. Mi nem kerültünk közel sem a versenyzőkhöz, sem az értékeléshez, a zsüri döntését elfogadva adtunk jutalmakat az Egyesület nevében. Mind a 7. osztályos PINTÉR Milán, mind a 8. osztályos KOVÁCS Ákos kapott egy példányt abból a néhány centis pici könyvből, amely EÖTVÖS életét és munkásságát ismerteti.

A tágabb pátria nagyjai közül tisztelet övezi ott WEÖRES Sándort. Szülőföldjének szóló versei közül több nem jelent meg nyomtatásban. Ezek egyikének a kéziratát fénymásolatban megkaptuk. Megkaptuk

egy példányát annak az emlékkönyvnek is, amelyet az iskola előző igazgatója írt az iskola történetéről. Ez a történet messze túlnyúlik a száz esztendőn, olyan régi időkre, amikor volt már valamiféle tanítás, de iskoláról nem lehetett beszélni a mai értelemben. Akkor egy-egy elkötelezett ember felelősségvállalásán múlt, hogy történjék valami előrelépés. Örvendetes, hogy a hagyományörzők nem engedik feledésbe merülni ezeknek a nevéket. Ismételten ráirányítják a tanulók figyelmét a tiszteletet érdemlő elődökre, a szülőföld szeretetére és ezen keresztül az igaz hazafiságra.

Az ünnepség végén barátságban váltunk el, megtisztelve éreztük magunkat, hogy abból a lelkesedésből még mi is meríthettünk. Jövőre EÖTVÖS születésének lesz kerek számú évfordulója, biztos, hogy újra találkozunk.

Stomfai Róbert, Ujfalu Antal

A SZENIOROK BIZOTTSÁGÁNAK HÍREI

A szeniorok 1997. évi tavaszi baráti találkozóját május 8-án rendeztük a Magyar Geofizikusok Egyesületében. A jól sikerült összejövetelen 34 tagtársunk jelent meg. A találkozón részt vettek az Egyesület vezetői is: PÁLYI András, az Egyesület elnöke, HEGYBÍRÓ Zsuzsanna alelnök és VERŐ László, az Egyesület titkára.

PÁLYI András elnök üdvözölte a megjelenteket és annak a meggyőződésének adott kifejezést, hogy

szervezeti életünk erősítése, javítása ügyében a szeniorok klubját példának lehetne tekinteni.

A rendezvény sikeréért köszönet illeti a Magyar Geofizikusokért Alapítványt, valamint BELLÉR Évát, a Magyar Geofizikusok Egyesületének ügyvezető titkárát és munkatársát, SZIKORA Hildát.

A Szeniorok Bizottsága a következő rendezvényt 1997. október 2-ára tervezi.

*Aczél Etelka,
a Szeniorok Bizottságának elnöke*

MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE ALAPSZABÁLY

1997

Lapunk 1993. évi 4., ünnepi számában jelentettük meg Egyesületünk Alapszabályát, Ügyrendjét és Etikai Kódexét. Az azóta eltelt négy év alatt kisebb-nagyobb módosításokra került sor, ezért láttuk célszerűnek az Alapszabály és az Etikai Kódex új szövegének közreadását.

1.§. Az Egyesület neve és címe

1. Az Egyesület neve: Magyar Geofizikusok Egyesülete (MGE)
Angolul: Association of Hungarian Geophysicists
Németül: Ungarische Geophysikalische Gesellschaft

Franciaul: Association des Géophysicistes
Hongrois

Oroszul: Общество Венгерских Геофизиков

2. Az Egyesület székhelye: Budapest
3. Az Egyesület pecsétje: Földgömb, közepén Eötvös-ingával, köriratban: az Egyesület neve, alakulási éve (1954)
4. Az Egyesület önálló jogi személy.

2.§. Az Egyesület célja

1. A Magyar Geofizikusok Egyesülete tömöríti a geofizika különböző területein és a rokon szakmákban dolgozó szakembereket.
2. Tagjai számára lehetőséget teremt ismereteik, tapasztalataik, eredményeik kicserélésére és ismertetésére, valamint részt vesz a tagság szakmai érdekvédelmében.
3. Együttműködik más hazai, külföldi és nemzetközi szakmai-tudományos egyesületekkel, szövetségekkel és szervezetekkel.
4. Segítséget nyújt a geofizika területén tevékenykedő, vagy azzal kapcsolatban lévő intézmények szakmai és egyéb feladatainak megoldásához.
5. Az Egyesület politikai pártoktól mindenkor független, azoktól támogatást semmikor nem fogad el. Politikai választásokon — összhangban a CXVII tv. 4.§ 2. bekezdés c. pontjával —, jelöltállításban, választási kampányban illetve azok elősegítésében sem önállóan, sem másokkal közösen nem vesz részt és azokat nem támogatja.

3.§. Az Egyesület tevékenysége

1. A magyar geofizika hagyományainak szellemében a tudományos és technikai színvonal emelése, a tudomány eredményeinek gyakorlati alkalmazása érdekében:
 - a) előadásokat, ankétokat, konferenciákat, szimpóziumokat, vitauléseket rendez;
 - b) szakfolyóiratot ad ki;
 - c) műszaki és tudományos feladatok megoldására pályázatokat ír ki;
 - d) szakvéleményeket dolgoz ki, megbízásokat vállal.
2. Figyelemmel kíséri és segíti a szakemberek képzését és továbbképzését, szoros kapcsolatot tart az egyetemi szaktanszékekkel.
3. Kiemelt figyelmet fordít a fiatal szakemberek egyesületi és szakmai beilleszkedésére.
4. Kapcsolatot tart fenn nemzetközi és országos tudományos egyesületekkel. Az Egyesület tagja lehet nemzetközi szervezeteknek.
5. A szakmai és egyesületi munka elismerése céljából kitüntetések alapít és adományoz (a kitüntetési szabályzat az Alapszabály függelékét képezi), valamint alapítványokat hoz létre.

4.§. Az Egyesület tagjai

1. Az Egyesületnek rendes és jogi tagjai lehetnek.
2. Az Egyesület rendes tagja lehet az a magyar és külföldi állampolgár, aki magáévá teszi az Egyesület célkitűzéseit és belépési szándékát két egyesületi tag ajánlásával az Elnökségnek bejelenti.
3. A rendes tag lehet:
 - közép- és felsőfokú oktatási intézmény nappali tagozatán tanuló diák
 - tag
 - aktív tag
 - nyugdíjas tag.A tanulmányok befejezésekor, vagy nyugdíjas vonuláskor az átsorolás automatikus, amennyiben a tag továbbra is fenn kívánja tartani tagsági viszonyát, vagy kizárására okot adó esemény nem következett be.
4. Jogi tag lehet bármely intézmény és vállalat, amely felvételét kéri.
5. Az Egyesület szerepelteti jogi tagjainak listáját kiadványaiban, rendezvényein és INTERNET honlapján.

5.§. A tagok felvétele

1. A tagok felvételét az ajánlók aláírásával ellátott belépési nyilatkozat alapján az Elnökség hagyja jóvá.
2. A jogi tag felvételéről az Elnökség dönt.

6.§. A tagok jogai

1. Az Egyesület rendes tagjai és képviselőik útján jogi tagjai részt vehetnek az Egyesület által rendezett előadásokon, konferenciákon, vitauléseken stb.
2. A rendes tag részt vehet szavazati joggal a Közgyűléseken, és bármely tisztségre választható.
3. Az Egyesület megbízásából a rendes tagok és képviselőik útján a jogi tagok részt vehetnek nemzetközi konferenciákon, külföldi tanulmányutakon stb.
4. A jogi tag kérheti az Egyesületet vállalatánál, illetve intézményénél előadások, ankétok, vitaulések megtartására, az ott dolgozók szakmai továbbképzésére, valamint a vállalat, ill. intézmény tudományos problémáinak megoldásában való közreműködésre, valamint javaslatokat és ajánlásokat tehet az Egyesület részére.

5. Az Egyesület tagjai bármely más hazai vagy külföldi (nemzetközi) szakmai szervezetnek is tagjai lehetnek.
6. A tag az esetlegesen törvénysértő határozatot 30 napon belül a bíróság előtt megtámadhatja.
2. A Közgyűlés évenként egyszer, az év elején (legkésőbb április közepéig) ülésezik. Összehívásáról az Elnökség gondoskodik, lebonyolítását az Egyesület ügyrendje szabályozza.
3. A Közgyűlés feladatai:
 - a) beszámoltatja az Elnökséget az Egyesület éves működéséről és anyagi helyzetéről;
 - b) meghatározza az Egyesület előtt álló legfontosabb feladatokat;
 - c) dönt az Egyesület tárgyévi költségvetéséről,
 - d) megvitatja és jóváhagyja az Egyesület alapszabályát és annak esetenkénti módosításait;
 - e) dönt lényeges szervezeti és működési kérdésekben;
 - f) megállapítja a rendes tagok éves tagdíját;
 - g) megválasztja az Egyesület vezető tisztségviselői közül:
 - az első alelnököt (a következő év elnökét) évenként,
 - a titkárt 3 évenként,

7.§. A tagsági viszonyból fakadó kötelezettségek

1. Az Egyesület tagjainak az Egyesületben vagy Egyesülettel kapcsolatosan folytatott tevékenységükben az érvényes Alapszabály és Etikai Kódex előírásainak megfelelően kell eljárniuk.
2. A rendes tagok évi tagsági díjat fizetnek (tárgyév március 1-ig), amelynek a mértékét a Közgyűlés állapítja meg.
A diák és nyugdíjas tag az aktív tag díjának 50%-át fizeti. A rendes tag írásbeli kérésére az Elnökség méltányossági alapon hozzájárulhat a tagdíj-fizetés szüneteltetéséhez.
3. Jogi tag az Egyesületet megállapodás alapján, anyagilag (jogi tagdíj) és egyéb módon támogatja.

8.§. Az egyesületi tagság megszűnése

1. A rendes tagnak a kilépési szándékát írásban kell benyújtania az Egyesület Titkárságán. A nyilvántartásból való törlés az Elnökség hatásköre.
2. Azt a tagot, akit/amelyet a büntető törvénykönyv elleni vétség alapján jogerősen elítélnek, vagy aki/amely súlyosan megszegi az Egyesület Alapszabályát és/vagy Etikai Kódexét, azt az Elnökség által felkért bizottság véleménye alapján az Elnökség jogosult kizárni.
3. Azt a rendes tagot, aki tárgyévi tagdíj-fizetési kötelezettségének határidőre nem tett eleget, az Egyesület Titkársága írásban szólítja fel. Amennyiben fél éven belül nem egyenlíti ki tagdíj-tartozását, az Elnökség határozattal törli a tagok sorából.
- h) alapítványokat hozhat létre, és kitüntetések alapíthat;
- i) dönt az Egyesület belépési szándékáról más hazai vagy nemzetközi szervezetbe
4. Az Egyesület elnöke rendkívüli Közgyűlést köteles összehívni a tagság 10%-ának aláírással ellátott kérelme alapján, a kérelem beérkezésétől számított egy hónapon belül.
5. A Közgyűlés az általa választott tisztségviselőket visszahívhatja.
6. A Közgyűlésen a szavazásra jogosult jelenlévő tagok szótöbbséggel határoznak. Személyi ügyekben a szavazás titkos.

11.§. Az Elnökség

1. Az Egyesület ügyeit két Közgyűlés között az Elnökség intézi, amelynek tagjai:
 - az elnök és a két alelnök (a következő év elnöke és az elmúlt év elnöke),
 - a titkár,
 - az Egyesület lapjának főszerkesztője,
 - a szakosztályok és a területi csoportok 1-1 képviselője: elnöke vagy titkára.

9.§. Az Egyesület vezető testületei

1. Közgyűlés
2. Elnökség

10.§. A Közgyűlés

1. Az Egyesület legfelső testülete az Egyesület tagjaiból álló Közgyűlés.

2. Az Elnökség mandátuma 3 év időtartamra szól. Ezen belül az elnökre és alelnökökre vonatkozó szabályozást a 12.§ tartalmazza.
3. Az Elnökség legalább három havonta ülésezik, minden esetben szavazattöbbséggel határoz. Személyi kérdésekben titkos szavazással dönt. A határozatképességhez legalább 2/3-os jelenlét szükséges.
4. Az üléseken meghívottként részt vesz
 - a) az ellenőrző bizottság elnöke;
 - b) a tárgyaló témának megfelelően az adott bizottság képviselője;
 - c) valamint, akiket az Elnökség meghív.
5. Az Elnökség intézi az Egyesület minden fontosabb ügyét. Fő feladatai a következők:
 - a) az egyesületi munka szervezése és gazdálkodásának irányítása;
 - b) az Egyesület ügyrendjének megállapítása;
 - c) az állandó és időszakos bizottságok vezetőinek megválasztása;
 - d) tagfelvételi kérelmek, kizárás és törlés elbírálása;
 - e) kitüntetések, alapítványok létrehozásának kezdeményezése;
 - f) döntés kitüntetések odaítélésében;
 - g) az utalványozási joggal rendelkezők személyének meghatározása;
 - h) pályázatok kiírása.
6. Az Elnökség az Egyesület tagjai közül választja meg a rendszeres munkát igénylő tevékenységek (nagyrendezvények, külföldi utazások, gazdasági ügyek stb.) felelőseit.
7. Az elnök, ha szükségesnek látja, bármikor összehívhat elnökségi ülést, de az elnökségi tagok 25%-ának írásbeli kérésére köteles azt 14 napon belül összehívni.
8. Két elnökségi ülés közötti esetleges sürgős döntéseket az elnök — az alelnökök és a titkár bevonásával — hozza meg. A döntésekről a következő elnökségi ülésen az Elnökséget tájékoztatni kell.
9. Az Elnökség dönt a választott tisztségviselő tartós akadályoztatása esetén annak helyettesítéséről, illetve időszakos pótlásáról.

12.§. Az Egyesület elnöke és alelnökei

1. Az elnök egy személyben képviseli az Egyesületet a különböző szerveknél és intézményeknél, valamint a nemzetközi kapcsolatokban.

2. Az elnök ellenőrzi a Közgyűlés és az Elnökség határozatainak végrehajtását, az üléseken elnököl, utalványoz és aláír, szavazati egyenlőség esetén az ő szavazata dönt.
3. Az elnöki megbízatás 1 évre szól (éves közgyűléstől éves közgyűlésig) és a tisztséget automatikusan az előző évben a Közgyűlés által választott első alelnök (vice president) tölti be.
4. Az elnöki mandátum után a következő 1 évben a volt elnök választás nélkül a második alelnök (past president) tisztséget látja el.
5. A leköszönő második alelnök legkorábban két év múlva jelölhető (választható) újra alelnöknek.
6. Az elnököt az alelnökök helyettesíthetik.

13.§. Az Egyesület titkára

1. Biztosítja az alapszabály és az ügyrend betartását, valamint az Egyesület által hozott határozatok végrehajtását
2. Két elnökségi ülés között folyamatosan intézi az Egyesület ügyeit, irányítja a titkárságot.
3. Az Elnökség által meghatározott hatáskörben az Egyesületet képviseli.
4. Az Egyesület titkárát a Közgyűlés 3 évre választja, legfeljebb két ciklusra.

14.§. Főszerkesztő

1. Irányítja az Egyesület lapjának, a Magyar Geofizikának a szerkesztését a szerkesztőbizottság és az Elnökség által megadott szempontok alapján.
2. Felelős a lap szakmai tartalmáért.
3. Munkájáról az Elnökségnek számol be.
4. A Közgyűlés 3 évre választja.

15.§. Ellenőrző bizottság (E. B.)

1. Az E. B. ellenőrzi az Egyesület alapszabályszerű működését, különösen a vagyoni eszközöknek a jogszabályokban meghatározott módon történő felhasználását. Közvetlen intézkedési joggal nem rendelkezik.
2. Az E. B. elnökét, 2 tagját a Közgyűlés választja meg 3 évi időtartamra. Működéséért közvetlenül és kizárólag a Közgyűlésnek felelős.
3. Elnöke jogosult részt venni az Elnökség ülésein tanácskozási joggal. Az éves költségvetés és a

zárszámadás elfogadása tárgyában a Közgyűlés csak az E. B. véleményének és javaslatának ismeretében dönthet.

16.§. Szakosztályok, állandó és időszakos bizottságok

1. Az Egyesület egyes munkaterületein a szakosztályok, állandó és időszakos bizottságok működnek.
2. A szakosztályok tisztségviselőit, valamint vezetésének tagjait 3 évre a szakosztályok tagjai választják meg.
3. Azon bizottságok elnökeit és titkárait, amelyekről az alapszabály külön nem rendelkezik, az Elnökség választja, tagjait a bizottságok elnökeinek javaslata alapján az Elnökség hagyja jóvá. Az állandó bizottságok mandátuma 3 év.
4. Nemzetközi szakmai szervezetek az Egyesület keretén belül szakosztályokat hozhatnak létre, melyek működési rendjét az Egyesület és az illető szervezet Alapszabályából kell levezetni.

17.§. Területi csoportok

1. Az Egyesület a tudományos és ipari központokban, amennyiben az Egyesület céljával kapcsolatos ipar, vagy tudományágban dolgozók száma ezt indokolta teszi, területi csoportokat létesít.
2. A területi csoportok elnökét és titkárát, valamint vezetését 3 évre a területi csoportok tagjai választják meg.
3. A területi csoportok működését az ügyrend szabályozza.

18.§. Ügyrend

Az Egyesület testületei és titkársága részletes feladatkörét, működési rendjét és munkamódszereit az Elnökség által jóváhagyott ügyrend szabályozza.

19.§. Titkárság

1. Az Egyesület titkársága az ügyrendnek megfelelően végzi munkáját.
2. A titkárság munkájáért az Egyesület titkára felelős.

20.§. Az Egyesület gazdálkodása

1. Az Egyesület önálló vagyonnal rendelkezik.
2. Az Egyesület a társadalmi szervezetekre érvényes szabályok szerint gazdálkodik.
3. Az Egyesület vállalkozásokat is folytathat. Ebből származó eredménye vagyonát módosítja.
4. Az Egyesület éves pénzügyi terv alapján gazdálkodik összhangban a hatályos jogszabályokkal.
5. Az Egyesület a tartozásaiért saját vagyonával felel.

21.§. Záró rendelkezések

1. Az Egyesület tevékenysége felett — az Egyesületi törvény előírásai szerint — a törvényességi felügyeletet az ügyészség gyakorolja.
2. Az Egyesület tevékenységére az Alapszabály által nem szabályozott kérdésekben a Polgári törvénykönyv 61–64.§-ai, illetőleg az egyesülési jogról szóló 1989. II. törvény rendelkezéseit kell alkalmazni.
3. Az 1954. évben alakult MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE-t a Fővárosi Bíróság 1989. évben 410. sz. alatt nyilvántartásba vette.
4. A jelen Alapszabályt az 1997. április 4-én tartott közgyűlés fogadta el, s ezzel hatályba lépett.

A módosítások, a korszerűsítések a minden évben megtartott közgyűlésen kerülnek jóváhagyásra.

ALAPSZABÁLY-FÜGGELÉK

1.§. A Magyar Geofizikusok Egyesülete által adományozható kitüntetések

1. EÖTVÖS LORÁND emlékérem (alapítási éve: 1956)

2. TISZTELETI tagság (1954)
3. EGYED LÁSZLÓ emlékérem (1985)
4. RENNER JÁNOS emlékérem (1985)
5. EGYESÜLETI EMLÉKLAP (1965)

2.§. Az EÖTVÖS LORÁND emlékérem alapszabálya

1. A Magyar Geofizikusok Egyesülete a geofizikai tudományban kifejtett kimagasló, odaadó tevékenységért és munkásságért emlékérmeket alapít. Az emlékérem EÖTVÖS Loránd, a nagy magyar geofizikus és feltaláló nevét viseli.
2. Az EÖTVÖS LORÁND emlékérem előlapján EÖTVÖS Loránd domborművé arcképe látható, ezzel a körirattal: Eötvös Loránd 1848–1919. Az érem hátlapjának a felirata: Magyar Geofizikusok Egyesülete X.Y.-nak 19.. (évszám).
3. A Magyar Geofizikusok Egyesülete az emlékérmeket minden harmadik évben adhatja ki. Egy alkalommal csak egy emlékérem adományozható.
4. Az emlékérem csak a Magyar Geofizikusok Egyesülete rendes tagjának ítéltethető oda. Egy személy csak egyszer kaphatja meg.
5. Az érem odaítélésénél olyan életművek vehetők figyelembe, amelyeknek tudományos eredményei önálló kutatások alapján a geofizikát lényegesen előrevitték.
6. Az emlékérem kiosztása előtt legalább hat hónappal az Elnökség egy bizottságot kér fel a kitüntetési javaslat megtételére. A javaslatokat rangsorolva, részletes indoklással az Elnökség elé terjeszti, amely az emlékérem odaítéléséről dönt.
7. Az emlékérem átadása a Közgyűlésen történik.
8. Az Elnökség döntését a teljes indoklással együtt az Egyesület lapjában közölni kell.
9. Ha a bizottság megfelelő életművet nem talál, akkor az emlékérem abban az évben nem adható ki.
10. Az EÖTVÖS LORÁND emlékérem tulajdonosa egyúttal az Egyesület TISZTELETI tagjává válik.

3.§. TISZTELETI tagság alapszabálya

1. A Magyar Geofizikusok Egyesülete TISZTELETI tagja lehet egyesületi tagságtól függetlenül az a belföldi, vagy külföldi állampolgár, aki a geofizikában, vagy annak rokon tudományaiban, vagy az Egyesület céljainak megvalósításában rendkívüli érdemeket szerzett.
2. A Magyar Geofizikusok Egyesülete Elnöksége TISZTELETI tagot (tagokat) minden harmadik évben választ. Az átadás előtt legalább hat hónappal az Elnökség egy bizottságot kér fel a kitüntetési javaslat(ok) megtételére. Ezeket rangsorolva részletes indoklással az Elnökség elé terjeszti, amely a TISZTELETI tagság odaítéléséről dönt.

nappal az Elnökség egy bizottságot kér fel a kitüntetési javaslat (javaslatok) megtételére. Ezeket rangsorolva részletes indoklással az Elnökség elé terjeszti, amely a TISZTELETI tagság odaítéléséről dönt.

3. A TISZTELETI tagságról szóló okmány átadása a Közgyűlésen vagy más ünnepélyes alkalommal történik.
4. Az Elnökség döntését a teljes indoklással együtt az Egyesület lapjában közölni kell.
5. A TISZTELETI tagsággal az adott évben kitüntetett személyek számáról az Elnökség dönt.
6. A TISZTELETI tag a MGE rendezvényein részvételi díj fizetése nélkül vehet részt.

4.§. Az EGYED LÁSZLÓ emlékérem alapszabálya

1. A Magyar Geofizikusok Egyesülete a geofizika területén kifejtett kiemelkedő szakmai munka elismerésére emlékérmeket alapít. Az emlékérem EGYED László, a kiváló magyar geofizikus nevét viseli.
2. Az EGYED LÁSZLÓ emlékérem leírása:
85 mm átmérőjű és 6 mm vastag bronzérem. Az érem első oldalán EGYED László domborművé arcképe látható. Az arckép körül: „1914 • EGYED LÁSZLÓ • 1970” felirat. Az érem hátsó oldalán: „Magyar Geofizikusok Egyesülete”. Az adományozásáról kiállított okiratot az emlékéremmel együtt kell átadni.
3. A Magyar Geofizikusok Egyesülete az emlékérmeket minden második évben adhatja ki. Egy alkalommal legfeljebb két emlékérem adományozható.
4. Az emlékérem csak a Magyar Geofizikusok Egyesülete rendes tagjának ítéltethető oda. Egy személy csak egyszer kaphatja meg.
5. Az emlékérem adományozható:
 - a geofizika valamely szakterületén nyújtott kiemelkedő teljesítményért,
 - a geofizika oktatásában szerzett érdemekért,
 - a geofizikai szakmunkák írásáért és szerkesztéséért,
 - egész szakmai élettevékenységért.
6. Az emlékérem kiosztása előtt legalább négy hónappal az Elnökség egy bizottságot kér fel a kitüntetési javaslat(ok) megtételére. A javaslatokat rangsorolva, részletes indoklással az Elnökség elé terjeszti, mely az emlékérem odaítéléséről dönt.

7. Az emlékérem átadása a Közgyűlésen történik.
8. Az Elnökség döntését a teljes indoklással együtt az Egyesület lapjában közölni kell.
9. Ha a bizottság az emlékéremre érdemes személyt nem talál, akkor az emlékérem abban az évben nem adható ki.

5.§. A RENNER JÁNOS emlékérem alapszabálya

1. A Magyar Geofizikusok Egyesülete az Egyesületben és annak érdekében végzett kiemelkedő tevékenység elismerésére emlékérmeket alapít. Az emlékérem RENNER János, a neves magyar geofizikus nevét viseli.
2. A RENNER JÁNOS emlékérem leírása:
85 mm átmérőjű és 6 mm vastag bronzérem. Az érem első oldalán RENNER János domborművű arcképe látható. Az érem hátoldalán: „Magyar Geofizikusok Egyesülete”. Az adományozásról kiállított okiratot az emlékéremmel együtt kell átadni.
3. A Magyar Geofizikusok Egyesülete az emlékérmeket évente adományozhatja. Egy alkalommal legfeljebb két emlékérem adható ki.
4. Az emlékérem csak a Magyar Geofizikusok Egyesülete rendes tagjának ítéltethető oda. Egy személy csak egyszer kaphatja meg.
5. Az emlékérem adományozható:
 - Az Egyesületben és annak érdekében hosszú időn át kifejtett jelentős társadalmi munkáért,
 - az egyesületi élet szervezése és fejlesztése terén szerzett érdemekért,
 - tudománytörténeti kutatómunkáért.

6. Az emlékérem kiosztása előtt legalább négy hónappal az Elnökség egy bizottságot kér fel a kitüntetési javaslat(ok) megtételére. A javaslatokat rangsorolva, részletes indoklással az Elnökség elé terjeszti, amely az emlékérem odaítéléséről dönt.
7. Az emlékérem átadása a Közgyűlésen történik.
8. Az Elnökség döntését a teljes indoklással együtt az Egyesület lapjában közölni kell.
9. Ha a bizottság az emlékéremre érdemes személyt nem talál, akkor az emlékérem abban az évben nem adható ki.

6.§. Az EGYESÜLETI EMLÉKLAP alapszabálya

1. A Magyar Geofizikusok Egyesülete az Egyesületben vagy annak érdekében végzett társadalmi vagy szakmai tevékenység elismerésére EGYESÜLETI EMLÉKLAP-ot alapít.
2. A Magyar Geofizikusok Egyesülete a kitüntetést évente adományozza. Egy alkalommal legfeljebb öt Emléklap adható ki.
3. Az Emléklapot az Egyesület tagjai mellett, indokolt esetben egyesületen kívüli személy is megkaphatja.
4. Az Emléklap odaítéléséről a szakosztályok, bizottságok és területi csoportok javaslatai alapján az Elnökség dönt.
5. Az Emléklap átadása a Közgyűlésen történik.
6. Az Elnökség döntését a teljes indoklással együtt az Egyesület lapjában közölni kell.

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK ETIKAI KÓDEXE (EK)

Mottó:

*„...minden ország támasza, talpköve
A tiszta erkölcs, mely ha elvész:
Róma ledűl, s rabigába görbed.”*

(Berzsenyi Dániel: A magyarokhoz)

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alapszabályának 7.§. 1. pontja kimondja, hogy tagjai:
— magasrendű erkölcsi elvek szerint dolgoz(za)nak és él(je)nek,
— elfogadják és betartják az MGE Etikai Kódexében megfogalmazott elveket.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Etikai Kódexe célkitűzése:

— elősegíteni azt, hogy a társadalomban kialakuljanak, illetve helyreálljanak a kölcsönös bizalom alapuló korrekt emberi és üzleti kapcsolatok;

- irányadónak tekinteni azt, hogy az MGE tagok magatartását a kölcsönös tisztelet és együttműködési szándék határozza meg, ezért az MGE Szakosztályai és Csoportjai között, valamint a társegyesületekkel történő kapcsolattartásban az érdekegyeztetés különböző normáit kell kialakítani;
 - biztosítani, hogy az MGE tagsága kötelességének tekintse az Egyesület támogatását azáltal is, hogy rendezvényein aktívan vesz részt, azokat reklámozza, színvonalát állandóan növelni igyekszik.
 - összhangot teremteni más szakterületek és egyesületek, valamint külföldi tudományos és szakmai szervezetek etikai normáival;
 - hozzájárulni az MGE jó hírvének öregbítéséhez, a kívülállókval való megismertetéshez.
- A Magyar Geofizikusok Egyesülete tagjainak kötelessége, hogy választott hivatásuk méltóságának fenntartása érdekében az MGE Etikai Kódexében megfogalmazott elveket betartsák az alábbiak szerint:
1. A tagok elismerik, hogy az erkölcsi magatartást nem lehet csak a szakmai kapcsolatokra korlátozni, ezért:
 - úgy viselkednek másokkal (szemben), ahogyan ezt másoktól elvárják önmagukkal szemben;
 - nem sértik mások jogait, beleértve a szerzői jogokat is;
 - nem élnek vissza fölényükkel, sőt védik a hátrányos helyzetűeket mások ilyen magatartásával szemben;
 - erkölcsi kötelesség, hogy az MGE-ben senki ne élvezzen előnyt vagy ne szenvedjen hátrányt neme, kora, származása, faji, felekezeti, politikai, rokoni hovatartozása vagy fogyatékossága miatt (kivéve a törvényben is szabályozott pozitív megkülönböztetéseket).
 2. A tagok szakmai munkájukat a tisztesség, az odaadás, a megbízók, a munkaadók és a beosztottak (közreműködők) irányában tanúsított korrektesség, becsületesség szellemében végzik, betartva:
 - az adatok, az információk,
 - a munkaadók üzleti ügyei,
 - a műszaki, a feldolgozási eljárások titkosságának szabályait.
 3. A tagok arra törekednek, hogy
 - önmagukat megismerjék és képességeiket tárgyilagosan felmerjék;
 - csak olyan feladatokat vállaljanak, amelyek megoldásához rendelkeznek a megfelelő tárgyi feltételekkel, képzettséggel és tapasztalattal,
 - illetve becsületesen tájékoztatják a megbízót ezek hiányáról;
 - szakmai színvonalukat folyamatosan fenntartás, sőt emeljék, szakmai tudásukat (szaktudásukat) és eredményeiket mások számára is elérhetővé és hasznossá teszik;
 - képességük szerint hozzájárulnak az alkotói munkát segítő és mások eredményeit tiszteletben tartó szellemi légkör kialakulásához mindazon közösségekben, amelyekhez tartoznak, illetve mindazon rendezvényeken, amelyeken részt vesznek.
4. A tagok tartózkodjanak:
 - a szakmai és társadalmi munka ajánlásában és alkalmazásában minden helytelen, vagy megkérdőjelezhető módszer használatától;
 - a szakmai előmenetel érdekében minden méltatlan eszköztől.
 - (A szószátyárkodástól, mások drága idejének pazarlásától.)
 5. Működjenek közre a geofizikus szakma erősítésében:
 - az általános információknak és a tapasztalatoknak a kollégákkal és a diákokkal történő kicserélése révén;
 - a szakmai egyesületek, a tudományos tanintézetek és a szaksajtó munkájához való hozzájárulással;
 - a szakmai eredmények társadalmi meg- és elismertetésével.
 6. A tagok legyenek érdekeltek a közjóban és legyenek készek arra, hogy képzettségüket, tudásukat, szakmai jártasságukat és ügyességüket a köz érdekében, az emberiség hasznára és javára használják.

Különösen legyenek tudatában munkájuk környezetre gyakorolt káros hatásának, és tegyenek meg minden tőlük telhetőt az ilyen károk minimalizálására.
- Az MGE Etikai Kódexének felelőse a jövőendő elnök (mint az Alapszabály felelőse):
- igény szerint, de legalább évente egyszer felméri és elvégzi a szükséges változtatásokat az Etikai Kódexben;
 - felveszi és ápolja a kapcsolatokat más magyar és külföldi —elsősorban mérnöki és oktatási — rokon szervezetek etikai bizottságaival;
 - az MGE tudomására jutott etikátlan magatartást az MGE elnökségével megtárgyalja;
 - az MGE Etikai Kódex normáinak minél szélesebb körű elfogadtatására tájékoztatót szervez, illetve a közgyűlésen ismerteti.

AZ EAGE 1997. ÉVI KONFERENCIÁJA ÉS KIÁLLÍTÁSA

Genf, 1997. május 26-30.

A szokásoknak megfelelően az EAGE „egyesületi élete” jórészt a genfi konferencia idejére összpontosult, naponta legalább egy, de inkább két eseménnyel és mindez már a megnyitást megelőző szombaton kezdődött. A helyszín mindenképpen említést érdemel. Az előadásoknak és a kiállításnak otthont adó modern konferencia központ közvetlen közelében áll az a XIX. század első harmadában épített Villa Sarasin, amelynek egyik szobájában üléseztek a Geofizikai Szakosztály különböző bizottságai. Az ilyen célokra átalakított valamikori lakóház kellemes változatosságot jelentett a minden egyéni vonást nélkülöző, a világ bármely nagyvárosába beilleszthető üveg-fém-beton épület után.

Május 24-én, szombaton a Geofizikai Szakosztály Végrehajtó Bizottsága ülésezett. Egyszer talán érdemes felsorolni ennek tagjait: a Szakosztály elnöke (Markku PELTONIEMI), az előző és a jövőző elnök (Gian Piero ANGELERI és Dominique CHAPPELLIER), a pénzügyekért felelős Pavel MIŠEK, a Geophysical Prospecting szerkesztője, Derek MARCH és e sorok szerzője, a szakmai programok felelőse. Részt vett az ülésen Roland MARSCHALL, az új alelnök és egy rövid ideig Erik BORNKAMP is, az EAGE hivatalának vezetője (mindig bajban vagyok, ha a bizottságok vagy tisztségek nevét magyarrá kell fordítanom, mert ha valóban fordítok, nagyon furcsa és félreérthető nevek születnek, ha viszont Egyesületünk hasonló feladatot ellátó személyét vagy bizottságát említem, hamisítok). A sok megtárgyalt téma közül csak azokat említem, amelyek előbb-utóbb számunkra is fontosak lesznek, vagy ötleteket adhatnak az EAGE munkájába való bekapcsolódáshoz.

Az 1999-es helsinki konferenciára már négy oldalas kivonattal kell előadást bejelenteni. A sok érv és ellenérv között talán az volt a döntő, hogy ezt a kivonatot már elfogadják referált folyóiratban megjelent publikációként. A Geophysical Prospecting cikkeivel való ellátottsága megfelelő, de hiányoznak a First Break profiljába tartozó, azaz az EAGE mindkét szakosztálya számára érdekes cikkek. Derek MARCH még két évre vállalta a szer-

kesztés nehéz munkáját, utódját már keresik, de még nem találták meg. Nem zárultak még le az EAEG/EAPG egyesüléssel kapcsolatos tennivalók. Visszatérő probléma az, hogy most már minden tisztségből három kell, egy-egy a két szakosztálynak és egy egész egyesület szintű. Vonatkozna ez a Tanácsadó Bizottságnak nevezhető testületre is, bár, mint ez kiderült, igazán egy sincs belőle. A megháromszorozódás viszont ahhoz vezetett, hogy — mint azt később az EAGE vezetése eldöntötte — tíz kitüntetést fognak a jövőben kiosztani, négy-négy lesz a szakosztályoké, kettő pedig egyesület szintű. Itt merült fel először az az ötlet, hogy a kitüntetések jelentős geofizikusok nevét viseljék és a Geofizikai Szakosztály javaslata: Conrad SCHLUMBERGER, EÖTVÖS, MINTROP és CAGNIARD.

Este az EAGE Genf egyik legrégebbi, így természetesen legegységesebb és legdrágább szállodájának éttermében vendégül látta a meglehetősen népes SEG-delegációt. Korábban járt már néhány amerikai ebben az étteremben, közülük egy Bill CLINTON nevű levélben is megköszönte a szíves vendéglátást. A vacsora csúcspontja kétségkívül az volt, amikor az SEG elnöke, Fred HILTERMAN átadta Jean-Claude GROSSET-nak, az EAGE pénztárosának az Oscar-díj tökéletes másolatát, a leghatékonyabb EAGE–SEG találkozóért. Ez a találkozó 1996 novemberében zajlott le Denverben, az SEG-konferencia alatt és ekkor védte meg elég keményen GROSSET az EAGE érdekeit a közös konferenciák anyagi terheinek megosztásával kapcsolatban (idén két ilyen esemény lesz, Moszkvában és Isztambulban). Nem a teljességre törekvés miatt csempészek be egy tanulságot a beszámolóba, hanem valóban követendőnek tartom az ilyen gyakorlatot. Denverben valódi indulatok csaptak össze és dollár-százezrekről volt szó. A vitatkozó felek természetesen már ott is békében váltak el, de ezzel az ötlettel még a legkisebb tüskét is sikerült kihúzni, ami talán bennmaradt nemcsak a vitatkozóknak, de a hallgatóknak is és rövidesen mindenki csak az Oscar-díjra fog emlékezni.

Május 25-én, vasárnap a Geofizikai Szakosztály előbb említett Tanácsadó Bizottságának ülése volt a program. Ennek tagjai hivatalból a Végrehajtó Bizottság tagjai, ezen felül négy-öt, lehetőleg földrajzi értelemben egész Európát képviselő, tanácsadásra alkalmas személy. Ez a Bizottság állítólag Amszterdamban már megkísérelt ülést tartani, de tevékenységet nem folytatott. Az ülésről most is hiányzott a lengyel és román tag, így inkább egy kicsit kibővített Végrehajtó Bizottság ülésezett ismét. Nem csoda, hogy a témák egyrészt magával a Bizottsággal és annak feladataival voltak kapcsolatosak, másrészt hasonlóak voltak az előző napiakhoz. Sok szó esett ezen felül a társegyesületekkel (SEG, AAPG, EEGS, EGS) való együttműködésről, a társult egyesületek szerepéről. Általános volt az a vélemény, hogy a munkamegbeszélések jelentkezési díja nagyon magas, ez lehet a magyarázata a viszonylagos sikertelenségnek. Itt hallottam először azt, hogy a jövőben minden második évben lehetőleg erős olajiparral rendelkező — ez majdnem egyértelmű azzal, hogy északi-tengeri — országban kell rendezni a konferenciát. Így az elkövetkező évek biztos, illetve valószínű helyszínei:

- 1998 Lipcse
- 1999 Helsinki (mindkettő eldöntött tény)
- 2000 Glasgow (Nagy-Britanniában máshol nincs megfelelő létesítmény)
- 2001 Amszterdam (az első konferencia 1951-ben volt Hágában, de oda már nem lehet visszamenni, túl kicsi)
- 2002 valahol Spanyolországban
- 2003 Oslo (ha addig épül megfelelő létesítmény)
- 2004 Athén vagy Isztambul.

Május 26-án, hétfőn, még a megnyitó előtt a Geofizikai Szakosztály Szakmai Program Bizottsága ülésezett (ennek vagyok a vezetője). Miután a négy oldalas kivonat elsősorban ennek a bizottságnak a munkáját fogja befolyásolni, legtöbbet erről beszéltünk. Kezdvé attól, hogy a bírálók munkája legalább a kétszeresére nő, ha számuk változatlan marad, egészen addig, hogy a kivonatokat tartalmazó kötet is kétszeresére duzzad, számos megoldandó feladatot vettünk sorra. Remélhetőleg sikerül idejében elkészíteni azt az útmutatót, amely ahhoz is hozzásegít, hogy a kötetek képe egységesebb legyen. Az ülésen köszönetet mondtam a Bizottság tagjainak és közvetve a bírálóknak is a program összeállításához nyújtott segítségükért. Ezt most itt megtoldom egy külön köszönettel a magyar bírálóknak, akiknek munkáját talán leginkább az dicséri, hogy jól beleilleszkedtek ebbe az igazán nemzetközi szakértői csapatba. Az EAGE a pusztán szavaknál többel is kifejezte köszönetét, ugyanis hétfőn

délben ebéden látta vendégül a szekcióelnököket és a bírálókat. A bírálók félretették szigorúságukat és nem tették szóvá, hogy az elegáns menükártyán megadott csirke helyett valami más volt az előétel.

Bár május 27-én, kedden már kezdődött a szakmai program, nyitva volt a kiállítás, folytatódtak az ülések is, a Geofizikai Szakosztály Kitüntetés Odaítélő Bizottságának ülésével. Már az is rossz előjel volt, hogy a megbízatásának végéhez érkezett elnök jócskán késett, de az előkészítetlen megbeszélés még tovább rontotta a hatást. Végül is minden döntés eggyel magasabb szintre csúszott, közvetlenül ez után az ülés után ugyanis az egyesületi szintű bizottság tanácskozott. A korábban már ismertetett 4+4+2 rendszer itt alakult ki, azzal a kiegészítéssel, hogy a szakosztályok egyik díja egy kiemelkedő tevékenységet jutalmazó kitüntetés lesz, a Geofizikai Szakosztály megtartja magának a korábban alapított Conrad Schlumberger-díjat erre a célra. Jutalmazni fogják a Geophysical Prospectingben megjelent legjobb cikket, valamint az éves konferencia legjobb szóbeli és poszter előadását. Ennek ismeretében a konferencián jelen lévő magyar geofizikusok körében már kezdett kialakulni az a vélemény, hogy a legjobb cikkért járó díjat kellene EÖTVÖSRől elnevezni és fel kellene ajánlani, hogy ebben az esetben adjuk az emlékérmét megtoldva az ELGI által tervezett Eötvös-reprint kötettel. Ezt azonban csak félhivatalos formában terjesztettük elő.

Este volt az Egyetemi Hallgatók Bizottságának fogadása. Bár idén is támogatták egy fiatal tagtársunk — TÓTH Tamás — részvételét, talán jobban ki lehetne használni ezt a lehetőséget, és azt is, hogy az EAGE anyagilag is támogat kisebb egyetemi rendezvényeket. A szokásos tájékoztatót egyébként a Shell Svájcban dolgozó „fejvadásza” tartotta, aki részletesen ismertette a Shell szervezeti felépítését és a felvételi eljárást. Érdekes volt az a megjegyzése, hogy sok vállalat egy-egy nagyon jól körülhatárolt, többnyire éppen megüresedett helyre keres minden szempontból megfelelő embert, a Shell viszont „csak úgy” keres embereket és több lehetőséget is felajánl, természetesen ha a jelölt sikeresen átment a többlépcsős vizsgáztatáson. Az azért valószínű, hogy az ilyen fajta munkaerő-gazdálkodás a Shellnél lényegesen kisebb vállalatok esetében nehezen lenne megvalósítható.

Május 28-án, szerdán a két következő konferencia — Lipcse és Helsinki — Helyi Tanácsadó Bizottsága ismertette az előkészületek állását. Lipcseben az 1996-ban megnyílt kongresszusi központ lesz a helyszín és mind a szakmai program, mind a kiállítás, mind az egyéb események a szokásoknak megfelelően fognak alakulni. Helsinkiben a belvá-

roshoz közel felépített vásárcsopont ad majd ott-hont a konferenciának és meglepő módon az előkészületek szakmai része talán már most előrehaladottabb állapotban van, mint a lipcsei. Ha valakit érdekel, mi mindent kell két évvel a rendezvény előtt szakmailag előkészíteni, az a finnek által készített anyagot megtekintheti a Titkárságon.

Május 29-e, csütörtök lett volna az az egyetlen nap, amikor az előzetes program szerint nem lett volna ülés. Természetesen egy 1998. évi franciaországi (hollandiai?) közös EAGE/SEG szakmai munkamegbeszélés előkészítésére ez az üres nap látszott legmegfelelőbbnek. Nem merek vállalkozni a Fabio ROCCA által szervezett munkamegbeszélés címének lefordítására: Depth Imaging of Reservoir Attributes. A részletesebb információ rövidesen meg fog jelenni vagy már meg is jelent az EAGE és az SEG lapjaiban, inkább a megbeszélés utóélete az érdekes. A lipcsei konferenciával kapcsolatban tervezett munkamegbeszélések egyikének témája a szeizmikus leképzés és inverzió lett volna, így a témák kapcsolódtak volna egymáshoz és erre az első körlevél is utalt volna. Közben azonban a lipcsei szervezők éppen ezt a munkamegbeszélést törölték és helyette a helyszínhez jobban kapcsolódó témát, a só mozgásával és az így kialakult csapadék kutatásával kapcsolatos kérdéseket szeretnék megvitatni. Érdekes módon elektronikus levelek tucatjai születtek az első körlevéllel, illetve a lipcsei módosítással kapcsolatban, de ezek nem találkoztak össze. Figyelembe véve az érintettek számát ez szinte hihetetlen és az is a véletlennek köszönhető, hogy egyedül én voltam az, aki mindkettőről tudomást szerzett. A formai megoldás természetesen az lett, hogy a körlevélből kimarad az utalás a másik munkamegbeszélésre. Nagyobb baj azonban az, hogy — érzésem szerint — tisztázatlan szervezési feladatok és hatáskörök miatt egy szakmailag indokolt és feltehetőleg hasznos, egymásra épülő továbbképzési folyamat hiúsult meg.

Csütörtök délután volt a társult egyesületek tanácskozása és bemutatkozása, ezen ebben az évben csak hallgatóként vettünk részt, a Magyar Geofizikusok Egyesülete már tavaly bemutatkozott. Több egyesület élt azzal a lehetőséggel, amivel mi szintén tavaly éltünk, hogy posztterekkel is ismertesse tevékenységét. A tanácskozás témái közül talán azt érdemes kiemelni, hogy az EAGE nem fog létrehozni regionális hivatalokat, hanem az eddiginél is szorosabb kapcsolatot akar kialakítani a társegyesületekkel. Három társegyesület mutatkozott be szóban is: az Eurázsiai Geofizikai Szervezet, amely nevével ellentétben lényegében egy orosz egyesület, a Török Geofizikus Mérnöki Kamara és a krakkói székhelyű Geosynoptic ismertette tevékenységét.

Szót kért az Albán Geofizikus Egyesület képviselője is, mert szerette volna elmondani, miért is maradt el az EAGE által is támogatott tiranai szimpózium. Nem tudom, hogy a túlnyomórészt nyugat-európai hallgatóság mit gondolt, amikor a helyszínnel éles ellentétben álló gondok hangzottak el: Oroszországban a legnagyobb probléma a munkanélkülivé vált vagy nyugdíjas geofizikusok életben tartása a szó szoros értelmében, Albániában pedig esetleg puskaropogás zavarná a tudományos előadásokat.

Május 30-án, pénteken délelőtt ügyeletes voltam az EAGE kiállításán. Azonfelül, hogy néhány új tag jelentkezésében segítettem, egy magát megnevezni nem kívánó úriemberrel érdekes beszélgetést folytattam egy olyan kérdésről, ami többször is és több helyen is felmerült. Ez az EAEG és EAPG már említett egyesülésével kapcsolatos. Ez az úriember azzal kezdte mondanivalóját, hogy sokan még mindig azt hiszik, hogy itt két konferencia van egyidejűleg. Azt ugyan nem részletezte, hogy ennek milyen következményei lehetnek, de azt mások is felvetették, hogy a két szakosztály munkáját jobban össze kellene hangolni. Mások viszont amellett érveltek, hogy a szakosztályoknak meg kell őrizni eltérő arculatukat. Természetesen mindez nemcsak szakmai síkon folyó vita, a háttérben mindig meghúzódik a pénz is, azaz az EAGE költségvetése. Semmiképpen nem feladatom, sőt talán nem egészen helyes — igaz, semmiféle esküt sem tettem — véleményt alkotni nem teljes egészében ismert dolgokról, de az az érzésem, hogy a szénhidrogénnel kapcsolatos földtudományi tevékenység túlságosan is előtérbe került. Ha tisztán a gazdasági szempontokat tekintjük, ennek aránya talán még nem éri a pénzügyi ráfordításokból adódó értéket, de nem hiszem, hogy ennek kellene az egyetlen értékmérőnek lennie. Ha mindent az fog eldönteni, hogy a fő bevételi forrás, a kiállítás milyen megoszlást mutat, könnyen egyoldalúvá válhat az EAGE tevékenysége. Kissé más oldalról, de egy, a szénhidrogéniparban dolgozó neves geofizikus kifakadása is erre utalt. Ő nagyon is megkérdőjelezte az utóbbi időben a kiállítás területén egyre inkább szaporodó bemutatók szakmai értékét. Igaz, hogy a 2-4-16 vagy még több képernyőn megjelenő „képek” technikai színvonala irigylésre méltó, de hogy ezekben mennyi a reklám és mennyi a tényleges érték, nehezen dönthető el. Arról nem is beszélve, hogy a kiállítási csarnok korábbi években megszokott zsongását egyre inkább áttöri vagy elnyomja a hangszórókból áradó beszéd vagy zene.

A szakmai program és a kiállítás zárásával majdnem egybeesett a Geofizikai Szakosztály Végrehajtó Bizottságának ülése, a konferencia utolsó

ilyen eseménye. Ez szokás szerint azon melegében értékelte a genfi konferenciát és néhány, a közeli jövőben esedékes tennivalóról esett szó. Volt néhány visszatérő téma, például a Tanácsadó Bizottság kérdése, de voltak újdonságok is. A konferencia ideje alatt sikerült előre lépni abban, hogy az Európai Unió elektromágneses kompatibilitási előírásainak a geofizika számára veszélyes következményeit hogyan lehet majd kivédeni. Geofizikusokból és a műszergyártók képviselőiből álló bizottság az EEGS aarhusi konferenciáján számol majd be munkájáról. Az EAGE képviseltetni fogja magát a Kanadában tízévenként megrendezett és főleg érc kutatással és -bányászattal foglalkozó rendezvényen, ugyanakkor nyitva maradt az 1998-ra tervezett bukaresti GEOTEX támogatása. Ilyenkor búcsúzik el a Bizottság az elnöksége után alelnöki évét is befejező tagjától, ebben az évben Gian Piero ANGELERITÓL, akinek helyébe lép az új alelnök, most Roland MARSCHALL. Ezek után — mivel már az egész konferencia végéhez közeledett — a bizottság tagjai szétszéledtek egész Európában, illetve néhá-

nyukra még egy feladat várt. Az EAGE és az SEG vezetősége másnap, szombaton, egész napos találkozóon vitatta meg a két egyesület közös dolgait a franciaországi Talloires-ban.

Végigolvasva a beszámolót olyan érzés támadhat a kedves olvasóban, hogy ennyi tapasztalat alapján még nem illene kritikai megjegyzéseket tenni, bírálni. Hogy mégis ilyesmire vetemedtem, annak az a magyarázata, hogy mostanában annyi szó esik az Európai Unióhoz való csatlakozásról. Nem Európához, mert az már évmilliókkal ezelőtt megtörtént. Ugyanakkor emlegetik felkészületlenségünket, azokat a nehézségeket, amelyekkel szembe kell néznünk. Tudom, hogy az EAGE nem az Európai Unió, de a csatlakozás sok-sok apró, talán a fentiekben leírtakhoz hasonló lépést is magában fog foglalni. Ha mindez olyan módon fog megtörténni, ahogy a magyar geofizikusok „beépültek” az EAGE-be, akkor nem kell félnünk a csatlakozástól. Arról nem is beszélve, hogy ott sem minden tökéletes, de ezzel nem mondtam semmi újat.

Verő László

Az előadásokról

A *European Association of Geoscientists & Engineers* 59. konferenciájának otthont adott Genf-ről mindannyiunk felejthetetlen emléke marad a magasra ívelő szökőkút, a tó melletti domboldalon épült katedrális és a Mont Blanc távoli csúcsának látványa.

Az utóbbi évek EAEG/EAGE rendezvényeire visszatekintve elmondható, hogy a genfi konferencia és kiállítás méltó helyet foglal el e szakmai találkozó éves sorozatában. Az összes, valamint a magyar előadások számának alakulását és a kiállítási terület méreteit a mellékelt ábrák szemléltetik. Megjegyzendő, hogy Amszterdamban az SPWLA európai szimpóziuma is beépült az EAGE konferenciába. Az ábrákból látható, hogy az összes nem-

zetközi előadásokat tekintve a szóbeli előadások vannak többségben, míg magyar vonatkozásban a poszterek dominálnak.

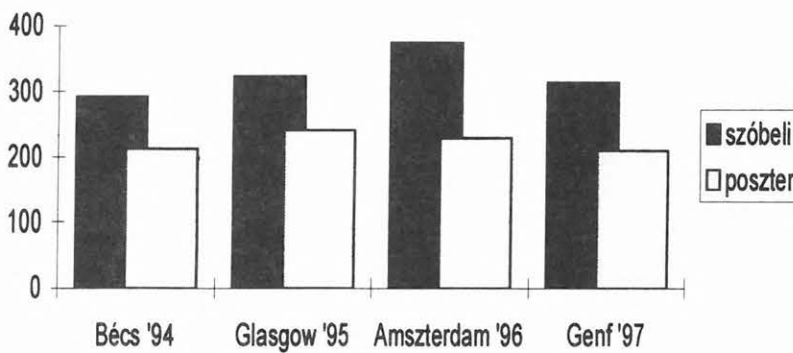
Genfben a szóbeli előadásokat — melyeknek időtartama vitával együtt 25 perc volt — naponta 6 párhuzamos szekcióban kísérhettük figyelemmel. A poszterek a korábbi gyakorlatnak megfelelően a rendezvény egész ideje alatt ki voltak állítva, olyan időpontok megjelölésével, amikor lehetőség volt az eredmények részletezésére és a szakmai kapcsolatok elmélyítésére. A genfi rendezvény témaköreinek változatossága és a szakmai program sokszínűsége a szóbeli előadások szekcióinak alábbi felsorolása alapján érzékelhető (GD—Geophysical Division, PD—Petroleum Division):

Leképzés és sebességek	GD	4 szekcióban
Adatgyűjtés, kutatástervezés	GD	
Tárolók tulajdonságai szeizmikus mérésekből	PD	
Új koncepciók a vető zónákban és a medence sztratigráfiában	PD	
Anizotrópia	GD	
Elektromágnesség I: Elmélet és modellezés	GD	
Többszörös elnyomás	GD	
Rezervoár geofizika	GD	
Rezervoár felépítés	PD	
Medence kialakulás és tektonika	PD	2 szekcióban
Modellezés	GD	
Kőzetfizika	GD	2 szekcióban

Tengeri adatgyűjtés és minőség ellenőrzés	GD
Tárolókőzet és rétegtartalom tulajdonságok	PD
Inverzió	GD
Elektromágnesség II: Modellezés és esettanulmányok	GD
Dekonvolúció és statikus korrekció	GD
Szénhidrogén kutatási alkalmazások	GD
Sekély behatolású radar és bányageofizika	GD
Adat mintavételezés és helyreállítás	GD
Adatkezelés/ Szeizmikus interferencia	GD
Szeizmikus rezervoár monitorozás	PD
Kőolajképződés és akkumuláció	PD
Gravitáció és mágnesség	GD
Időbeli (4-D) és 4-C kutatások	GD
Kutatási és termelési esettanulmányok	PD
Mélyfúrési geofizika	GD
Felszínközeli és környezetgeofizika	GD
DMO és 3-D feldolgozás	GD
AVO	GD
Másodlagos olaj migráció	PD
Kockázat csökkentés integrált vizsgálatokkal	PD

2 szekcióban
2 szekcióban
2 szekcióban

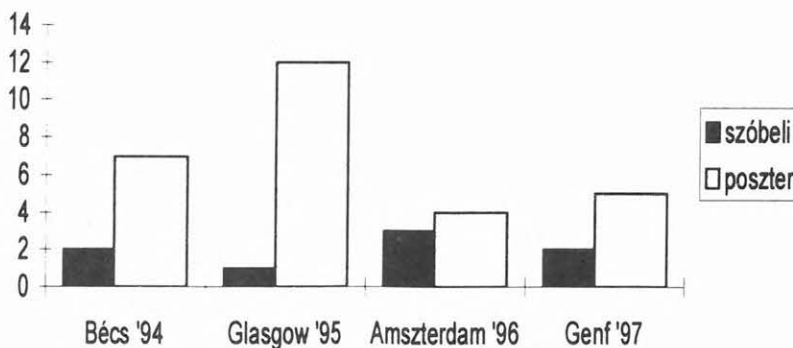
Az összes előadások száma



A szeizmikus szekciók témaköreinek széles választékából kiválasztva egy szeletet, a következő szakmai tapasztalatokat lehet levonni. Az elméleti előadások közül ki kell emelni az anizotrópia és az

témával két szekció is foglalkozott. Idén Genfben nem volt külön migrációs szekció, azonban előtérbe kerültek a dekonvolúciós eljárások és a statikus korrekció meghatározás.

A magyar előadások száma

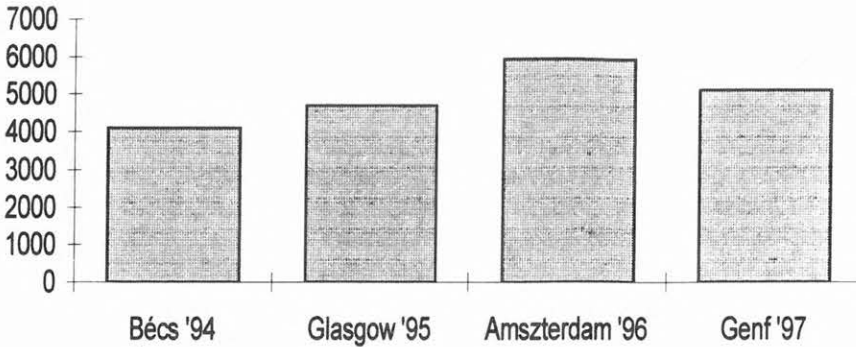


inverzió kérdését vizsgáló előadásokat. Mindezeknek a tavalyihoz hasonlóan nagy száma egyrészt azt mutatja, hogy egyre inkább előtérbe kerül a repedezett tárolók vizsgálata, másrészt pedig azt, hogy a közetfizikai paraméterek terepi mérési anyagból történő meghatározása hasznos kvantitatív adatokat szolgáltat a rezervoár megismeréséhez.

A feldolgozással kapcsolatban az előző években megfigyelhettük a migrációval kapcsolatos előadások nagy számát, tavaly ezzel a témával két szekció is foglalkozott. Idén Genfben nem volt külön migrációs szekció, azonban előtérbe kerültek a dekonvolúciós eljárások és a statikus korrekció meghatározás. A tavalyi rendezvényhez hasonlóan ismét sok előadás hangzott el a többszörös elnyomás témakörében. Az igazi túlsúlyt azonban Genfben a szeizmikus leképzés és a sebesség-meghatározás képviselte négy szekcióval a szeizmikus feldolgozás tárgykörében.

A konferencián elhangzott esettanulmányokból láthattuk, hogy a szeizmikus adatok pontos értelmezése megköveteli a reflexiós jelek mélyfúrás-geofizikai szelvények alapján történő modellezését. A rezervoár moni-

A kiállítási terület nagysága (m²)



toring témakörében arra törekszenek, hogy minél többféle szeizmikus attribútumot vizsgáljanak egyszerre. Ezek hatékonyságára meggyőző példákat mutattak be. Így például norvég kutatók 4-D mérési anyagból a tároló tetejét képező felületre előállították a reflexió erősség térképét. Ezen a nagy amplitúdójú területek határa és az olaj-víz fázishatár jól megegyezik, sőt a 10 év alatt bekövetkezett amplitúdó változások összefüggésben lehetnek a termelés hatásával. A tároló tetejénél erős AVO anomália is észlelhető.

Az AVO analízis témakörében — az előző évekhez hasonlóan — idén is megfigyelhető volt, hogy törekszenek az analízis repedezett tárolókra történő alkalmazására, valamint az anizotrópia, az abszorpció és a vékonyréteg hatás figyelembevételére. Ezenkívül nem csak gáztárolók, hanem olajtárolók által okozott AVO anomáliákra is láthattunk példákat. Megállapítható, hogy egyre inkább előtérbe kerül a 3-D AVO kutatás, amely valószínűleg hasznos eleme lesz a rezervoárok monitorozásának.

Genfben egy új elnevezést is megismerhettünk a tengeri adatgyűjtéssel kapcsolatban. A 4-C adatgyűjtés azt jelenti, hogy mérési pontonként a hidrofonon kívül két horizontális és egy vertikális geofont használnak a tengerfenéken húzott kábelbe beépítve. Ezeknek az adatoknak a feldolgozásával a szelvényeken látványosan jelentek meg a konvertált S-hullámok is.

A kiállításról

A genfi PALEXPO-ban rendezett konferenciának és kiállításnak több mint 3000 regisztrált résztvevője volt, az előadások hat párhuzamos szekcióban zajlottak, a kiállítási terület pedig 4 000 négyzetméternél is nagyobb volt.

A műszerkiállítás mind méreteiben, mind látványosságában lenyűgöző volt. Idén a slágert a 3-D szeizmikus, telemetrikus mérésre alkalmas rendsze-

Az idei EAGE konferencián a magyar előadók két szóbeli és öt poszter előadás segítségével mutatták be a legújabb hazai eredményeket. Bátran kijelenthetjük, hogy ezen előadások mind tartalmi, mind pedig formai vonatkozásban helytálltak az európai geofizikusok idei találkozóján. A magyar előadásokat az elhangzás sorrendjében tüntettük fel (* jelöli az előadókat, vastag betű pedig az előadás jelét az absztrakt kötetben).

SZARKA* L.: Possibilities for an Enhanced 3D Imaging Sensitivity in Electromagnetic Methods (F-7);

TÓTH* T., MAGYARI O., SZAFIÁN P., FERENCZY L., HORVÁTH F.: Hydrocarbon Indications as Seen on High-Resolution and Ultra High-Resolution Seismics (B-30);

SCHOLTZ* P., GILI L.: Dispersion Analysis by Wavelet Transform Tailored for the Data (P-1);

HEGEDŰS* E., POSGAY K., TAKÁCS E.: A Comparison of Basin Evolution Models Derived from Deep Geophysical Data (P-105);

SZALAI* S.: 3D Parameter-Sensitivity of DC Dipole Arrays (P-136);

DOBRÓKA* M.: Inversion of Guided-Wave Dispersion Data, (P-155);

TAKÁCS* E., KUMMER I., SÍPOS J., PÁPA A.: Bright Spot Analysis Using AVO and Hilbert Attributes as Well as Horizontal Velocity Estimation (P-170).

Végezetül megemlítendő, hogy jóleső érzés volt az előadások szerzői/társ szerzői között olyan nevekkel találkozni, mint HAJNAL Zoltán (Kanada), MÜLLER Imre (Svájc), RYBACH László (Svájc) és TARI Gábor (USA).

Takács Ernő

adatátviteli rendszert tartalmaz. A mostoha terepi körülmények között is jól telepíthető, vízen úszva is működni képes Fairfield-boxok ma talán a legjobb-
nak mondhatók. Az általam legjobbnak tartott köz-
ponti egység a RAPS 2000, a CompuSeis Inc. ter-
méke. Meglátogattam szűkebb szakterületem, a
mérnökszeizmikus műszereket gyártó cégek, így az
ABEM, a BISON, a GEOMETRICS és az OYO
standját. Idén új műszerrel az OYO jelent meg. Ez a
McSEIS-SX típusú, 24 csatornás, 18 bites Delta-
Szigma AD konvertert tartalmazó szeizmográf.

Az EAGE-konferencián három szakmai előadást
tartottunk, szerény 9 négyzetméteres standunkon a
Mini Drill hordozható talajfúró és az ESS 03 mű-
szercsalád mellett, tablókön mutattuk be Intézetünk
munkáját. Az EAGE-n való részvétel szakmailag
rendkívül hasznos, külpiaci pozícióink erősítése
valamint Intézetünk nemzetközi megítélése szem-
pontjából nagyon fontos volt. Az IMFA támogatá-
sát, amely személyes utazásomat is lehetővé tette,
ezúton is köszönöm.

Gili László



European Geophysical Society

EGS Office Tel: (49)-5556-1440
Max-Planck-Str. 13 Fax: (49)-5556-4709
37191 Katlenburg-Lindau EGS@COPERNICUS.ORG
Germany <http://www.copernicus.org/EGS/EGS.html>

XXIII General Assembly Nice, France, 20-24 April 1998

September 1997

Dear Colleague,

The 23rd General Assembly of the European Geophysical Society will be held at the congress centre Acropolis, Nice, France, 20-24 April 1998. The Scientific Programme includes about 240 Sessions encompassing Solid Earth Geophysics, Geodesy, Hydrology, Oceans & Atmosphere, Solar-Terrestrial and Planetary & Solar System Sciences, Nonlinear Processes in Geophysics as well as Natural Hazards.

We would appreciate if your secretary would

- display the enclosed **Poster** in your institute/department at a place where your colleagues are likely to see it;
- provide, if necessary, photocopies of the enclosed **Pre-Registration and Hotel Reservation Forms** to interested parties.

Like in the previous years, all abstracts that meet the format and the deadline (15 December 1997) will be included free of charge in the journal *Annales Geophysicae*, Supplement Volume 16 and all contributions will be referenced in the EGS Newsletter Number 66.

Finally, we would like to draw your attention to the fact that there will be an EGS Job Centre established at the Nice Assembly. Details may be found in the enclosed Job Centre Leaflet.

Your assistance in publicizing the 23rd General Assembly is most highly appreciated.

Yours sincerely,

Dr. Arne K. Richter
Executive Secretary

A Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence nagymélységű nyírási zónái térbeli elhelyezkedésének közelítő meghatározása¹

POSGAY KÁROLY², BARDÓCZ BÉLA³, BODOKY TAMÁS², ALBU ISTVÁN³, GUTHY TIBOR²,
HEGEDŰS ENDRE², TAKÁCS ERNŐ²

A medencefejlődés főbb tektonikai elemeinek térbeli elhelyezkedését közelítőleg meghatározva olyan térbeli medencefejlődési modellt alakítottunk ki, amelynek alapját a szeizmikus reflexiós szelvényeken az asztenoszféraig követhető mélytörések alkotják. Az Erdélybe is áthúzódó DK-magyarországi, NyDny–KÉK irányú süllyedéksor Ny-i (Dorozsmai és Hódmezővásárhely–Makói árok felőli) részén ÉK-i dőlésű, a K-i (Belényesi és Báródi árok felőli) részén Dny-i dőlésű, enyhe lejtésű nyírási zónák alakultak ki, melyek mentén mind a szinrift, mind a posztrift fázisban jelentős (sok kilométeres) elmozdulás történt a központi (Békési és Zarándi medencék alatti) részen kis mélységbe felnyúló asztenoszféra magaslat felé. A közel ellentétesen elmozduló részek között (a központi részen) meredek dőlésű nyírási zónarendszer alakult ki. A szénhidrogén-kutatás során észlelt „kisfrekvenciás” beérkezések helyenként ennél a meredek zónarendszernél ékelődnek ki. A vázolt modell a környező terület kialakulási törvényszerűségeinek elemeit is tartalmazza.

K. Posgay, B. Bardócz, T. Bodoky, I. Albu, T. Guthy, E. Hegedűs, E. Takács: An approximate determination of the spatial position of deep shear zones of the Hódmezővásárhely–Makó Graben and of the Békés Basin

By an approximate determination of the spatial position of the main tectonic elements we establish a spatial model of basin evolution which relies on deep fractures that can be traced on seismic reflection sections down to the asthenosphere. A row of depressions running in WSW–ENE direction and stretching over even to the Transylvanian region are located in Southeast Hungary. In them slightly dipping shear zones have taken shape which are slanting on the W part (at the Dorozsma and Hódmezővásárhely–Makó Grabens) to NE and on the E part (Beiús and Vad-Borod Grabens) to SW. Along those substantial (several kilometres long) displacements took place in both the synrift and postrift phases towards a domal uplift of the asthenosphere updoming to little depth at the central part (Békés and Zaránd Basins). A system of steeply dipping shear zones was formed (beneath the central part) between the blocks moving in nearly opposite directions. The 'low frequency' reflections observed by hydrocarbon measurements are located on the flanks of the steeply dipping shear zones. The model as sketched here contains elements of formation regularities for the surrounding area as well.

1. Bevezetés

Az 1992-ben nemzetközi együttműködésben készült mélyreflexiós PGT-4 szelvény a fiatal üledékektől az asztenoszféraig érdekes eredményeket adott. A nemzetközi mérések jól illeszkedtek az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) negyed évszázados kísérletsorozatába, mellyel a szeizmikus reflexiós mérések mélységi behatolását kívánta kiterjeszteni a felső köpeny kutatására. Az eredmények szelvény menti értelmezésénél figyelembe vettük a környéken végzett geofizikai mérések és földtani munkák eredményeit is és a megfigyelése-

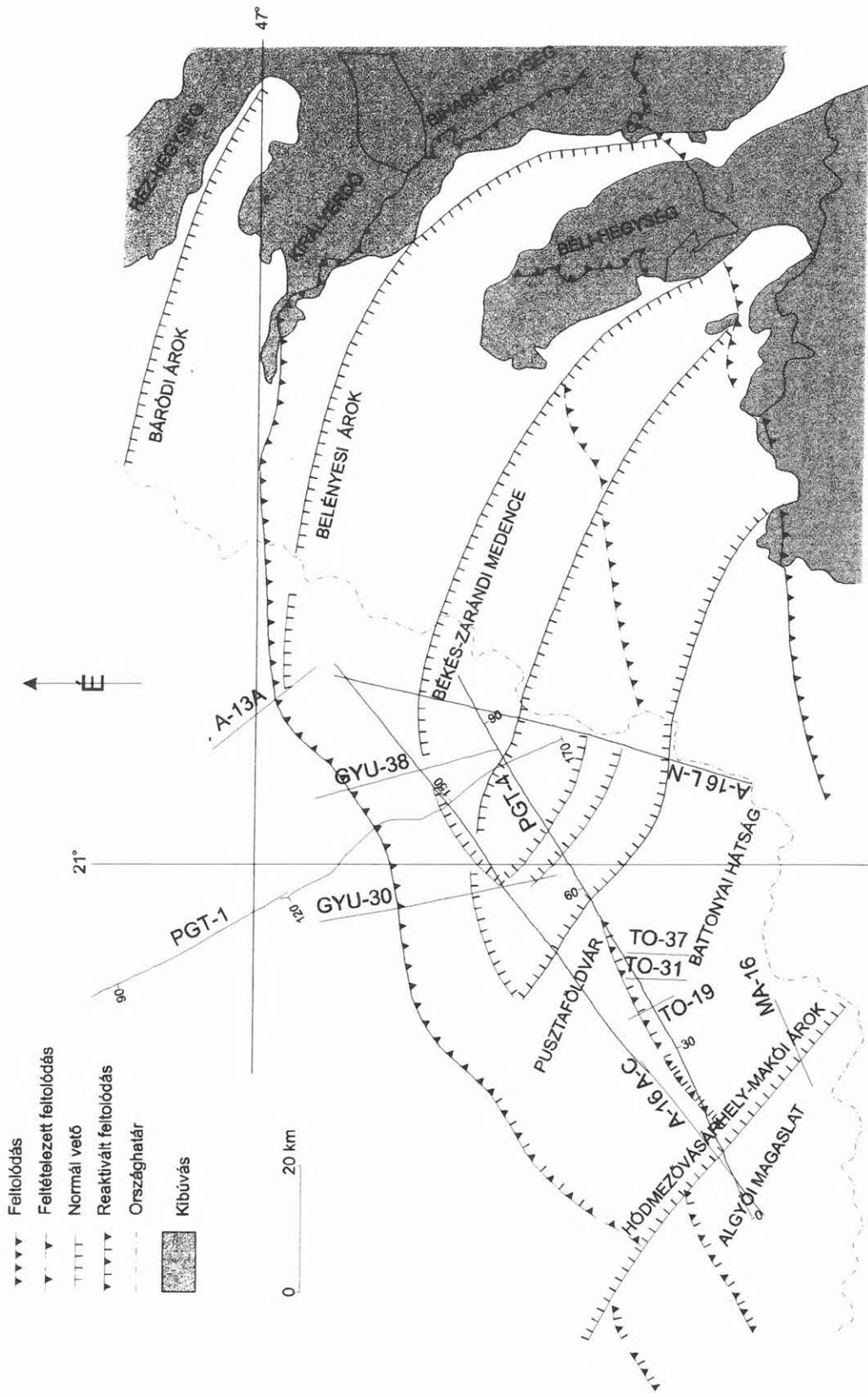
inkből következtettünk a szelvény irányában elhelyezkedő süllyedéksor szerkezetére [POSGAY et al. 1996, HAJNAL et al. 1996].

A PGT-1 és PGT-4 szelvényeken több jelentős nyírási zónára következtettünk [BODOKY et al. 1992, POSGAY 1991, 1993, POSGAY, SZENTGYÖRGYI 1991]. Ezek a nyírási zónák nagy mélységig követhetők voltak és a litoszféra jelentős részét harántolták. Az Erdélybe is áthúzódó, DK-magyarországi, fiatal medence és árokrendszer (1. ábra), [GYÖRFI 1994] fő nyírási zónái — feltevésünk szerint — az asztenoszféraig vagy annak közeléig nyúlhatnak le [POSGAY et al. 1996]. Ezek között jelentős szerepet játszottak a ma enyhén lejtő nyírási zónák. A meredeken dőlő nyírási zónák dőlésiránya hegyesszöget zár be a PGT-1 szelvénnel, melyben a nyírási felületekről viszonylag ritkán észleltünk reflexiókat. Néhány nyírási zóna (feltételezésünk szerint) több km vastag volt. Ezekben a

¹ Beérkezett: 1997. augusztus 7-én

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

³ MOL Rt. KTÁ Hazai Kutatási Üzletág, H-1039 Budapest, Batthyány u. 45.



1. ábra. DK-Magyarország és az Erdélyi-középhegység szerkezetföldtani térképe GYÓRFI [1994] alapján a mélyszeizmikus [POSGAY et al. 1995, 1996], továbbá a dolgozatban felhasznált szénhidrogén-kutató szelvények [GROW et al. 1989, 1994, MATTICK et al. 1985, 1988] nyomvonalának feltüntetésével

Fig. 1. Relying on the tectonic map of SE Hungary and the Transylvanian Central Range [GYÓRFI 1994] shown are the traces of deep seismic [POSGAY et al. 1995, 1996] and hydrocarbon exploration profiles [GROW et al. 1989, 1994, MATTICK et al. 1985, 1988] that were utilized in the paper

zónákban levő egyéb felületekről kapott reflexiók amplitúdója lényegesen kisebb volt a környező reflexiókénál [POSGAY et al. 1992, 1993]. A mélyszeizmikus szelvények alapján a *nagy mélységig feltételezhető nyírási zónák irányának meghatározására történt első kísérletről* kívánunk ebben a dolgozatban beszámolni.

A színrift üledékek vékony volta és az alaphegységi reflexiók minősége a szeizmikus szénhidrogén-kutató szelvényeken nehézzé teszi a mezozoós árkok szerkezetének és az alaphegységi vetőknek a biztonságos felismerését [GROW et al. 1989, 1994]. A különböző szelvényeken feltételezhető törések közül az azonos töréshez tartozók meghatározása — a gyakorlatban használt eljárással — bizonytalan, különösen akkor, ha a szelvényháló ritka és a szelvények sokféle irányban haladnak. A litoszféra kutató szelvényeken a törések, nyírási zónák hosszabban figyelhetők meg, de a szelvények közötti távolság miatt a feltételezhető nyírási zónák összetartozásának felderítésekor több lehetőség közül választhatunk.

A vázolt bizonytalanságok csökkentésére a törések, nyírási zónák bejelöléséhez és a különböző szelvényeken látható *nyírási zónák összetartozásának meghatározására — térbeli elhelyezkedésük közelítő paramétereiknek felhasználásával — új eljárást dolgoztunk ki* (amelyet főbb vonalaiban a függelékben ismertettünk).

2. A meghatározott nyírási zónák ismertetése

Az első meghatározásnál a PGT-1 és a PGT-4 mélyszeizmikus szelvényekben (1. ábra) az ezek kereszteződésénél látható, *A* jelű nyírási zóna térbeli helyzetét állapítottuk meg. A 2. ábrán a PGT-1 migrált mélységszelvény D-i része látható. A külszíni 165,5 szelvénykilométerig meghosszabbított vonal mentén végződnek a konszolidált litoszféra mélységében, a szelvény DK-i részén észlelt, közel vízszintes felületelemek. A látszólagos dőlés $\gamma_1' = 66^\circ$. Ezzel az adattal egyeztetjük a PGT-4 szelvényből önállóan is számítható értékeket.

A PGT-4 migrált mélységszelvény ÉK-i része a 3. ábrán látható. A vizsgált *A* nyírási zóna egyes felületeiről észlelt reflexiókat egy $\gamma_4'' = 25^\circ$ -os dőlésű egyenessel közelítettük meg. A szelvény ÉK-i végén észlelt, közel vízszintes reflexiók végződésai egy $\gamma_4' = 53^\circ$ -os dőlésű egyenessel jelölhetők be. A két egyenes a felszínen 90,8 szelvénykilométernél találkozik.

A függelékben leírt összefüggésekkel a nyírási zóna dőlésére $\gamma = 70^\circ$, a szelvények irányának a

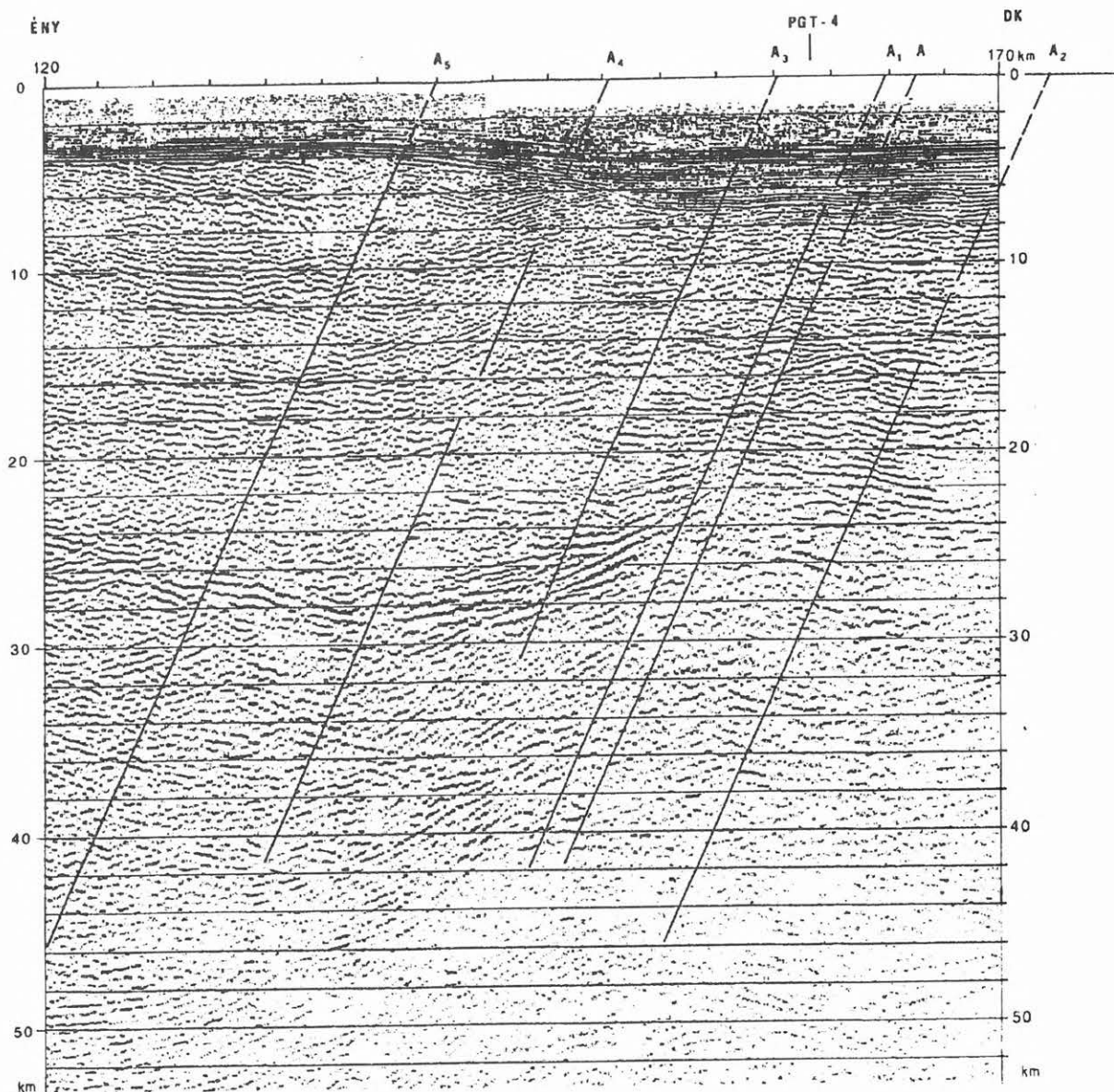
nyírási felület dőlésirányával bezárt szögére $\omega_1 = 34^\circ$ és $\omega_4 = 117^\circ$, továbbá a nyírási zóna csapásának az É-i iránnyal bezárt szögére 31° (dőlésirányára 329°) adódott. A szelvények irányának meghatározásánál a szelvény vizsgált részének irányát vettük figyelembe.

A felületek elhelyezkedési paramétereinek vizsgálata az egyes zónák szelvények közötti azonosítását megkönnyítette, de nagyobb távolság esetén mégis feltételezhető volt, hogy nem összetartozó, vagy közel párhuzamos — egymástól kis távolságra húzódó — zónákat kötöttünk össze. A hibalehetőség csökkentésére a térbeli értelmezéshez — a mélyreflexiók szelvényeken kívül — igyekeztünk publikált szénhidrogén-kutató szelvényeket is felhasználni.

Az *A* jelű nyírási zónára lehetett következtetni az A-16/A/N (1. ábra) szénhidrogén-kutató reflexiók (idő)szelvény [GROW et al. 1989, 1994] felületelemeiből is. A reflektáló felületelemek egybevágó elvégződésére határozottabb nyomokat csak a preneogén korú medencealjzat felső részén találtunk (4. ábra, Sark-ÉNy-1 fúrástól D-re). A nyírási zónáról érkező reflexiók is kimutathatók voltak (Sark-I fúrástól D-re). A bejelöléseket a neogén üledékekben az átlagsebesség figyelembevételével extrapoláltuk a külszínig. Az átlagsebességet a szénhidrogén-kutatásban meghatározott „alföldi $T_0 - H$ diagram” segítségével állapítottuk meg. A külszíni pont a PGT-1 és PGT-4 szelvények alapján meghatározott csapásba esik, és a bejelölések ($\gamma' = 41^\circ$ és $\gamma'' = 18^\circ$) dőlése is megfelel az előzőekben ismertett közelítésekkel meghatározható felületnek.

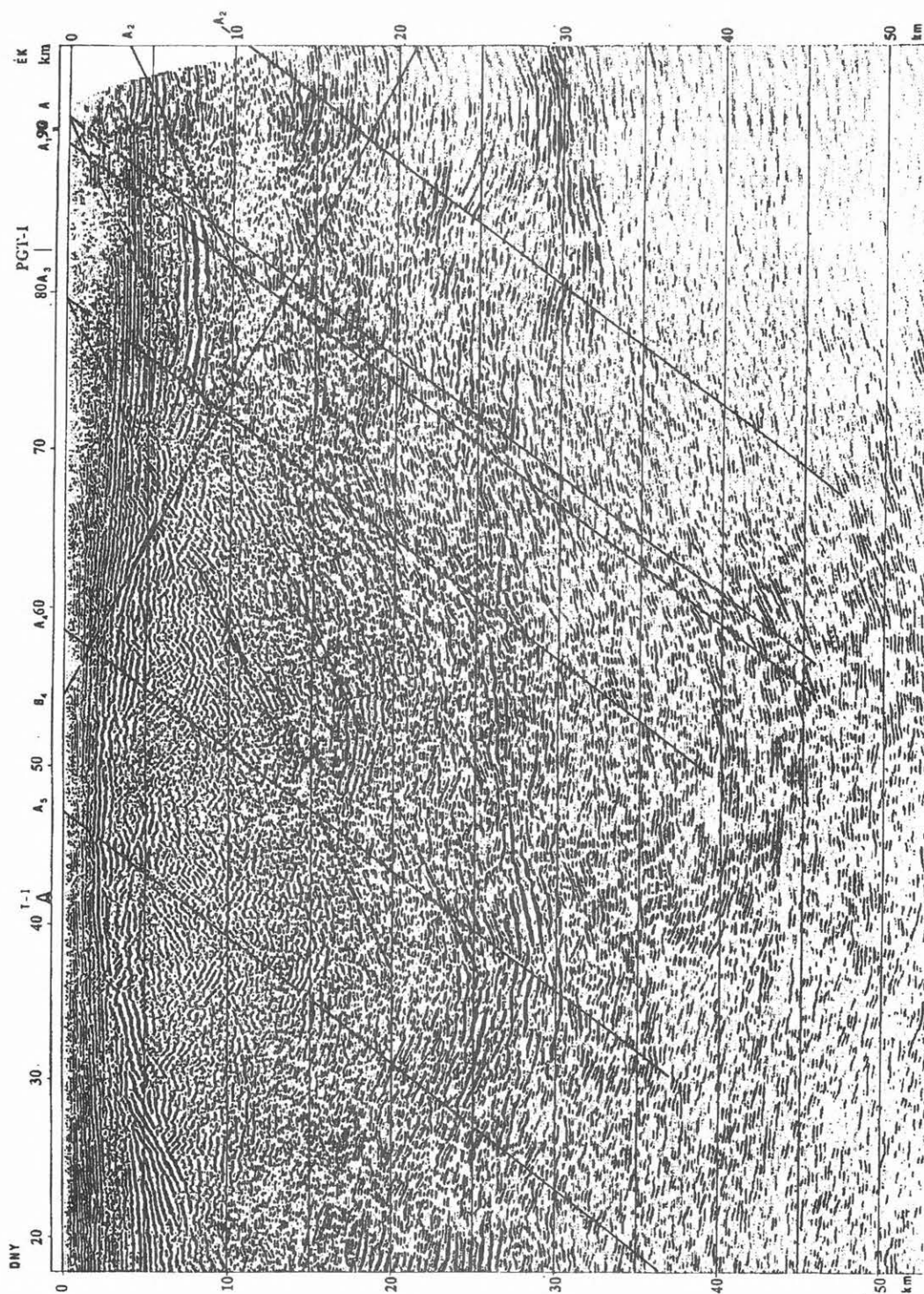
A PGT-1 szelvényen a — bejelölt nyírási zónával közel párhuzamosan bejelölhető — felületelem megszakadás sorokat találunk kb. a 120. szelvénykilométerig. A PGT-4 szelvényben is több — a fent ismertetekkel párhuzamos — felületelem végződés sor és reflexió sor bejelölhető. A maximális nyírófeszültség — izotróp, illetve a litoszférában tipikus anizotróp közegben — *párhuzamos felületrendszer* mentén hat [SEIGEL 1950], ezért feltételezhetjük, hogy a leírt jelenségből több párhuzamos nyírási zónára következtethetünk.

Az *A* zónával párhuzamosan futó nyírási zónákat *A1, A2, A3, A4* és *A5* jelöléssel különböztettük meg egymástól. Az *A1* az *A* közelében húzódik, lehet, hogy helyenként azonos zónához tartoznak. Külön bejelölését főleg a 4. ábrán látható A-16/A/N szelvény alapján tartottuk indokoltnak. Ezen a szelvényen GROW et al. [1989, 1994] a *környezetből kiugró kisfrekvenciás reflexiók beérkezéseket* figyeltek meg. Ezeknek a reflexióknak a déli végződésai a szelvényben az *A1* egyenessel közelíthetők meg, amely a feltételezett mezozoós és paleozoós köze-



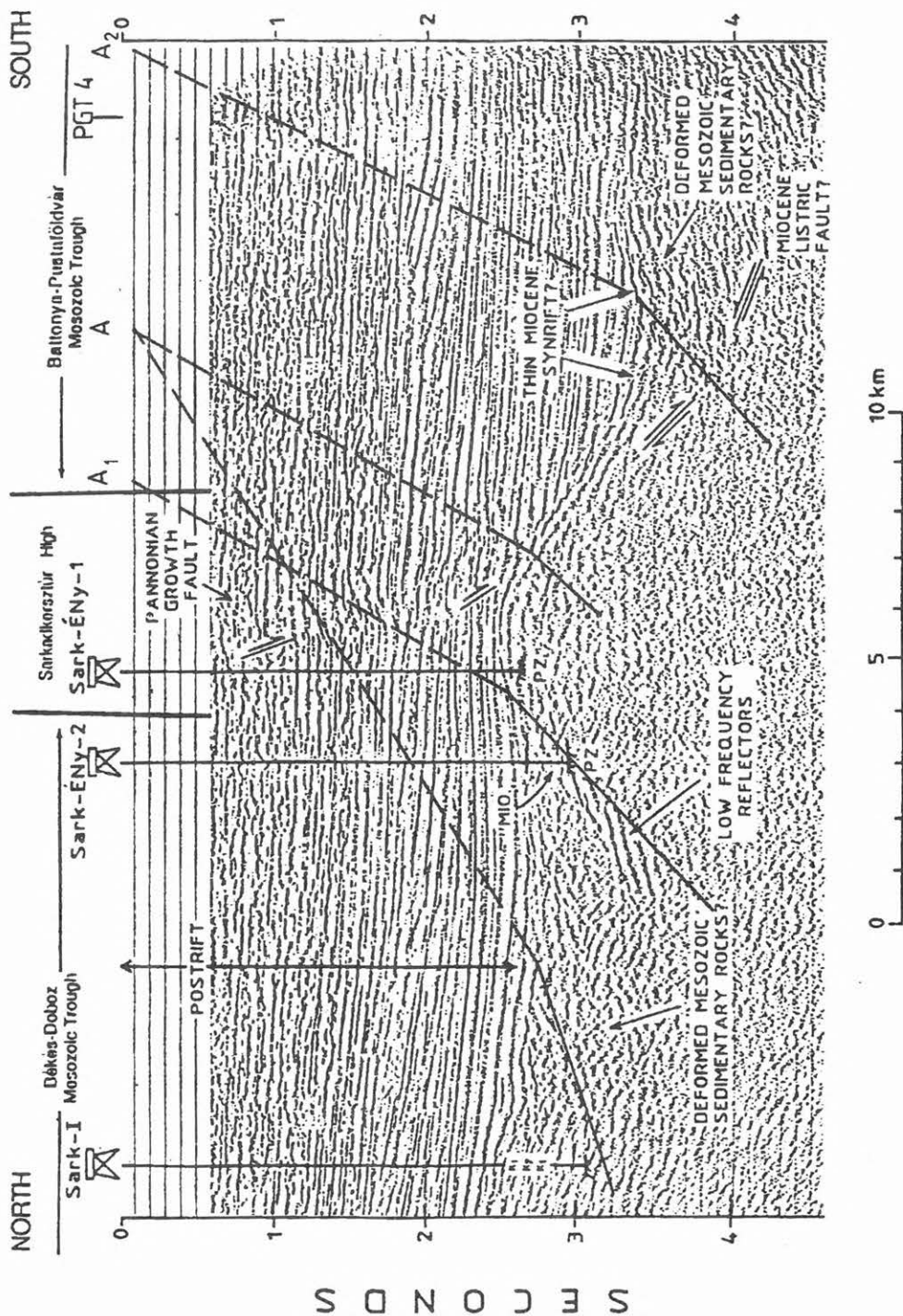
2. ábra. A PGT-1 mélyszeizmikus, migrált mélységsvélvénny [POSGAY et al. 1995] DK-i részén meghatározott A jelű nyírási zóna (PGT-1 szelvénybeni) látszólagos dőlése $\gamma_1' = 66^\circ$. A térbeli, közelítő dőlés $\gamma = 70^\circ$. A párhuzamos bejelölésekből széles, több nyírási zónából (A, A1, A2, A3, A4, A5) álló övezetre lehet következtetni

Fig. 2. Apparent dip $\gamma_1' = 66^\circ$ of the shear zone marked by A (in profile PGT-1) determined in the SE part of the deep seismic migrated time section PGT-1 [POSGAY et al. 1995]. The spatial approximate dip is $\gamma = 70^\circ$. Parallel markings allow to infer a wide belt composed of several shear zones (A, A1, A2, A3, A4, A5)



3. ábra. A PGT-4 mélyszeizmikus, migrált mélyszeizmikus [POSGAY et al. 1996] az A jelű nyírási zóna egyes részéről érkező reflexiók egy $\gamma_4'' = 25^\circ$ -os látszólagos dőlésű bejelöléssel közelíthetők. A szelvény ÉK-i részén észlelt, közel vízszintes reflektáló felületek egy $\gamma_4' = 53^\circ$ -os látszólagos dőlésű vonal mentén végződnek

Fig. 3. Reflections arriving from certain parts of the shear zone marked through A in the deep seismic migrated depth section PGT-4 [POSGAY et al. 1996] can be approached by marking with an apparent dip of $\gamma_4'' = 25^\circ$. Nearly horizontal reflecting surfaces observed in the NE part of the profile come to their end along a line having an apparent dip of $\gamma_4' = 53^\circ$



4. ábra. Az A-16/A/N szénhidrogén-kutató, reflexiós időszelvényen [GROW et al. 1994] az A jelű nyírási zóna pretercier aljzatbeli bejelöléseit a neogén üledékekben az átlagsebesség figyelembevételével extrapoláltuk a külszínig. A GROW et al. [1989, 1994] által megfigyelt kisfrekvenciás reflexiós beérkezések D-1 végződéséi a szelvényben az A1 egyenessel közelíthetők, amely a feltételezett mezozoós és paleozoós kőzetek határán húzódhat

Fig. 4. Markings of the shear zone A within the pre-Tertiary basement in the reflection time section for hydrocarbon exploration A-16/A/N [GROW et al. 1994] were extrapolated in Neogene sediments up to the ground surface with the average velocity being considered. The Southern ends of the low frequency reflection arrivals observed by GROW et al. [1989, 1994] can be approached in the section by the straight line A1, which may run along the boundary of assumed Mesozoic and Paleozoic rocks

tek határán húzódhat. A mélyreflexiós szelvényeken az *A* zónák mentén sok helyen torlódásra lehet következtetni, ezért annak ellenére, hogy ezeket a zónákat szilárdságilag gyenge, esetenként ma is elmozdulásra képes öveknek tartjuk, elképzelhető, hogy az *A* zónák egyes részei a folyadékok, gázok számára áramlási akadályt jelentenek. A zónák modell szinten jó egybeesést mutatnak az ausztriai orogén során kialakult kompressziós tektonikai zónákkal. Ezekhez rendre kapcsolódhat az idősebb mezozoikum megjelenése, egyúttal befolyásolják a felső kréta képződmények elterjedését is. LEE és GÖNCZ [1994], továbbá MILLER és VÉGES [1994] beható vizsgálatokat végeztek a Békés-2 fúrás környékén észlelt kisméretű reflexiók minősítésére. Megállapításaik szerint a kisméretű reflexiók mezozoós kőzetekből származnak. Kis horizontális kiterjedésű, kis szeizmikus impedanciájú rétegekre következtettek, amelyek nagyobb impedanciájú kőzetekbe ágyazódtak. A Békés-2 fúrás nem adott biztató eredményeket a szénhidrogén-kutatás számára. Az *A1* zóna menti szerkezet eltér a Békés-2 fúrás környéki szerkezettől. Inkább hasonlít KOVÁCS és TELEKI [1994] által perspektivikusnak tartott szerkezettípushoz, konkrétan sztratigráfiai csapdához. Ennek figyelembevételével a jelenség további vizsgálata indokolt lehet.

Az *A3*, *A4* és *A5* nyírási zónák nyomai az A-16/C (1. ábra) szénhidrogén-kutató szelvényen [MATTICK et al. 1985, 1988] is megfigyelhetők (5. ábra). Legtisztábban az *A3* zóna menti jelleg és dőlésváltozás látszik a preneogén korú medencealjzatban.

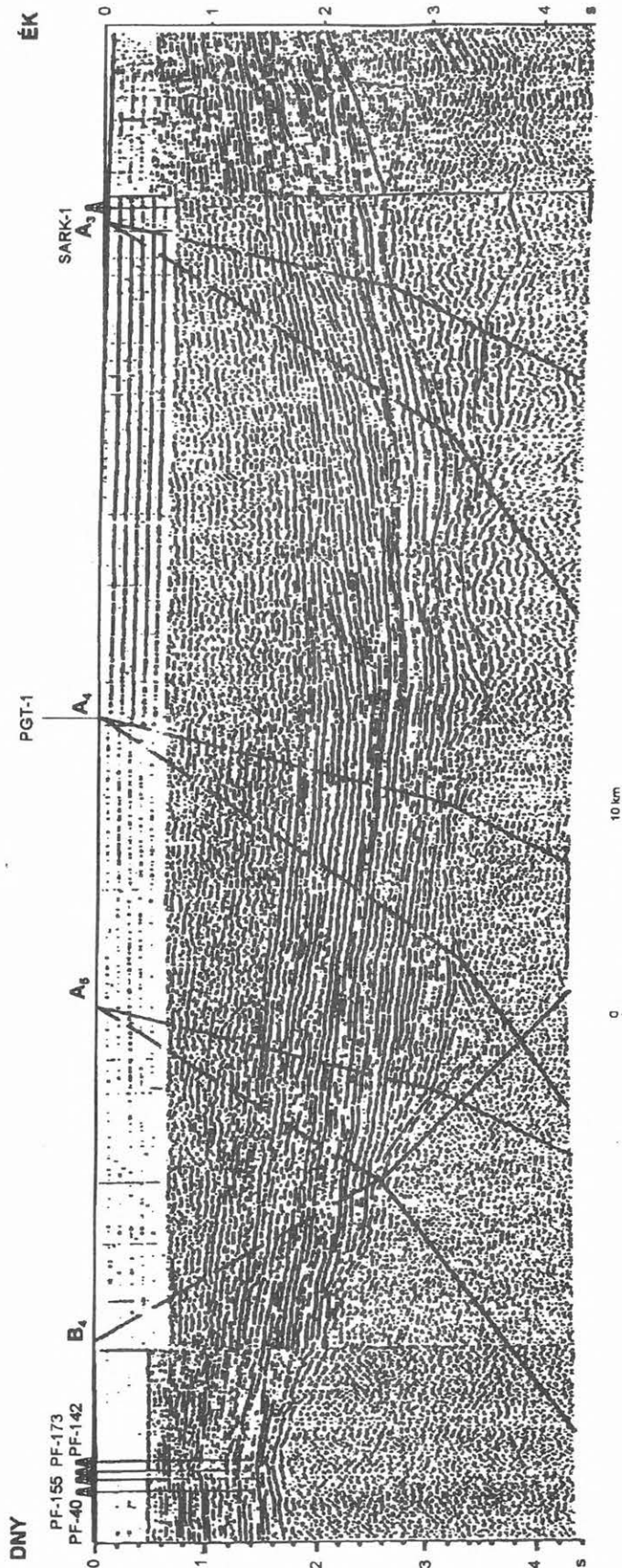
Feltételezzük, hogy az *A2* zónán (2. és 3. ábra) kívül további *A* jellegű zónák találhatóak még K felé. A PGT-4 szelvényben 65–70 szelvénykilométer között, 27–30 km mélységben látható, az *A* zónáról jövő reflexiókkal párhuzamos beérkezésekből — feltevésünk szerint — arra következtethetünk, hogy a *Zarándi medence alá is áthúzódnak* ezek a mély, meredek nyírási zónák. Valószínű, hogy a keletebbre eső nyírási zónákat tételezte fel SZEPESHÁZI is [1980], amikor a Pannóniai medence neogén kori mélybe süllyedésével kapcsolatban annak É–D irányú szegélytörési övezetét említette.

A nyírási zónák harántolják a kérget, a felső köpenybe is behatolnak, és a mélyreflexiós szelvények alapján feltételezhető, hogy némelyik az *asztenoszféráig lenyúlik*. Csapásirányuk a süllyedéskor (azaz közelítőleg az elmozdulás) irányával hegyesszöget zár be. Nem értelmezhetők Riedel-töréseként, mivel RIEDEL kísérleteinek [1929] alapfeltevése szerint a törések olyan alap mélytörése felett keletkeznek, amelynek szilárdsága jelentősen meghaladja azét a közegét, amelyben a törések kelet-

keztek. A mélytörés két oldalán lévő alaprészek ellentétes irányú mozgásakor — RIEDEL szerint — a felső közegben felfelé táguló, ék alakú töréses zóna alakul ki. Tekintettel arra, hogy az *A* zónarendszer a litoszférát az annál képlékenyebb asztenoszféraig harántolja és ék alakú szerkezete sem tételezhető fel, véleményünk szerint az *A* nyírási zónarendszer keletkezése egyszerű nyíráshoz közel álló igénybevételre vezethető vissza.

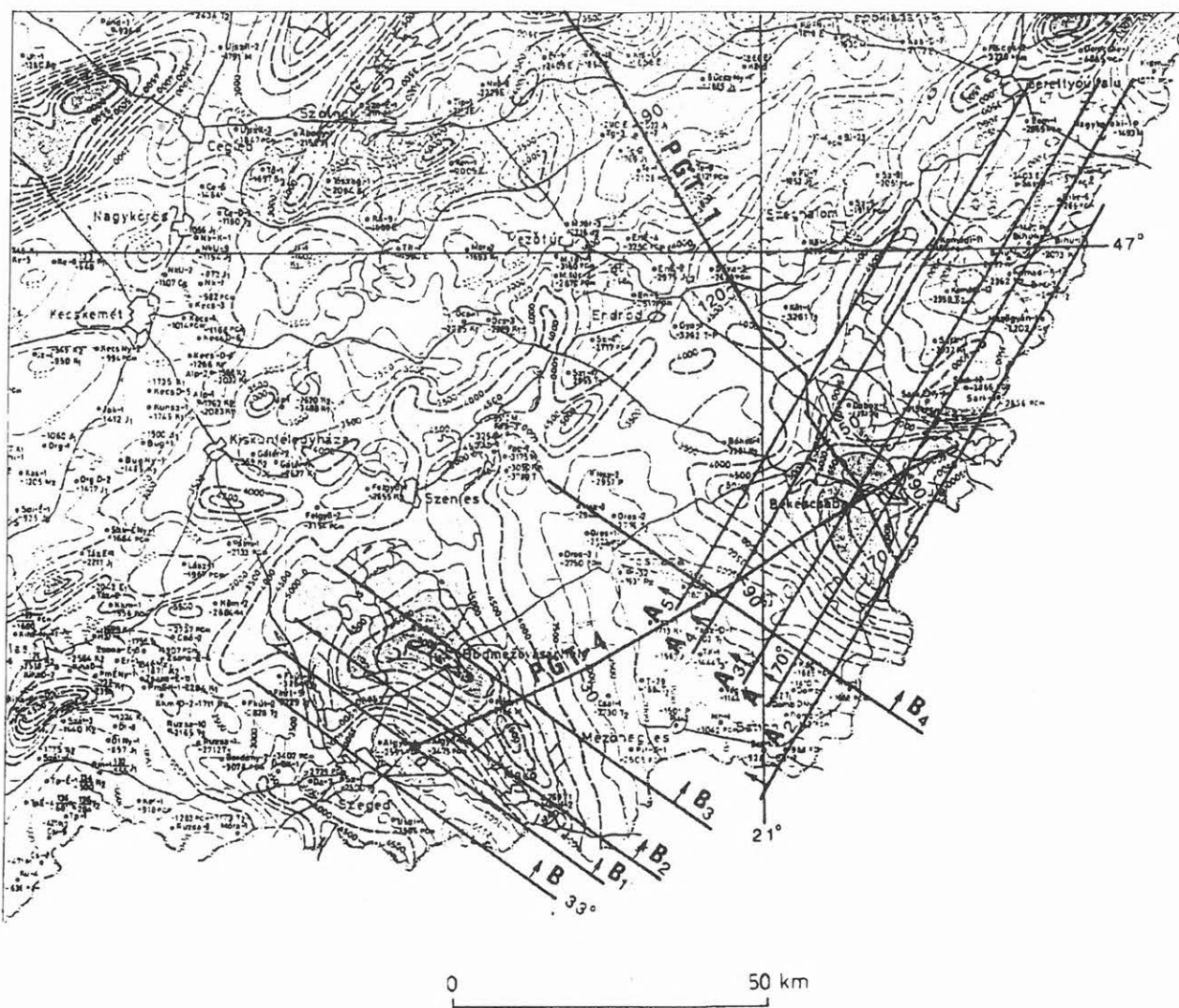
Az *A* típusú nyírási zónák csapását a pretercier korú medencealjzat térképén [KILÉNYI et al. 1991] ábrázolva (6. ábra) látható, hogy Békési medencétől ÉNy-ra lévő területen is több ÉK–DNy irányú árkot és medencealjzat magaslat sort találunk, melyek iránya jól egyezik az *A*-val jelölt nyírási zónarendszer 31°-os csapásirányával. Ilyen pl. a Kismarja–Körösszegapáti–Komádi–K–Sarkad-i magaslat sor, vagy a Békés-vályúként jelölt árok. Az árkot keresztező A-13/A szénhidrogén-kutató szeizmikus szelvényből [GROW et al. 1989, 1994] is lehetett az *A3* és *A4* zónákra következtetni (7. ábra). A Gyu-38 szelvényen [GROW et al. 1989, 1994] szintén bejelöltük ezeket a zónákat (8. ábra). Mindkét szelvényen csak a medencealjzatban, annak felszíne közelében található meg a törésre utaló reflexióvégződés és hirtelen dőlésváltozások, amelyek esetleg a mezozoós képződmények megjelenésével lehetnek kapcsolatban. A Gyu-30 szénhidrogén-kutató szelvényen [GROW et al. 1989, 1994] az *A4* jelzésű zónától D-re újabb kisméretű beérkezéskor is látható az A 16-A/N szelvényhez hasonló szerkezeti helyzetben (9. ábra). Az elmondottak alapján feltételezhető a nyírási zónarendszer több tíz négyzetkilométeres kiterjedése.

Figyelemre méltó, hogy az egyes nyírási zónáknál a (22–28 km mélységben található) kéreg–köpeny határ dőlése megváltozik, helyenként szintkülönbség is jelentkezik. A kéreg–köpeny határ fel-domborodása — a süllyedéskor tengelyére közel merőleges PGT-1 szelvényen — szembeötlő. Az *A* és *A3* nyírási zónák között emelkedése a 26°-ot is eléri. Az *A4* és *A5* zónák között viszont mind a PGT-1, mind a süllyedéskor hossz tengelyével kis szöget bezáró PGT-4 szelvényen világosan látszik a kéreg–köpeny határ DK-i dőlése. A PGT-1 és PGT-4 szelvényekben az *A4* és *A5* nyírási zónák között feltételezett kéreg–köpeny határ területet síkkal megközelítve közel 20°-os, É-től mért 120° irányú dölést, azaz 30°-os csapásirányt kapunk. Az *A3* és *A4* jelölésű nyírási zónák között a kéreg–köpeny határ dőlése 13°, dőlésiránya 306°, azaz csapása 36°. Feltűnik, hogy mindkét felületrészt csapása közel egyezik az *A* zónarendszer csapásirányával, amiből arra következtethetünk, hogy a nyírási



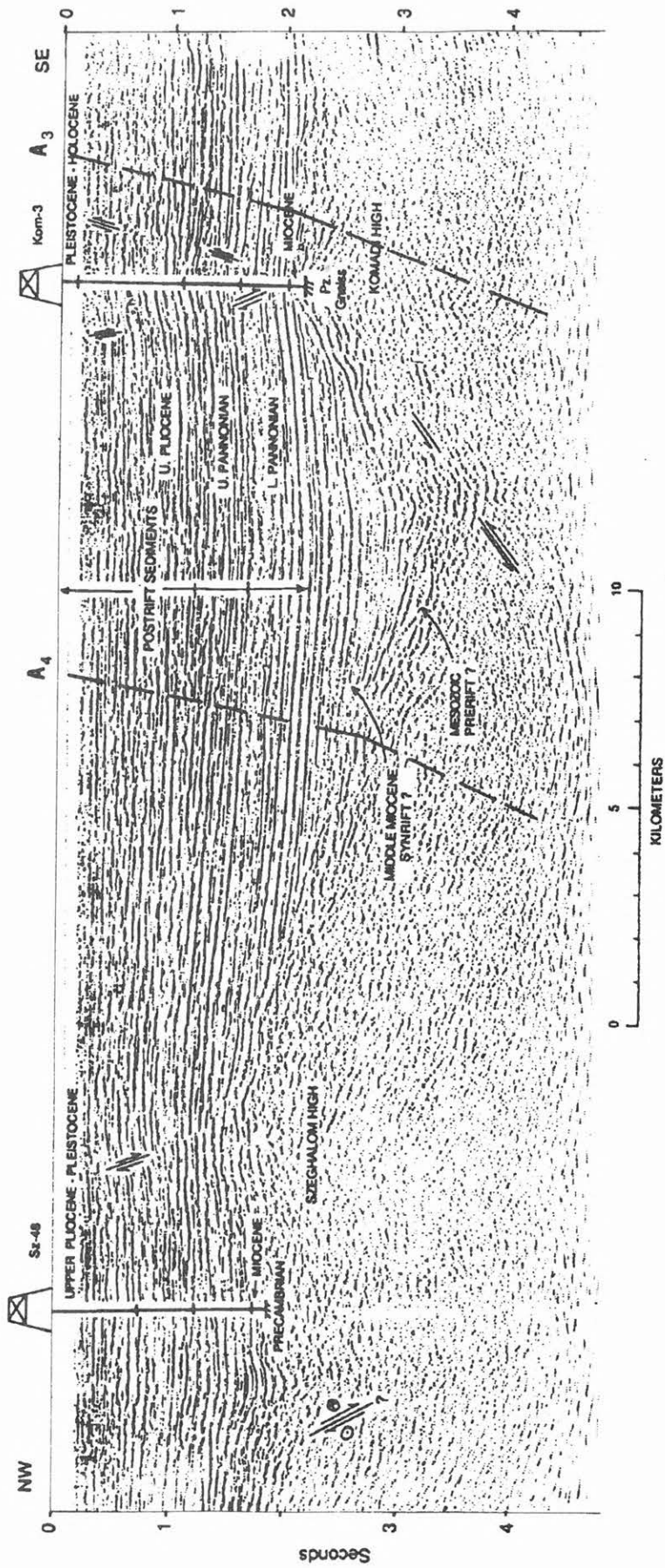
5. ábra. Az A-16/C szénhidrogén-kutató szelvényt [MATTICK et al. 1985, 1988] keresztelő zónák közül az A3 és a B4 nyírási zónák menti jelleg és dőlésváltozás látszik a legjobban a preneogén korú medencealjzatban

Fig. 5. From zones crossing the hydrocarbon exploration profile A-16/C [MATTICK et al. 1985, 1988] it is along the shear zones A3 and B4 where the change in character and dip is the most conspicuous in the basin's bottom of pre-Neogene age



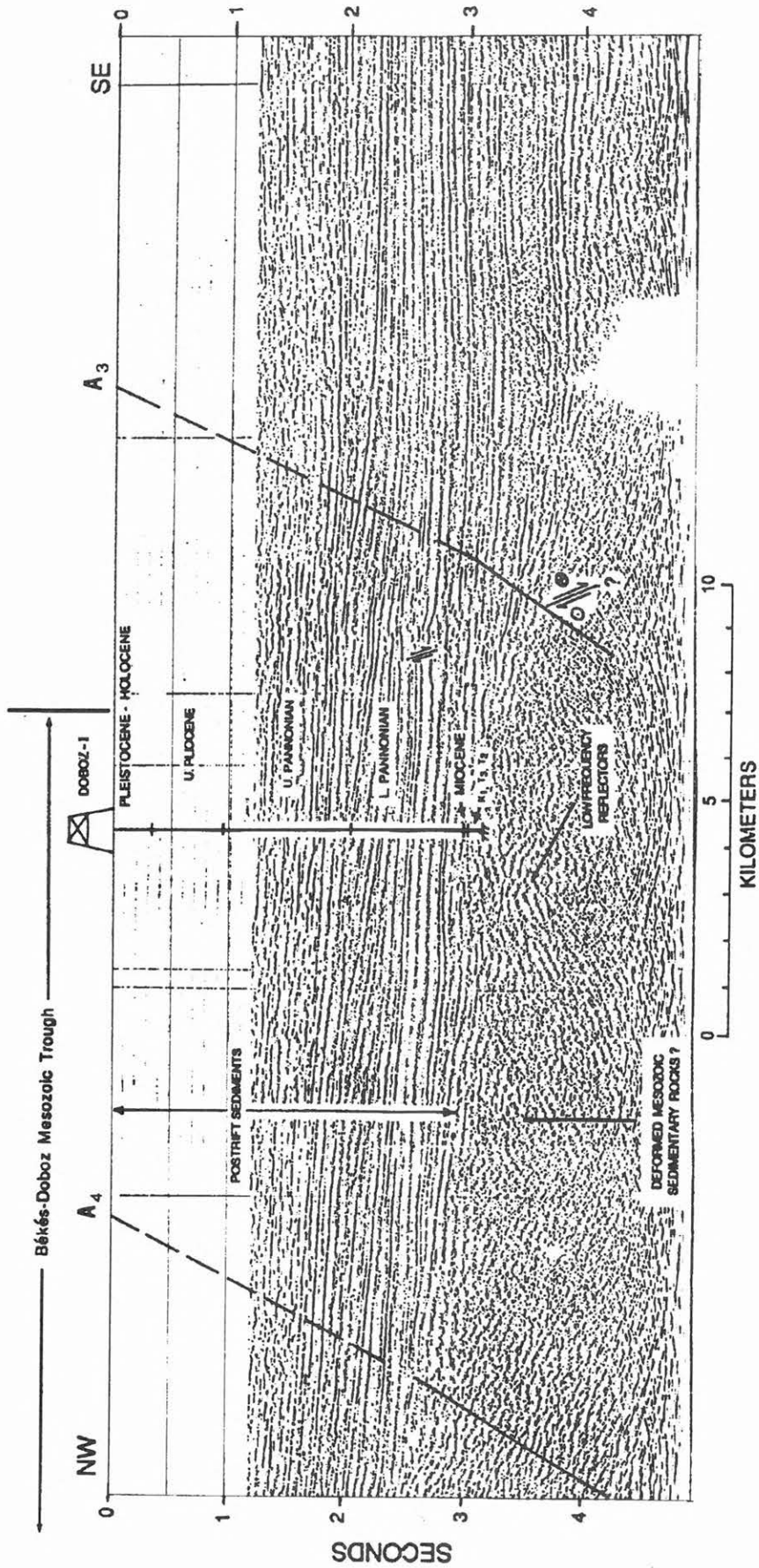
6. ábra. Az A és B jelölésű nyírási zónák közelítő síkja külszíni csapásának és dőlésének feltüntetése a pretercier korú medencealjzat KILÉNYI et al. [1991] által megszerkesztett mélységtérképén

Fig. 6. Presentation of strike and dip on the ground surface of the approximate plane of the shear zones A and B on the depth map of the pre-Tertiary basin's bottom compiled by KILÉNYI et al. [1991]



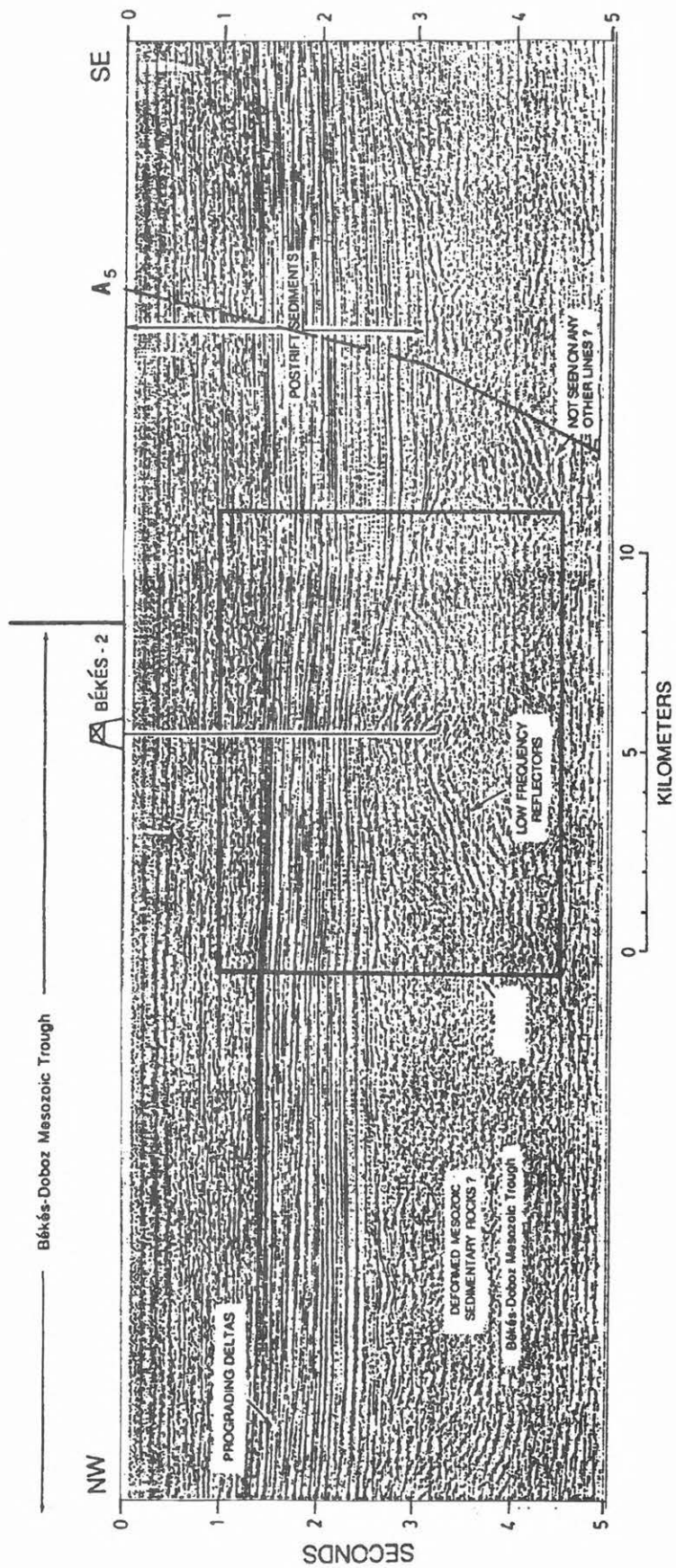
7. ábra. Az A-13/A szénhidrogén-kutató szelvény [GROW et al. 1989, 1994] harántolja a Békés-vályút, melynek kialakításában a hossz tengelyével közel párhuzamos csapású A3 és A4 nyírási zónák szerepet játszottak

Fig. 7. The hydrocarbon exploration profile A-13/A [GROW et al. 1989, 1994] crosses the Békés through, in the formation of which the shear zones A3 and A4 having a strike nearly parallel to its longitudinal axis may have taken part



8. ábra. A Gyu-38 szénhidrogén-kutató reflexiós szelvény [GROW et al. 1994]. A bejelölt nyírási zónákra csak a pretercier korú medencealjzatban, annak felszíné közelében jelentkező zavarokból lehetett következtetni

Fig. 8. The reflection profile Gyu-38 of hydrocarbon exploration [GROW et al. 1994]. The marked shear zones can be inferred only from the disturbances appearing in the pre-Tertiary basin's bottom, in the proximity of its surface



9. ábra. A Gyu-30 szénhidrogén-kutató szeizmikus szelvényen [GROW et al. 1989, 1994] az A4 nyírási zóna közelében is jelentkeztek a viszonylag kis frekvenciás (10–12 Hz) beérkezések

Fig. 9. Relatively low frequency (10–12 Hz) arrivals appeared also in the proximity of the shear zone A4 along the seismic profile Gyu-30 of hydrocarbon exploration [GROW et al. 1989, 1994]

zónák között jelentős közettömbök mozdultak el és mozgásukban a szomszédos közettömbök elmozdulása szerepet játszhatott. Regionális léptékben megengedhetőnek tartjuk annak feltételezését, hogy az ausztriai orogént követő idő során nagyobb terület képződményei változtatták meg (rotációs és csúszó mozgással) eredeti orientáltságukat.

A DK-magyarországi földrengések epicentrumainak elhelyezkedése jól közelíthető az előzőkben leírt (É-i) 31°-os csapásiránnyal. A 10. ábrán — a Közép-Európában az utolsó ezer évben megfigyelt, az MSK-64 skála szerint 5°-nál nagyobb intenzitású földrengés térképére — [PROCHÁZKOVÁ 1995] bejelöltük az *A* nyírási zónarendszer közelítő csapásirányát. Ennek alapján valószínű, hogy a zónarendszer mentén még ma is vannak elmozdulások.

A Hódmezővásárhely–Makói árok kialakulásában döntő szerepet játszó és azt DNy-ről határoló, *B*-vel jelölt nyírási zóna a PGT-4 litoszféra–asztenoszféra kutató szelvényen határozottan jelentkezik (11. ábra). A szelvény DNy-i részén (helyenként 2 km) vastagságú (27–28° látszólagos dőlésű) zavarzóna látszik, melyben sok hasonló dőlésű reflexió figyelhető meg. Ezek a reflexiók nyomozhatók a GROW és társai [1989, 1994] által publikált Ma-16 szénhidrogén-kutató reflexiós szelvényen is. A fő törést (kérdőjellel) be is jelölték (12. ábra). A nyírási zóna mentén megfigyelhető dőlésváltozásból és reflexiós nyomokból az A-16/A [MATTICK et al. 1988] szénhidrogén-kutató szeizmikus szelvényen is bejelölhető a *B* zóna (13. ábra).

Sík felülettel történt közelítéskor az É-i iránnyal 35°-ot bezáró dőlésirány és $\gamma = 33^\circ$ dőlésszög érték adódott. A dőlésirány a szelvényekkel viszonylag hegyes (30°-os, illetve az A-16/A esetében 24°-os) szöveget zár be. Ilyen kis iránykülönbségnél és kis dőlésszögeknél a reflexióvégződésekből és a zónák mentén jelentkező reflexiókból adódó látszólagos dőlés csak kb. 1°-kal tér el, ezért nem kíséreltük meg megkülönböztetésüket. A nyírási zóna csapásiránya lényegében egyezik GYÓRFI [1994] szerkezeti térképén — a Hódmezővásárhely–Makói árok DNy-i oldalán — látható normál vető csapásirányával (1. ábra).

A Hódmezővásárhely–Makói árok környékén és a Békési medence DNy-i részén a *B* zónával közel párhuzamos nyírási zónákra következtettünk, melyeket *B1*, *B2*, *B3* és *B4*-gyel jelöltünk (11. ábra). A *B*-vel jelölt zónákat az A-16/A szelvényen is meg lehetett figyelni (13. ábra). Valószínűsíthető, hogy a csökkent szilárdságúvá vált zónák mentén — a húzófeszültségek hatására — a fedő kőzetek megcsúsztak és az elmozdulás a meggyengült nyírási zónák mentén volt a legjelentősebb [POSGAY et al.

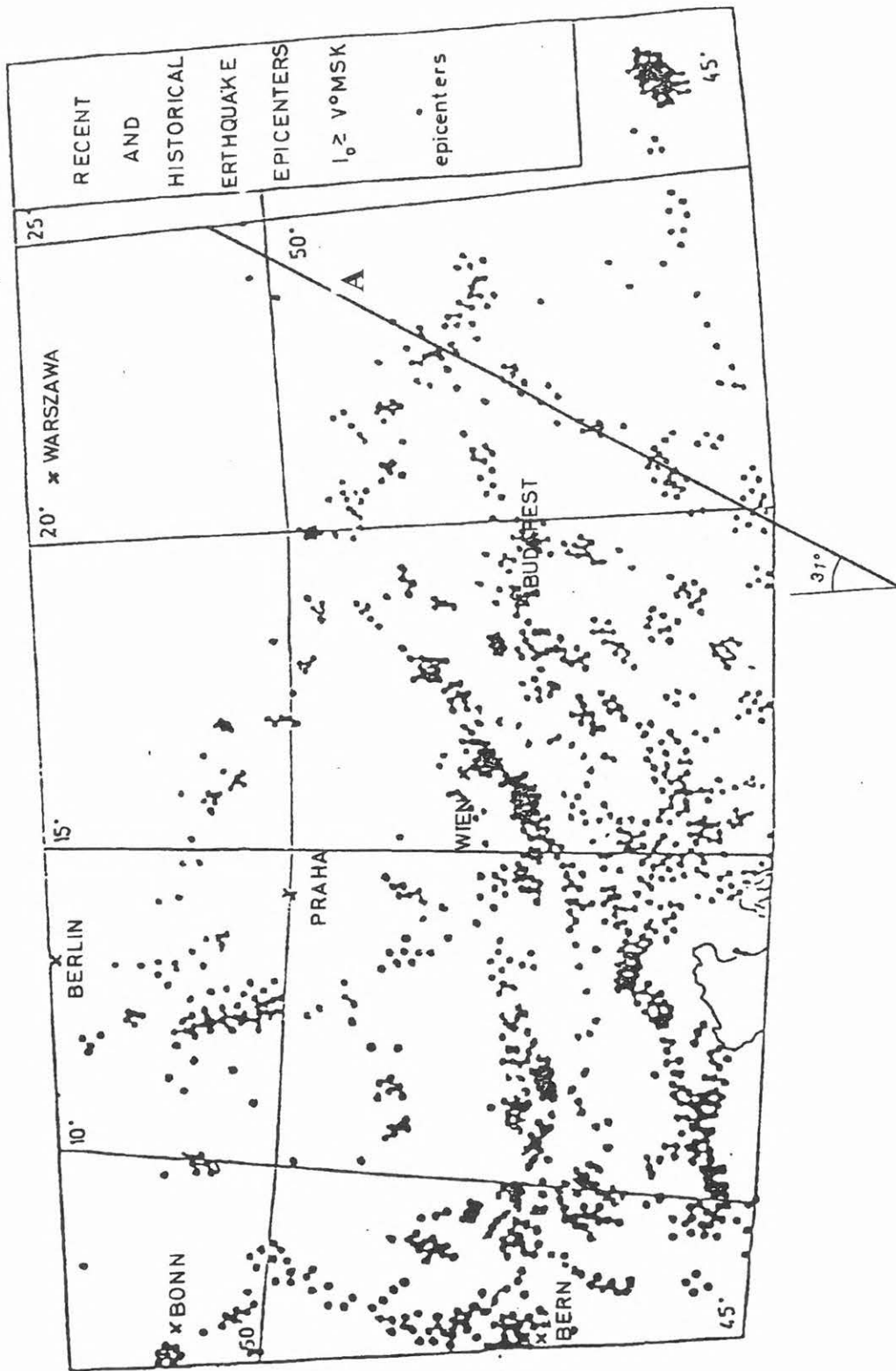
1996]. Ezért a Hódmezővásárhely–Makói áron belül is 2–3 részárók keletkezett, melyekre a fiatal medenceüledékek struktúrájából is következtethetünk.

A Békési medence DNy-i oldalában az 5. és 11. ábrák alapján szintén valószínűsíthető a *B* zónarendszerbe tartozó mélytörés (*B4*), amely az A-16A/L szénhidrogén-kutató szeizmikus reflexiós szelvény [MATTICK et al. 1985, 1988] D-i részén is jól bejelölhető (14. ábra). A preneogén korú medencealjzat térkép szintvonalainak a — Pusztaföldvár–Battonya-i hátság és a Békési medence közötti — lefutása szintén alátámasztja ezt az elképzelést (6. ábra).

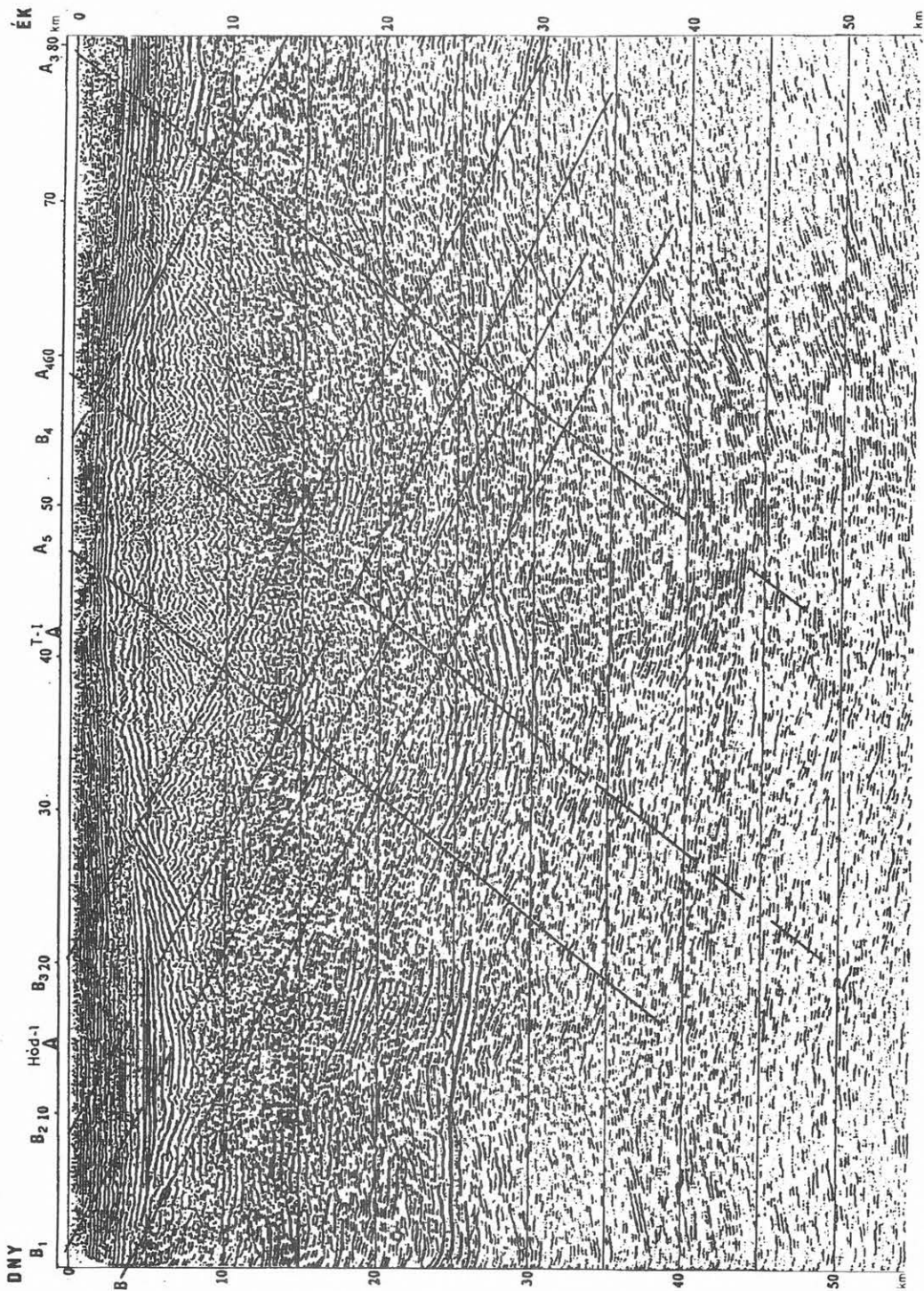
A T-I fűrásban rétegismétlődésből felső kréta korú feltolódásra következtek, melyet a miocénben extenziós elmozdulás követhetett [GROW et al. 1989, 1994]. A To-31 szelvényen ezt a törést fel is tüntették. A 15. ábra az általuk közölt szelvényt mutatja a saját bejelölésünkkel kiegészítve. A törést *C*-vel jelöltük. A PGT-4 szelvény (16. ábra) a T-I fűrás közelében keresztezi a To-31 szelvényt. A törés ezen a szelvényen jól meghatározhatóan rajzolódik ki. A *C* törést bejelöltük a GROW et al. [1989, 1994] által közölt To-37 szelvényre is (17. ábra). A három szelvényben bejelölt felület síkkal közelítve 22° — É-től mért — dőlésirányt és 32° dőlésszöveget határoztunk meg. A *C* törés a *B* nyírási zónával közel párhuzamos. A felület térbeli elhelyezkedése is valószínűsíti azt a feltételezést, hogy a korábbi feltolódási sík mentén a neogén medence keletkezésekor extenziós mozgás történt. A *B* jellegű nyírási zónarendszer közelítő síkjának É-től mért dőlésiránya 35°, dőlésszöge 33°. Az az erőhatás, amelyik a *B* zónarendszer menti elmozdulásokat létrehozta, az — anizotrópia tényezőként felfogható [SEIGEL 1950] — közel párhuzamos *C* törési felület mentén hasonló elmozdulást okozhatott.

A leírtak alapján kialakuló összkép megengedi azt a feltételezést, hogy az átlagosan kevésbé mélyre hatoló *B* zónarendszer (a *C* törés menti extenziós mozgással együtt) lényegesen fiatalabb az *A* nyírási zónarendszernél. Ebben az esetben az *A* nyírási zónarendszer is egy korábbi, hozzá hasonló elhelyezkedésű — anizotrópia tényezőként felfogható [SEIGEL 1950] — nyírási zónarendszer felújulása lehetne, amely a *B* zónarendszer menti elmozdulásokat elősegítette.

A GROW et al. [1989, 1994] által — a To-31 és To-37 szelvényekre — bejelölt prekambriumi korú paleozoós aljzat felszínét a *D* síkkal közelítettük és

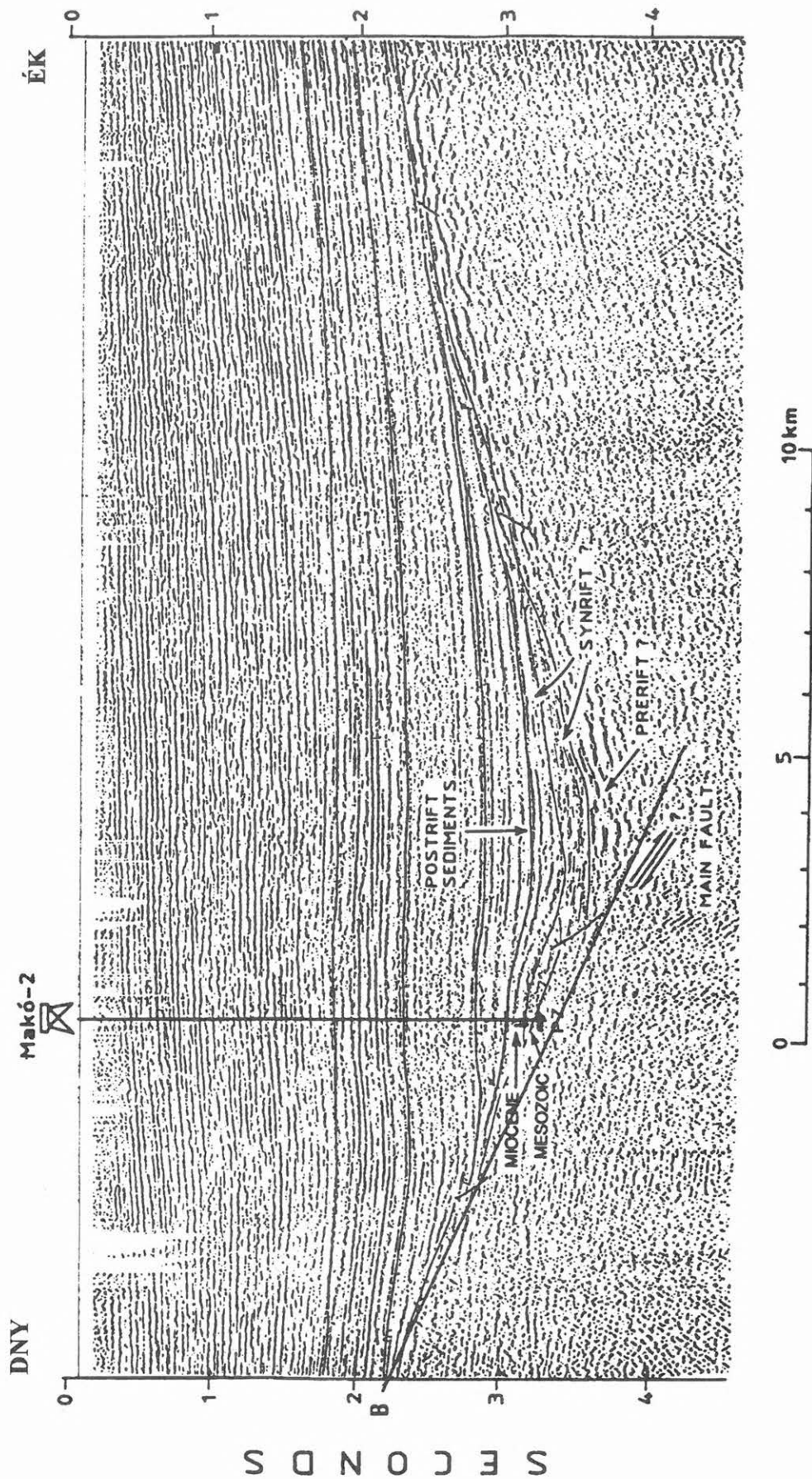


10. ábra. A PGT-1 és PGT-4 mélyszéizmikus szelvények kereszteződésénél meghatározott, a litoszférát harántoló *A* nyírási zónák csapásirányának feltüntetése a Közép-Európában az utolsó ezer évben megfigyelt, az MSK-64 skála szerint 5°-nál nagyobb intenzitású földrengés-térképen [PROCHÁZKOVÁ 1995]
 Fig. 10. Showing the strike direction of shear zones *A* cutting through the lithosphere which were determined at the crossing of the deep seismic profile PGT-1 and PGT-4 on the map of earthquakes having an intensity over 5° on the MSK-64 scale in Central Europe for the last thousand years [PROCHÁZKOVÁ 1995]



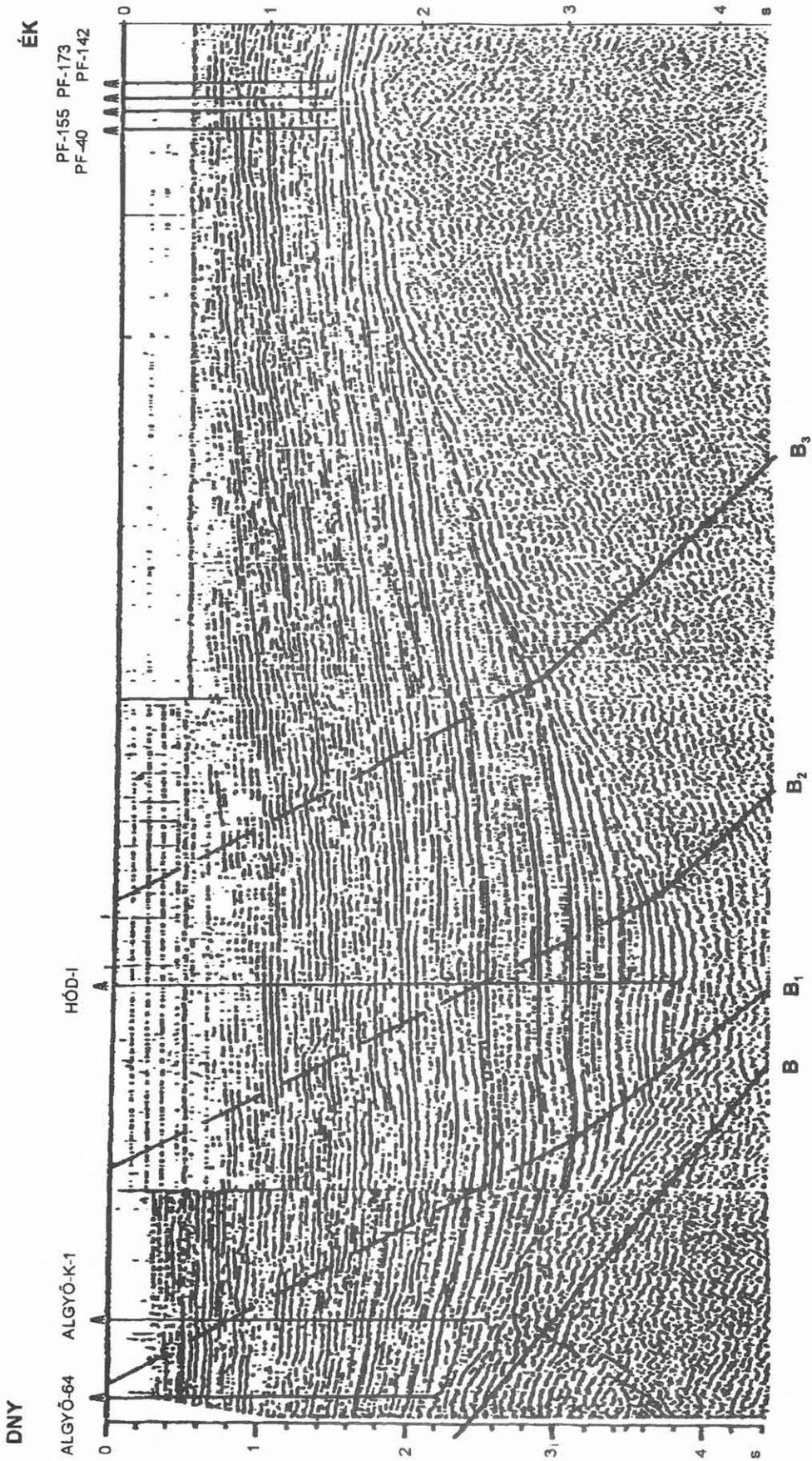
11. ábra. A Hódmezővásárhely–Makói árkot létrehozó és azt DNY-ról határoló, B-vel jelölt és vele párhuzamos nyírási zónák közelítő bejelölése a PGT-4 litoszférasztenoszféra kutató szelvényen [POSGAY et al. 1996]

Fig. 11. Approximate marking of shear zones creating the Hódmezővásárhely–Makó graben, bordering it on its SW side and running parallel to it that are designated through B, along the profile PGT-4 for lithosphere–asthenosphere investigation [POSGAY et al. 1996]



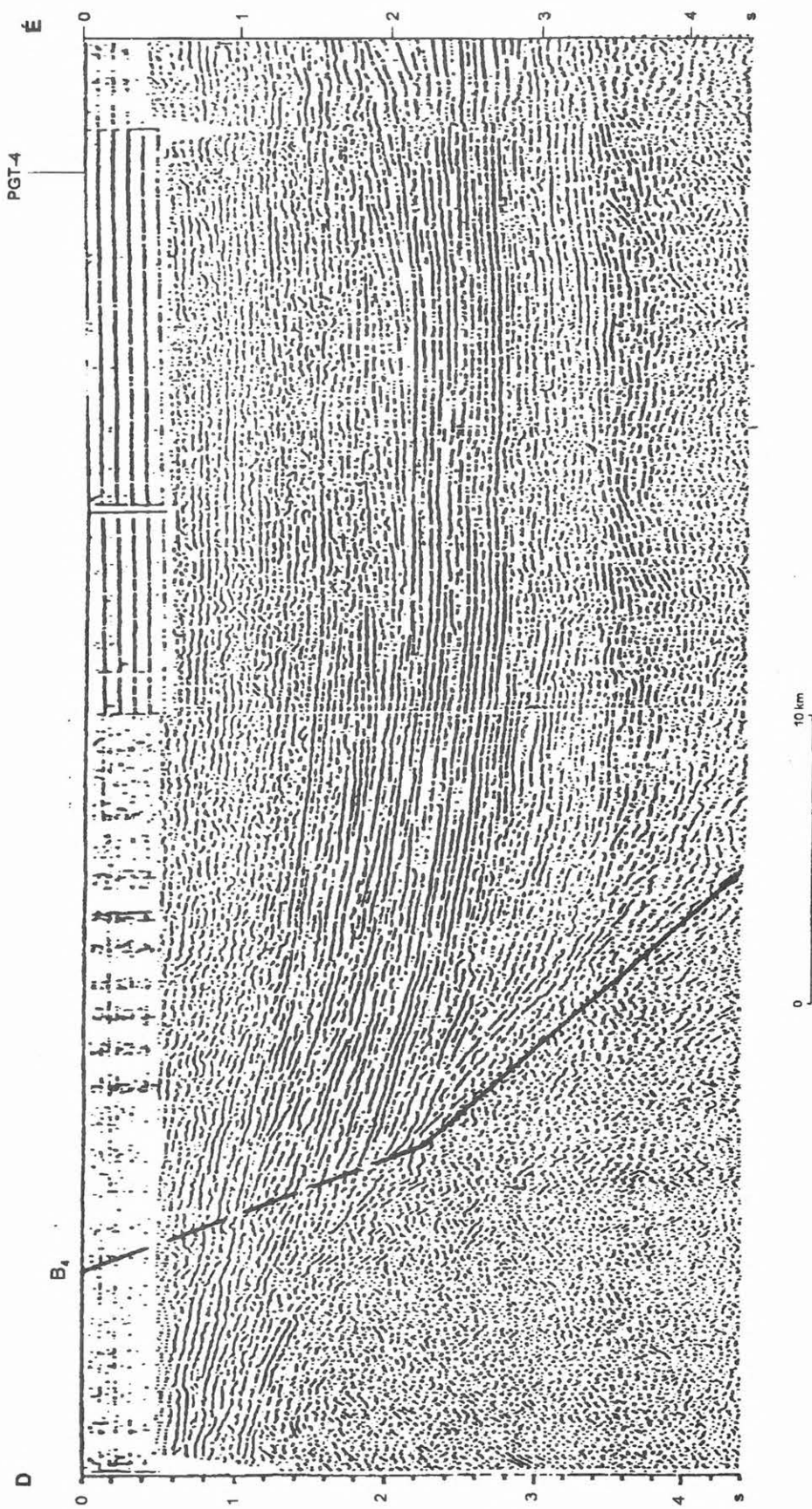
12. ábra. A B-vel jelölt nyírási zóna reflexiói megfigyelhetők Grow és társai [1989, 1994] által publikált Ma-16 szénhidrogén-kutató reflexiók szelvényén. A fő törést (kérdőjellel) be is jelölték

Fig. 12. Reflexions of the shear zone marked through B can be seen on the reflection section Ma-16 for hydrocarbon exploration published by GROW et al. [1989, 1994]. The main fracture was marked off (by a question mark)



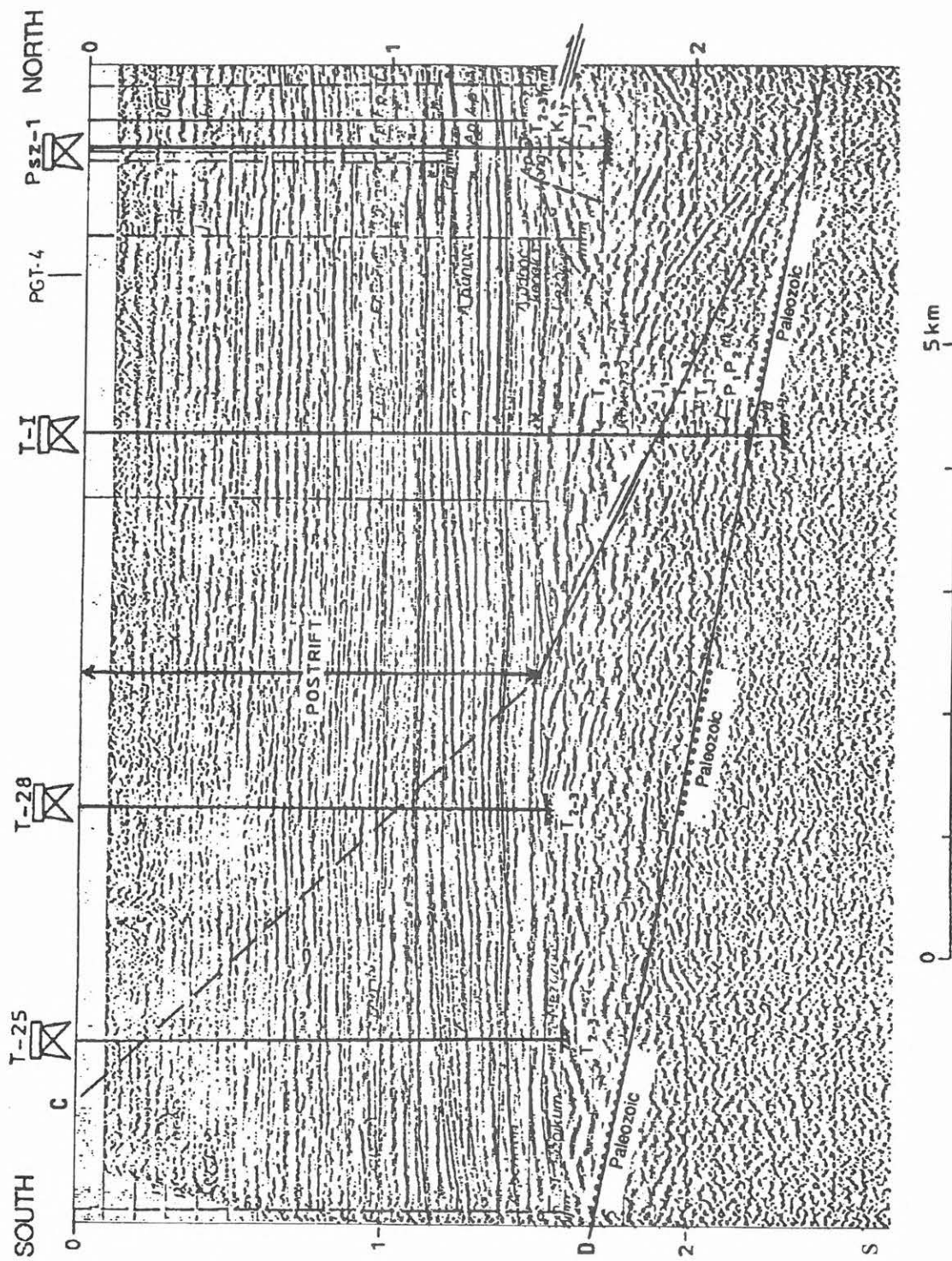
13. ábra. A B jellegű nyírási zónák bejelölése az A-16/A [MATTICK et al. 1985, 1988] szénhidrogén-kutató szeizmikus időszelvényen

Fig. 13. The marking of shear zones with character B on the seismic time section A-16/A for hydrocarbon exploration [MATTICK et al. 1985, 1988]



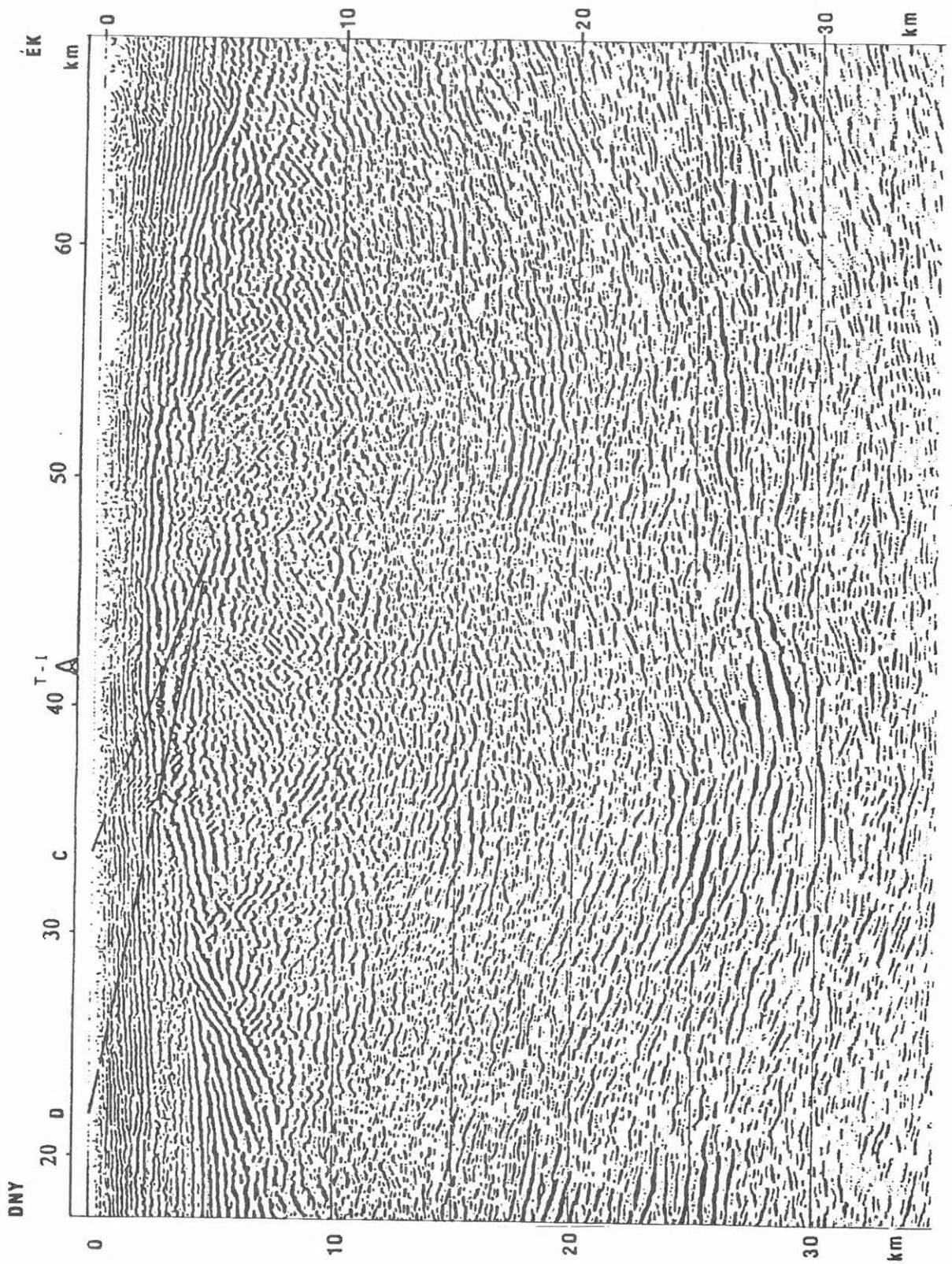
14. ábra. Az A-16 A/L szénhidrogén-kutató szelvény [MATTICK et al. 1985, 1988] D-i része a Békési medence DNy-i oldalán levő nyírási zónával

Fig. 14. The S part of the hydrocarbon exploration profile A-16 A/L [MATTICK et al. 1985, 1988] with marking of the shear zone located on the SW side of the Békés Basin



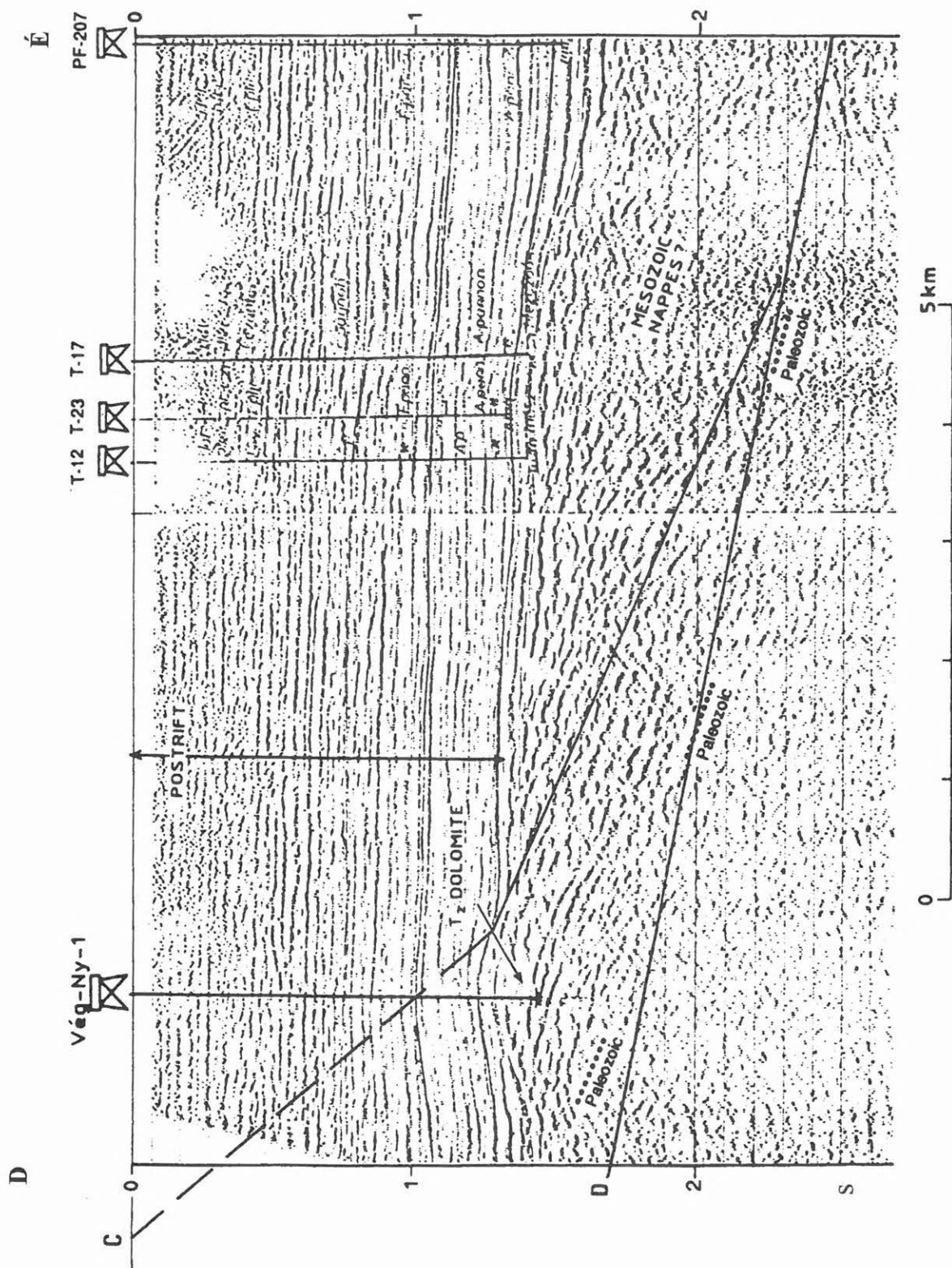
15. ábra. A To-31 szénhidrogén-kutató szeizmikus időszelvény GROW et al. [1989, 1994] alapján, módosítva. A T-I fúrásban meghatározott feltolódást C-vel jelöltük. A GROW et al. által paleozoósnak leírt felületet D-vel jelöltük

Fig. 15. The modified seismic time section To-31 of hydrocarbon exploration after GROW et al. [1989, 1994]. The upthrusting determined in borehole T-I was marked by C. The surface described by GROW et al. as Paleozoic was marked by D



16. ábra. PGT-4 mélyreflexiók mélység-szelvény [POSGAY et al. 1996]. Mind a C-vel, mind a D-vel jelölt felület a szelvényen egyértelműen kirajzolódik

Fig. 16. Deep reflection depth section PGT-4 [POSGAY et al. 1996]. Both surfaces marked by C and D become distinct in the section



17. ábra. A To-37 szénhidrogén-kutató szeizmikus időszelvényre [GROW et al. 1989, 1994] felrajzoltuk a C-vel és D-vel jelölt közelítő felületet

Fig. 17. The approximate surfaces marked by C and D are drawn on the seismic time section of hydrocarbon exploration To-37 [GROW et al. 1989, 1994]

a PGT-4 szelvényen is feltüntettük (15., 16. és 17. ábra). A közelítő sík — É-től mért — dőlésiránya 27° és dőlésszöge 13°.

3. A Békés-i süllyedéksor kialakulása

A területi vizsgálatok rendkívül érdekes, új eredménnyel is gazdagították a korábbi képet [POSGAY et al. 1996], amelynél a közismert medence modellekhez (pl. MCKENZIE [1978], JARVIS, MCKENZIE [1980], WERNICKE [1981], WERNICKE [1985], COWARD [1986], LISTER, DAVIS [1989], PINET, COLLETTA [1990], BUCK [1991], HOPPER, BUCK [1996]) hasonlóan az elmozdulásokat a szelvény mentén vizsgáltuk. A medencét kialakító elmozdulások vizsgálatához készítettük a 18. ábrát. Ezen a mélyreflexiós szelvényeket, az *A* és *B* nyírási zónarendszert, továbbá a Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence környéki pretercier korú medence aljzata nagy bemélyüléseit, — az alsó kéreg és a kéreg–köpeny határ feldomborodását jelző [POSGAY et al. 1995, 1996], medencehatással korrigált gravitációs anomáliát [KOVÁCSVÖLGYI 1994, 1995], valamint az asztenoszféra magaslatot vázoltuk fel. Romániai oldalon feltüntettük a Chişineu Criş és Galaţi közötti integrált szelvény Ny-i részén közölt asztenoszféra mélység értékeket is [RĂDULESCU et al. 1985, POPESCU, LAZARESCU 1988], amelyek jelzik, hogy a litoszféra–asztoszféra határ a Pannon-medence felé meredeken emelkedik.

Az alsó bádénitól kezdve a Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence ÉK-i folytatásában, az Erdélyi-középhegység ÉNy-i peremén a Zarándi medence, továbbá a Belényesi és a Báródi intramontán árok keletkeztek. Ezek peremeit — Bleahu szerkezeti térképe szerint [IANOVICI et al. 1976] — ÉNy–DK irányú lineamensek határozzák meg, melyek mentén jelentős vulkáni tevékenység is volt a bádéni–szarmata időszakban.

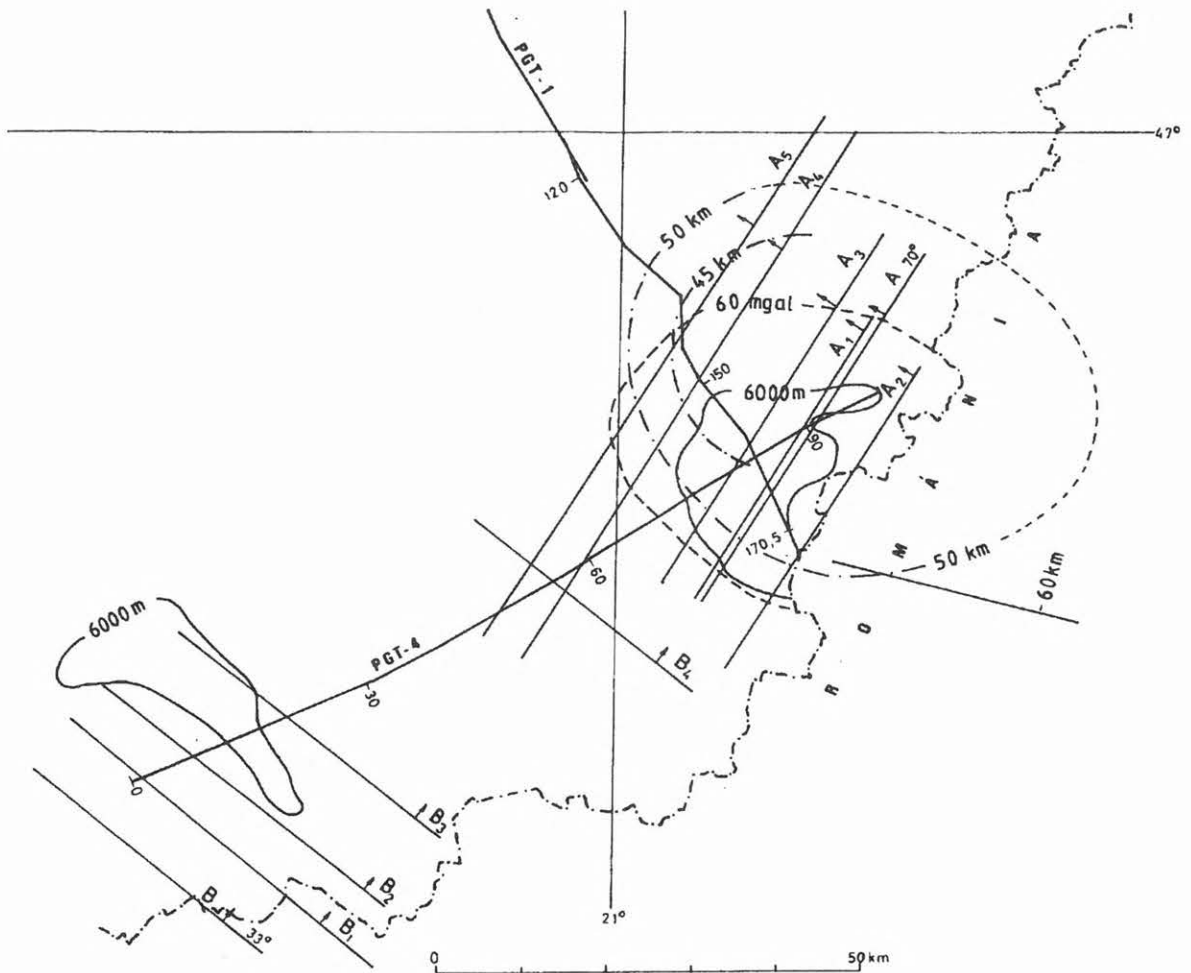
GYÓRFI [1994] — az Erdélyi-középhegység neogén medencéinek peremén végzett mikrotektonikai megfigyelései alapján — azt állapította meg, hogy a neogén folyamán ÉK–DNy irányú extenzió hatására alakult ki a medencesor. A fő neogén lineamensek ÉNy–DK irányú jobbos és É–D irányú balos vetők. Koruk: alsó bádéni vagy annál idősebb. Az Erdélyi-középhegységben alsó bádéni üledékek települnek az ÉNy–DK irányú lineamenszerekre. Szerkezet földtani térképén (1. ábra) az ÉNy–DK irányú fő törések a Báródi ároknak és a Belényesi ároknak is az ÉK-i határát alkotják, míg az általa Békés–Zarándi medencének nevezett süllyedés ÉK-i részén DNy-i, a DNy-i részén ÉK-i

dőlésű törések találhatók. Valószínűnek tartjuk, hogy a Belényesi és a Báródi árkot ÉK-ról szegélyező mély törések a *B* nyírási zónákhoz hasonló, enyhe lejtésű zónarendszer tagjai, melyek DNy felé dőlnek.

Szükséges megjegyezni, hogy amikor a dolgozatunkban a *szinrift* és a *posztrift* fázist tárgyaljuk, akkor a kettőt a mozgásokat előidéző fő tényezők által különböztetjük meg és feltételezzük, hogy a *nyírási zónák mentén a posztrift fázisban is jelentős elmozdulások történtek*. Elképzelésünk szerint a *szinrift* fázisban elsősorban húzófeszültségek hatására történtek az elmozdulások, míg a *posztrift* fázisban az asztenoszféra összehúzódása adta a fő mozgató erőt, mely a sekély mélységű üledékekben helyenként kompressziós jelenségeket eredményez.

A *szinrift* fázisban a — süllyedéksort kialakító húzófeszültségek hatására — az erdélyi zónák mentén NyDNy-nak, a *B zónarendszer* mentén KÉK-nek *csúsztak* le a nyírási zónák fedőközetei. Ez az elmozdulás eredményezte a központi — Békési és Zarándi — medencéktől NyDNy-ra és KÉK-re kialakult *árkokat*. A két — *B* jelű — zónarendszer között található az *A nyírási zónarendszer*, amely a Békési és Zarándi medencéket tagolja és amely a két — *közel ellentétes irányú* — *elmozdulást lehetővé tette*.

A nagy mértékben széthúzódó és nyírási zónákkal átszabdalt litoszféraába hatalmas mennyiségű *magma* tört be. Ez a Békési és Zarándi medencék alatt volt a legerőteljesebb. Ezzel magyarázható, hogy a központi medencék keletkezésekor alattuk antiklinális-szerű szerkezetek alakultak ki. Feltételezzük, hogy az *A zónarendszer* egyes nyírási zónái közötti tömbök helyzetét és felépítését a nagy mennyiségű magmatikus közet behatolása döntően befolyásolta. A magma megemelte a központi medencék alatt leginkább elvékonyodott kérget, a köpeny litoszférát, de egyben ezeken belül jelentős boltozatos szerkezeteket is alkotott és az egyes tartományok bázikuságát is megnövelte. A köpeny litoszférát annyira átalakította, hogy az fizikokémiaileg és a geofizikai kutathatóság szempontjából — a Békési és a Zarándi medencék alatt majdnem teljes vastagságában — az asztenoszférahoz hasonlóvá vált. (Tekintettel arra, hogy ebben a jelentésben nem kívánjuk vizsgálni az átalakult tartományt, a továbbiakban a *litoszférának ezt az átalakult részét is asztenoszféranak nevezzük*, feltételezve, hogy a kéreg–köpeny határ időbeli változásához [POSGAY 1993] hasonlóan a litoszféra–asztoszféra határ is kialakulhat a litoszféra vagy az asztenoszféra másik mélységtartományában.)



18. ábra. A PGT-1 és PGT-4 mélyreflexiók szelvényeket és az A és B nyírási zónarendszert ábrázoló helyszínvázlaton feltüntettük a Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence pretercier korú medence aljzata 6000 m mélységű szintvonalát [KILÉNYI et al. 1991], — az alsó kéreg és a kéreg–köpeny határ feldomborodására jellemző [POSGAY et al. 1995, 1996], medencehatással korrigált — gravitációs anomália 60 mgal-os szintvonalát [KOVÁCSVÖLGYI 1994, 1995], a Békési és Zarándi medencék alatti asztenoszféra magasságát 45 és 50 km mélységű szintvonalát, valamint a romániai oldalon feltüntettük a Chişineu Criş és Galaţi szelvény Ny-i részén közölt asztenoszféra mélység értékeit is [RĂDULESCU et al. 1985, POPESCU, LAZARESCU 1988], amelyek jelzik, hogy a litoszféra–asztoszféra határ a Pannon-medence felé meredeken emelkedik

Fig. 18. On the sketch showing the place of the deep reflection profiles PGT-1 and PGT-4, as well as the system of shear zones A and B presented is the contour line of 6000 m in the pre-Tertiary bottom of the Hódmezővásárhely–Makó Graben and the Békés Basin [KILÉNYI et al. 1991], the 60 mgal contour line of the gravity anomaly corrected for basin effect [KOVÁCSVÖLGYI 1994, 1995] — characteristic for the domal uplift of the lower crust and the crust–mantle boundary [POSGAY et al. 1995, 1996] — the contour lines of 45 km and 50 km of the asthenosphere elevation beneath the Békés and Zaránd Basins, in addition on the Rumanian side presented are also depth values of the asthenosphere published on the W part of the Chişineu Criş and Galaţi profile [RĂDULESCU et al. 1985, POPESCU, LAZARESCU 1988], which indicate that the lithosphere–asthenosphere boundary is steeply elevating towards the Pannonian Basin

Az elvékonyodás, a felnyomódás és a bázikusság-növekedés együttes hatásának tartjuk a központi medencék alatt közel 10 km mélységbe feldomborodó felső kéreg–alsó kéreg határt, a feltehetőleg 22 km mélységig felemelkedett kéreg–köpeny határt és a közelítőleg 40–45 km mélységben található litoszféra–asztenoszféra határt [POSGAY et al. 1995, 1996]. A magma felnyomó hatására utal például a PGT-1 szelvény (2. ábra) 140. és 155. szelvénykilométere között 28–30 kilométer mélységből 22–24 km-be emelkedő felületelem köteg. Az új kéreg–köpeny határ kialakulását tételezzük fel a Békési medence alatt 22–23 km mélységben a 78. és 88. szelvénykilométer között (PGT-4 szelvény, 3. ábra). Elképzelésünk szerint a régi kéreg–köpeny határ a 78. szelvénykilométer és a szelvény vége között 30 km mélység körül látható (PGT-4 szelvény, 3. ábra). A kéregbe nyomult intruzió példaként említjük a PGT-4 szelvény 82. és 93. szelvénykilométere között a 13 és 18 km mélységintervallumban megfigyelhető képet.

A posztrift fázisban a húzófeszültségek jelentősen gyengülhettek, vagy meg is szűnhettek, és mind a központi medencék, mind az ároksor további süllyedését nagy mértékben a Békési és Zarándi medencék alatti — környezetéhez viszonyítva is — anomálishan kis mélységbe felnyúló asztenoszféra összehúzódása okozhatta. Az ároksor mélyülésében a *B* jellegű zónák menti lecsúszó jellegű elmozdulás vitte a fő szerepet. A 18. ábrán jól látszik, hogy a Hódmezővásárhely–Makói árok mély részéből kiindulva, a *B* zónarendszer délészirányát követve az asztenoszféra magaslattól *É*-ra mutató elmozdulást kapnánk. A termális fázisban, amikor a medence kialakulásában az asztenoszféra lehülése és összehúzódása szabta meg az elmozdulások fő tényezőjét, az asztenoszféra magaslat felett elhelyezkedő, jelentősen elvékonyodott litoszféra rész süllyedése adott helyet arra, hogy a *B* zónák menti mozgás a délésziránytól *K* felé kissé eltérjen. Ez összhangban van GYÓRFI [1994] azon elképzelésével, mely szerint az általunk *B*-vel jelölt zóna mentén *jobbos* elmozdulás is történt. Ezt mutatja az 1. ábra is, ahol az azonos feltolódások a zóna keleti felén délebbre helyezkednek el, mint a nyugatin.

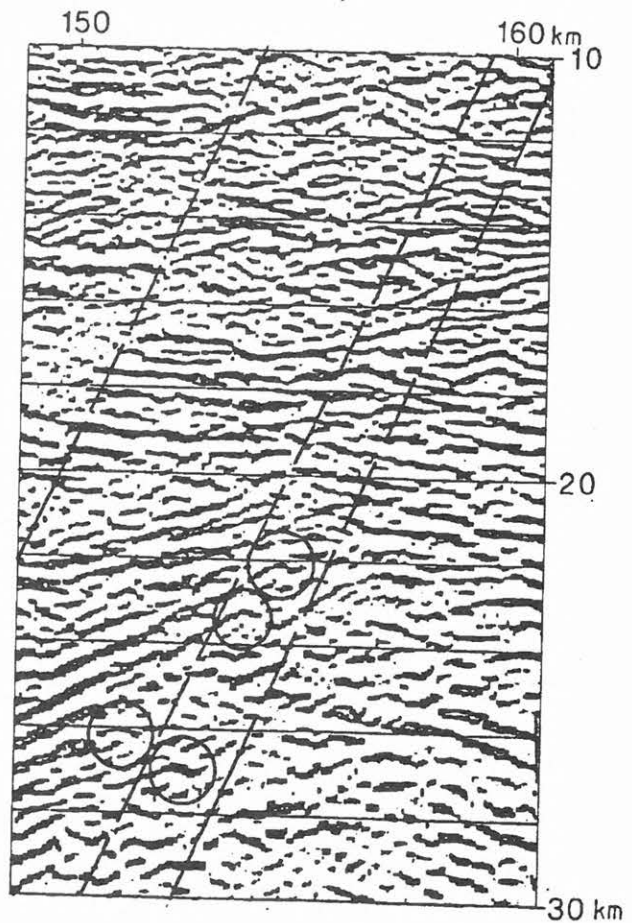
Az *A* nyírási zónák NyÉNy-i dőlése folytán a Hódmezővásárhely–Makói árok felől a *B* zónákon csúszó tömbök valószínűleg *rátolódásokat* okoztak az *A* nyírási zónák Ny-i felén, míg a *K*-i részen a fordítottja történhetett. A feltolódásokra következtethetünk a reflexiós

felületelemeknek a nyírási zónák menti lekanyarodásából (19. ábra). Lokálisan lehetséges a jelenségek területileg fordított megjelenése is.

A posztrift fázisban az *A* és *B* jellegű nyírási zónák mentén is jelentős elmozdulásokat feltételezünk, amelyeknek jelentős szerepe lehetett a mély süllyedések kialakításában. Az elmozdulásokat kiváltó asztenoszféra összehúzódás olyan lassú lehetett, hogy a süllyedésekben lerakódó üledékekben a posztrift fázisban „élő” nyírási zónák hatása csak egyes részterületeken mutatható ki.

4. Összefoglalás

A dolgozatban leírt mélyreflexiós kutatási eredmények segítenek az eddigieknél pontosabban meg-



19. ábra. A PGT-1 mélyreflexiós szelvény részletén bekarikáztuk a felületelemeknek a nyírási zónák mentén megfigyelt lekanyarodását, amelyből az *A* zónák menti feltolódásra következtettünk

Fig. 19. On the portion of deep reflection section PGT-1 we have marked with circles the bending down of the reflections along the shear zones which made us infer upthrusting along *A* zones

fogalmazni azokat a mennyiségi és minőségi követelményeket, amelyeknek a dinamikus medencefejlődési modelleknek eleget kell tenniük. Elősegítik a mélybeli folyamatoknak és a medencék keletkezésének jobb megértését.

Az ismertetett kutatások nemzetközi viszonylatban is új eredményre vezettek. A szakirodalomban található medencefejlődési modellek alapját a litoszférakutatás geofizikai, földtani és laboratóriumi eredményei adták. Ezeket az eredményeket az ELGI — kismélységi reflexiók terepi és feldolgozási metodikával végzett — kutatásai új színnel gazdagították: az asztenoszféraig feltárt litoszféra szerkezetéből vonhattuk le a következtetéseinket. Az ebben a dolgozatban leírt eredmények újdonsága a PGT-4 szelvény irányában végzett értelmezéshez [POSGAY et al. 1996] képest a központi medencék környékén meghatározott, az asztenoszféra mélységig lenyúló, meredek dőlésű — a dolgozatban *A*-val jelölt — nyírási zónarendszer.

Az ismertetett mélyreflexiók kutatási eredmények a neogén medence fejlődése főbb szerkezeti elemeinek meghatározásával segítik a békési neogén süllyedéskor kifejlődésének jobb megértését is. Lehetővé teszik, hogy a folyadékok, gázok, szerkezeti csapdák elhelyezkedését kialakító hő és mechanikus folyamatokra az eddigieknél pontosabban következtessünk. A nagy mélységbe lenyúló szerkezeti elemek meghatározásával új adatokat kaptunk a *preneogén korú medencealjzat szerkezetének* megismeréséhez is. Az *A*-val jelölt nyírási zónarendszer, amely eredeti kialakulását tekintve az idősebbnek is feltételezhető, továbbá az a feltevésünk, mely szerint az *A*-val jelölt nyírási zónarendszer jelentős része nyomásos övet képezhet, új megvilágításba helyezte a területen — a *szénhidrogén-kutató* szeizmikus mérések során — észlelt „kismélységi” reflexiók beérkezéseket. Ezek az *A*-val jellemzett nyírási zónáknál csapdázódott *szénhidrogén-felhalmozódásokat* is jelenthetnek a korábbiakban említettek mellett. Az ilyen és ezekhez hasonló szerkezetek részletesebb tanulmányozásához további vizsgálatok szükségesek, potenciális gazdasági jelentőségük mérlegelése céljából.

Köszönetnyilvánítás

Az ismertetett eredmények alapját hazai és nemzetközi kutatások képezték. Ezúton is köszönjük az alábbi hatóságok és intézmények vezetőinek és az ott dolgozó kollégáknak, hogy részvételükkel, illetve támogatásukkal munkánkat elősegítették:

- Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
- Geological Survey of Canada
- LITHOPROBE (kanadai litoszféra-kutató tudományos társulás)
- Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (témavezető kutatóhely)
- Magyar Geológiai Szolgálat és jogelődje, a Központi Földtani Hivatal
- MOL (Magyar Olaj- és Gázipari) Rt.
- Ministry of Energy, Mines and Resources of Canada
- Országos Tudományos Kutatási Alap programok (T 4079, T 7504 és T 19950)

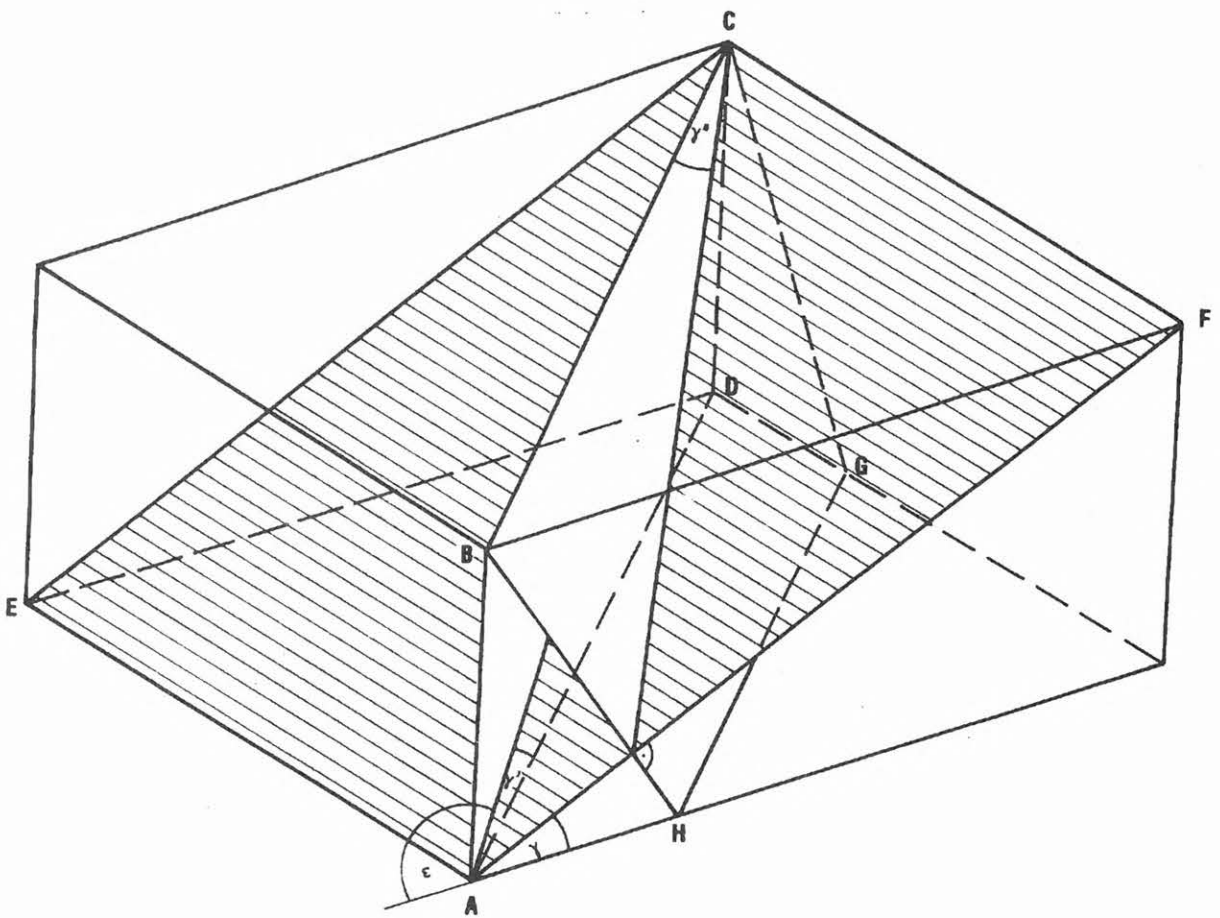
Függelék

Nagymélységű nyírási zónák térbeli elhelyezkedésének meghatározása

A mélyszeizmikus méréseknél az egyes szelvények egymástól több száz kilométerre vannak. Száz kilométernél kisebb szelvénytávolság viszonylag ritka. 3-D vagy sűrűbb hálózatu mélyszeizmikus mérés csak néhány helyen történt (FLACK, WARNER [1990], STILLER [1991], MARTHELOT et al. [1994], LIE, HUSEBYE [1994]). A dolgozatban ismertetett eljárás kidolgozásánál a tektonizált területeken végzett, nyersanyagkutató mérések értelmezésének elősegítésére — a töréssík, a reflektáló rétegek és a szeizmikus vonal iránya, illetve a töréssík, az arról érkező reflexiók és a szelvényirány egymáshoz viszonyított helyzetére — meghatározott összefüggésekből indultunk ki [POSGAY, ÁDÁM 1960].

Az alább ismertetett eljárást a nagyszerkezeti nyírási zónák térbeli paramétereinek közelítő meghatározására dolgoztuk ki. A bejelöléseket a rendelkezésünkre álló — szokásos paraméterekkel feldolgozott — idő- és mélységszelvényeken végeztük.

Az egyes nyírási zónák — az általunk alkalmazott 1:100 000 és 1:200 000 kicsinyítésű — mélyreflexiók szelvényeken esetenként néhány száz kilométeren át *egyenessel közelíthetőnek* látszanak. Nem követhetők folytonosan, viszont a bejelöléssel párhuzamosan sűrűn találunk olyan jelenségeket, mintha az egyes zónák kis távolságra helyezkednének el egymástól. Valószínűnek látszik, hogy egy-egy nyírási zóna jelentősebb (több kilométer), továbbá változó vastagságú is lehet és a nyírási felületek helyenként megszakadnak, mivel a feszültség



20. ábra. Közel vízszintes reflektáló felületek végződéseit mentén jelölhető be (a leírt közelítésekkel) az ABCD függőleges szelvény síkban a γ dőlésű AECF nyírás felület γ' látszólagos dőlésű metszete. A nyírás felületről észlelt reflexiók γ'' látszólagos dőlését a szelvény BC külszíni nyomvonalán áthaladó, a nyírás felületre merőleges BCGH sík és a nyírás felület metszetének a külszíni nyomvonalal bezárt szöge adja. A szelvény és a nyírás felület dőlési iránya közötti szöget ω -val jelöltük. A feltüntetett jelölésekkel:

$$\operatorname{tg} \gamma' = \operatorname{tg} \gamma \cos \omega \quad \text{és} \quad \sin \gamma'' = \sin \gamma \cos \omega$$

Fig. 20. The apparent dip γ' of the shearing surface AECF dipping under γ can be marked off (with the described approximations) in the vertical profile plane ABCD along the endings of the nearly horizontal reflecting surfaces. The apparent dip γ'' of reflections observed from the shearing surface is given by the angle between the section line formed on the plane BCGH perpendicular to the shearing surface which traverses the trace BC of the profile on the ground surface by the cross-section of the shearing surface and the trace-line on the ground surface. The angle between the section and the dip direction of the shearing surface was marked through ω . With the applied designations:

$$\operatorname{tg} \gamma' = \operatorname{tg} \gamma \cos \omega \quad \text{and} \quad \sin \gamma'' = \sin \gamma \cos \omega$$

a zónán belül egy másik felület mentén oldódott fel. A szelvények tüzetes tanulmányozásakor elképzelhetőnek látszik, hogy a különböző irányú, egymást keresztező nyírás zónák egymást megszakítják és a keresztező zóna másik felén némi eltolódással és irányváltással folytatódnak. Az ilyen részletek elhanyagolása értékes információk elhagyását okozta, viszont az áttekinthetőséget növelte és elképzelésünk szerint ennek is köszönhető, hogy a közelítés hibalehetőségei ellenére sikerült új nagyszerkezeti következtetésekre jutni.

A vizsgálatok egyszerűsítésére és az eredmények áttekinthetőségének elősegítésére közelítéseket vettünk fel:

1. a nyírás felületet síkkal közelítettük és feltételeztük, hogy a nyíródáskor keletkezett roncsolt zóna is sík elemekkel határolható. Feltételeztük, hogy a „nyírás felület” nagy vonalaiban síkkal közelíthető meg akkor is, ha a felület menti deformáció jellege (szilánkos törés, plasztikus deformáció, átkristályosodás stb.) az egyes mélységtartományokban változó.

2. Mélységszelvényeknél a reflektáló elemek elnyírt végződéseit és a nyírási zónából kapott reflexiókat egyenessel közelítettük.

3. A reflexió végzések bejelölésénél az ismert vizsgálatnál csak a közel vízszintes reflexiókat vettük figyelembe.

4. A nyírási felület térbeli helyzetének meghatározásánál a rengéshullámok legrövidebb idejű sugárútját egyenessel közelítettük.

5. Időszelvények tanulmányozásánál a nyírási zónákat a fiatal üledékekben és a konszolidált rétegekben külön egyenesekkel közelítettük.

Ezekkel a közelítésekkel az elnyírt reflektáló felületek végződésén át bejelölhető „nyírási felület” szelvénybeli látszólagos dőlését a szeizmikus szelvény külszíni nyomvonalán keresztül haladó függőleges szelvényt és a nyírási felület metszetének a külszíni nyomvonalal bezárt szöge adja. A 20. ábrán az ABCD sík a függőleges szelvényt, az AECF sík a nyírási felület idealizált síkja. A kettő metszete határozza meg γ' -t, a nyírási felület fenti módon meghatározott látszólagos dőlését. A szelvény és a nyírási felület dőlési iránya közötti szöget ω -val, a nyírási felület dőlésszögét γ -val jelöltük. A feltüntetett jelölésekkel:

$$\operatorname{tg} \gamma' = \operatorname{tg} \gamma \cos \omega$$

A nyírási felületről észlelt reflexiók szelvénybeni dőlését a szelvény külszíni nyomvonalán áthaladó, a nyírási felületre merőleges sík és a nyírási felület metszetének a külszíni nyomvonalal bezárt szöge adja. A 20. ábrán a nyírási felületre merőleges síkot BCGH-val jelöltük. Az így meghatározott látszólagos dőlést γ'' -vel jelöltük.

$$\sin \gamma'' = \sin \gamma \cos \omega$$

Amennyiben egy szelvényen γ' és γ'' is megbízhatóan bejelölhető, úgy egyetlen szelvényből a nyírási felület közelítő dőlése és dőlésiránya is meghatározható:

$$\cos \gamma = \sin \gamma'' / \operatorname{tg} \gamma'$$

$$\cos \omega = \sin \gamma'' / \sin \gamma$$

HIVATKOZÁSOK

BODOKY T., HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E., TÍMÁR Z. 1992: Mélyszeizmikus eredmények a Békési medence területéről. A Magyar Geofizi-

kusok Egyesülete Vándorgyűlése, Budapest, Program 53.

BUCK W. R. 1991: Modes of continental lithospheric extension. *J. Geophys. Res.* **96/B12**, 20161-20178

COWARD M. P. 1986: Heterogeneous stretching, simple shear and basin development. *Earth and Plan. Sci. Let.* **80**, 325-336

FLACK C., WARNER M. 1990: Three-dimensional mapping of seismic reflections from the crust and upper-mantle, Northwest of Scotland. *In: J. H. LEVEN, D. M. FINLAYSON, C. WRIGHT, J. C. DOOLEY, B. L. KENNETT (Eds), Seismic Probing of Continents and their Margins. Tectonophysics* **173**, 469-482

GROW J. A., POGÁCSÁS Gy., BÉRCZINÉ MAKK A., VÁRNAI P., HAJDÚ D., VARGA E., PÉRO Cs. 1989: A Békési medence tektonikai és szerkezeti viszonyai. *Magyar Geofizika* **30**, 2-3, 63-97

GROW J. A., MATTICK R. E., BÉRCZI-MAKK A., PÉRO Cs., HAJDÚ D., POGÁCSÁS Gy., VÁRNAI P., VARGA E. 1994: Structure of the Békés basin inferred from seismic reflection, well and gravity data. *In: P. G. TELEKI, R. E. MATTICK, J. KÓKAI (Eds), Basin analysis in petroleum exploration. Kluwer Ac. Pub. Dordrecht/Boston/London*, 1-38

GYÓRFI I. 1994: DK-Magyarország és az Erdélyi Középhegység neogén medencéinek szerkezetfejlődése. Szakdolgozat. ELTE Földtani Tanszék, Könyvtár

HAJNAL Z., REILKOFF B., POSGAY K., HEGEDŰS E., TAKÁCS E., ASUDEH I., MUELLER St., ANSORGE J., DE IACO R. 1996: Crustal scale extension in the Central Pannonian Basin. *In: D. J. WHITE, J. ANSORGE, T. J. BODOKY, Z. HAJNAL (Eds), Seismic Reflection Probing of the Continents and their Margins. Tectonophysics* **264**, 191-204

HOPPER J. R., BUCK W. R. 1996: The effect of lower crustal flow on continental extension and passive margin formation. *J. Geophys. Res.* **101/B9**, 20175-20194

JARVIS G. T., MCKENZIE D. P. 1980: Sedimentary basin formation with finite extension rates. *Earth and Planetary Sci. Let.* **48**, 42-52

IANOVICI V., BORCOȘ M., BLEAHU M., PATRULIUS D., LUPU M., DIMITRESCU R., SAVU H. 1976: *Geologia Munților Apuseni*. Editura Acad. R. S. R. București, 571

- LEE M. W., GÖNCZ G. 1994: Vertical seismic profile experiments at the Békés-2 well, Békés Basin. *In: L. H. ROYDEN, F. HORVÁTH (Eds), The Pannonian Basin, a study in basin evolution. AAPG Memoir 45, 257-275*
- LIE J. E., HUSEBYE E. S. 1994: Simple-shear deformation of the Skagerrak lithosphere during the formation of the Oslo Rift. *In: R. M. CLOWES, A. G. GREEN (Eds), Seismic Reflection Probing of the Continents and their Margins. Tectonophysics 232, 133-141*
- LISTER G. S., DAVIS G. A. 1989: The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, U.S.A. *J. of Structural Geology 11, 1-2, 65-94*
- KILÉNYI É., KRÖLL A., OBERNAUER D., ŠEFARA J., STEINHAUSER P., SZABÓ Z., WESSELY G. 1991: Pre-Tertiary basement contour map of the Carpathian Basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary. *Geophys. Trans. 36, 15-36*
- KOVÁCS A., TELEKI P. G. 1994: History of oil and natural gas production in the Békés Basin. *In: L. H. ROYDEN, F. HORVÁTH (Eds), The Pannonian Basin, a study in basin evolution. AAPG Memoir 45, 237-256*
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1994: A Békési medence gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése az újabb ismeretek tükrében. *Magyar Geofizika 35, 2, 90-94*
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1995: DK-Magyarország gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése. *Magyar Geofizika 36, 3, 198-202*
- MARTHELOT J. M., SILIQI R., BITRI A., PAUL A., HIRN A., DAIGNIÉRES M., DAMOTTE B., SPECHT M., DE BAZELAIRE E., LORTSCHER A., RAPPIN D. 1994: Three-dimensional imaging of the crust using a sparse land acquisition grid: the ECORS 2.5-D experiment. *In: R. M. CLOWES, A. G. GREEN (Eds), Seismic Reflection Probing of the Continents and their Margins. Tectonophysics 232, 365-377*
- MATTICK R. E., RUMPLER J., PHILIPS R. L. 1985: Seismic stratigraphy of the Pannonian Basin in Southeastern Hungary. *Geophys. Trans. 31, 1-3, 13-54*
- MATTICK R. E., PHILIPS R., L., RUMPLER J. 1988: Seismic stratigraphy and depositional framework of sedimentary rocks in the Pannonian Basin in Southeastern Hungary. *In: L. H. ROYDEN, F. HORVÁTH (Eds), The Pannonian Basin, a study in basin evolution. AAPG Memoir 45, 117-145*
- MCKENZIE D. 1978: Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth and Planetary Sci. Lett. 40, 25-32*
- MILLER J. J., VÉGES I. 1994: Modeling seismic reflection data in the vicinity of the Békés-2 well. *In: L. H. ROYDEN, F. HORVÁTH (Eds), The Pannonian Basin, a study in basin evolution.: AAPG Memoir 45, 277-294*
- PINET B., COLLETTA B. 1990: Probing into extensional sedimentary basins: comparison of recent data and derivation of tentative models. *In: J. H. LEVEN, D. M. FINLAYSON, C. WRIGHT, J. C. DOOLEY, B. L. N. KENNETT (Eds), Seismic Probing of Continents and their Margins. Tectonophysics 173, 185-197*
- POPESCU M. N., LAZARESCU V. 1988: Recent vertical crustal movements in Romania: Spatial and temporal variations. *Journal of Geodynamics 9, 187-197*
- POSGAY K. 1991: A mélylitoszféra szerkezeti elemeinek vizsgálata szeizmikus reflexiós módszerrel. Doktori munkásság tézises összefoglalója. MTA könyvtár. ELGI könyvtár
- POSGAY K. 1993: Formation of the crust-mantle boundary in the previous upper mantle. *Geophys. Trans. 37, 243-252*
- POSGAY K., ÁDÁM O. 1960: Vetődések téranalitikája (kínai nyelven). *Diqiuwuli Kantan. 5, 15-17*
- POSGAY K., SZENTGYÖRGYI K. 1991: A litoszférát harántoló eltolódásos törésrendszer a Pannonmedence keleti részén. *Magyar Geofizika 32, 1-15*
- POSGAY K., HEGEDŰS E., TÍMÁR Z. 1992: Reflection seismics along the Pannonian Basin. Annual Report of ELGI for 1990, 13-20
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., TÍMÁR Z. 1993: Reflection images of basin-evolution, wrench-faulting and upthrusting in the lithosphere-asthenosphere system below the Pannonian Basin. EGS XVIII. Gen. Ass. Wiesbaden. EGS Newsletter 46, 46
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., KOVÁCSVÖLGYI S., LENKEY L., SZAFIÁN P., TAKÁCS E., TÍMÁR Z., VARGA G. 1995: Asthenospheric structure beneath a Neogene basin in Southeast Hungary. *In: S. CLOETINGH, B. D'ARGENIO, R. CATALANO, F. HORVÁTH, W. SASSI, (Eds), Interplay of extension and com-*

- pression in basin formation. *Tectonophysics* **252**, 467-484
- POSGAY K., TAKÁCS E., SZALAI I., BODOKY T., HEGEDŰS E., JÁNVÁRINÉ K. I., TÍMÁR Z., VARGA G., BÉRCZI I., SZALAY Á., NAGY Z., PÁPA A., HAJNAL Z., REILKOFF B., MUELLER St., ANSORGE J., DE IACO R., ASUDEH I. 1996: International deep reflection survey along the Hungarian Geotraverse. *Geoph. Trans.* **40**, 1-2, 1-44
- PROCHÁZKOVÁ D. 1995: Examples of relationship of specific features of geological structure vs. man-made shocks occurrence. *In: R. CONSOLE, A. NIKOLAEV (Eds), Earthquakes Induced by Underground Nuclear Explosions. NATO ASI Series. Partnership Sub-Series 2. Environment V.4. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 429-452*
- RĂDULESCU F., DEMETRESCU C., BITER M., ANDREESCU M., RĂILEANU V., ENE M. 1985: Lithosphere structure along the Galați-Chișineu Criș and Iași-Turnu Măgurele profiles. *Rev. Roum. Phys., Bucharest* **30**, 2, 151-160
- RIEDEL W. 1929: Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen. *Zentralblatt Min. Geol. Pal., Abt. B*, 354-368
- SEIGEL H. O. 1950: A theory of fracture of materials and its application to geology. *Trans. Am. Geophys. Union* **31**, 4, 611-619
- STILLER M. 1991: Vertical incidence seismic reflection survey at the KTB location, Oberpfalz. *In: R. MEISSNER, L. BROWN, H.-J. DÜRBAUM, W. FRANKE, K. FUCHS, F. SEIFERT (Eds), Continental Lithosphere, Deep Seismic Reflections. Am. Geophys. Union Geodyn. Ser.* **22**, 101-113
- SZEPESHÁZY K. 1980: A Tiszántúl és az Erdélyi-középhegység (Muntii Apuseni) nagyszerkezeti kapcsolatai. *MÁFI jelentés az 1978. évről*, 173-186
- WERNICKE B. 1981: Low-angle normal faults in the Basin and Range Province: nappe tectonics in an extending orogen. *Nature* **291**, 645-648
- WERNICKE B. 1985: Uniform-sense normal simple shear of the continental lithosphere. *Can. J. Earth Sci.* **22**, 108-125

Geomatematikai kérdések geológus szemmel¹

BÁRDOSSY GYÖRGY²

A szerző áttekinti a főbb geomatematikai alkalmazásokat és bemutatja a földtan oldaláról felmerülő elvárásokat. Személyes gyakorlati tapasztalataira alapozva vizsgálja a leggyakrabban előforduló hibás alkalmazásokat. Megkülönböztetett figyelmet fordít a földtani és a matematikai modellekre, a reprezentatív mintavételre és a kiütő értékek kezelésére, mert tapasztalatai szerint ezekre többnyire nem fordítanak kellő figyelmet. Az utóbbi évtizedben az ún. összetétel analízis és az ún. zárt rendszerek kerültek a geomatematikusok érdeklődésének homlokterébe. E téren is sok téves következtetést lehet megfigyelni. A túlzott megkötésekből új módszerrel kiutat ajánl a szerző. A tanulmány hátralevő részében elsősorban a térbeli valószínűségi változók értékelésének problémáival foglalkozik. Végül az a záró következtetése, hogy a matematikusoknak és a földtudományi szakembereknek össze kellene fogni, főként a számítási eredmények értékelése terén. Ez a további fejlődés egyik alapfeltétele.

Gy. BÁRDOSSY: Geomathematical problems as seen by a geologist

The author presents a review of the main geomathematical applications and the expectations of the geologists regarding these methods. Based on personal experiences some of the most frequent misuses and misinterpretations are outlined. Special attention is paid to the geological and geomathematical modelling, the representative sampling and the detection of outliers. Commonly much less attention is given by geomathematicians to these problems, than to the subsequent mathematical procedures.

During the last decades compositional data analysis and handling of the „closure effect” came in the highlight of attention, mainly from the mathematical side. The author calls attention to some misinterpretations and offers a new solution to obtain „open” compositional systems. In the final part of the paper the problems related to the spatial analysis of regionalized variables are discussed. As final conclusion, the author urges more common investigations among earth-scientists and mathematicians. In his opinion, this is the best way for further development.

Bevezetés

A geomatematika értelmezésem szerint a matematikának egy olyan alkalmazott tudományága, amely földtudományi problémák megoldásához nyújt segítséget. A matematikai módszerek a számítástechnika által nyújtott lehetőségek kihasználásával az utóbbi évtizedekben egyre szélesebb körű alkalmazást nyertek a földtudományokban. A helyzettel mégsem lehetünk elégedettek, elsősorban a földtani alkalmazások tekintetében. Számos geológus, főként az idősebb korosztály, idegenkedik a geomatematikától, elsősorban ez irányú ismereteinek hiányosságai miatt. Ugyanakkor a túlnyomóan matematikus alapképzetséggű geomatematikusok többsége nem érti igazán a megoldandó földtani feladatokat, nincs földtani szemléletük és problémalátásuk.

Dolgozatom célja személyes gyakorlati tapasztalataimra alapozva a jobb kölcsönös megértés elősegítése. A geológusok figyelmét elsősorban a főbb

geomatematikai módszerek hibás földtani felhasználására, annak példáira szeretném felhívni. A geomatematikusoknak a földtani kutatás — tudományos, vagy alkalmazott — alapvető elvárásait szeretném ismertetni, amelyeket semmilyen matematikai eljárással sem szabad figyelmen kívül hagyni. Szeretném bemutatni továbbá azokat a buktatókat, amelyeket a földtani szemlélet hiánya okozhat különféle matematikai módszerek alkalmazásakor.

Ha az összes itt megvitatandó matematikai módszert ismertetném, akkor e tanulmány kézikönyvvé duzzadna. Ezért kénytelen voltam a módszerek ismertetésétől eltekinteni és azok számára, akik egyik vagy másik módszert nem ismerik, a legfontosabb szakirodalmi hivatkozásokat megadni. Tudatában vagyok annak, hogy ez egyes olvasók számára nehézséget okozhat, de nem volt más lehetőségem. Ezért igyekeztem a geomatematikai problémákat a legközérhetőbb módon megfogalmazni, mellőzve a matematikai képleteket és levezetéseket.

A dolgozat fejezetei a földtani kutatás ismertetését követik a feladat megfogalmazásától a mintavételen és a számításokon át a kapott numeri-

¹ Beérkezett: 1997. június 2-án

² Magyar Tudományos Akadémia, H-1051 Budapest, Roosevelttér 9.

kus eredmények földtani kiértékeléséig. Azt is figyelembe vettem, hogy a tudományos földtani kutatás és a gyakorlati kutatás eltérő célkitűzéseinek megfelelően gyakran más és más matematikai módszereket alkalmaz. Még az alkalmazott földtani kutatásokon belül is eltérő matematikai módszereket használnak a nyersanyagkutatásban és a környezetföldtani kutatásokban. Néhány példán keresztül ezeket is be kívánom mutatni.

1. A kutatás tárgyának és céljának meghatározása

Bármilyen földtani kutatás kezdetén azt kell tisztáznunk, hogy hol és milyen kérdéseket kívánunk megoldani, továbbá hogy a kutatást milyen részletességig kívánjuk folytatni. Ezek ismeretében el lehet dönteni, hogy szükség van-e geomatematikai módszerek alkalmazására. Ha igen, akkor a geológus és a geomatematikus közösen döntse el, milyen matematikai módszereket kívánunk alkalmazni és azok milyen tulajdonságokra (változókra) terjedjenek ki.

Közismerten a földtani képződmény a földtani kutatások alapegysége, melynek nagysága és kiterjedése igen különböző lehet. Nagy kiterjedésű és fedett földtani képződmények esetén gyakran előfordul, hogy a kutatás csak a képződmény egy részére terjed ki. Az itt szerzett, korlátozott terjedelmű ismereteket nem lehet minden további nélkül a képződmény egészére kiterjeszteni, még matematikai módszerek alkalmazásával sem. Gyakori hiba ez akár a geológusok, akár a geomatematikusok részéről.

A kutatás tárgyával kapcsolatos a *populáció* fogalma, amelyet gyakran ugyancsak helytelenül alkalmaznak. Matematikai értelemben a populáció a *lehetséges megfigyelések teljes halmaza*. Ez a tág értelmezés azonban földtani kutatásokra nem alkalmazható. Képzünk el például, hogy tetszőleges helyen 1 km^2 nagyságú területet választunk ki földtani kutatásra, mégpedig a felszíntől 1 km mélységig. Tételezzük fel, hogy e térrész alján gránit van, amit kristályos pala vesz körül. Ezekre egy lepusztulási felület mentén fiatalabb üledékes képződmények települnek: legalul folyóvízi kavics, majd sekélytengeri mészkő. A sort lösz zárja le, amely a felszínig terjed. Különböző korú és teljesen eltérő keletkezésű képződmények alkotják tehát a kiválasztott térrészt, melyek egyetlen populációként való feldolgozása földtani értelmetlenség lenne. Ezért kell földtani alkalmazás esetében a populáció fogalmát a következőképpen leszűkíteni: *A populá-*

ció az azonos korú, származású és helyű lehetséges megfigyelések teljes halmaza. Ez a megfogalmazás a populáció fogalmát egyetlen földtani képződményre szűkíti és így földtanilag értelmezhető [KRUMBEIN 1960].

A populáció fogalma kiterjedhet a földtani képződmény egészére, pl. kőzettani, teleptani, vagy geokémiai kutatások esetében. Ugyanakkor öslénytani vizsgálatok során csak a képződményben található ősmaradványokra, sőt csak egyes családokra vagy fajokra vonatkozhat. A populáció tartalma tehát a földtani kutatás tárgyától függően más és más lehet, pontos meghatározása a helyes geomatematikai vizsgálat előfeltétele.

2. A modellalkotás kérdései

Az utóbbi években a földtanban is egyre nagyobb szerepet kap a modellek alkalmazása. Általános, természettudományos értelemben a modell a természeti valóság leegyszerűsített, az emberi elme számára felfogható és áttekinthető képe. A földtanban alkalmazható modellek első részletes áttekintését KRUMBEIN, GRAYBILL [1965] könyvében találhatjuk. Ma a földtanban az alábbi modell típusokat különböztetik meg:

a) *Ábrázolási modellek* (scale models). Földtani szelvények, térképek és háromdimenziós ábrázolások, melyek különböző földtani tulajdonságok és szerkezetek térbeli elhelyezkedését szemléltetik leegyszerűsített formában.

b) *Tulajdonságmodellek* (feature models). Egy-egy földtani tulajdonság, pl. vegyi összetétel leegyszerűsített képét adják.

c) *Eszmei modellek* (conceptual models). Földtani folyamatok elvi leírásai.

d) *Geomatematikai modellek* (geomathematical models). Matematikai műveletek és szabályok együttese földtani tulajdonságok, jelenségek és folyamatok mennyiségi leírására. Determinisztikusak és sztochasztikusak lehetnek.

A modellalkotás lényege a leegyszerűsítés, továbbá a legfontosabb földtani tényezők kiemelése. Ha ugyanarról a földtani képződményről többféle modell készül, úgy azok nem lehetnek egymásnak ellentmondók. A földtani modellek jellegzetessége, hogy a földtani kutatás során állandóan módosulnak és újabb információkkal egészülnek ki. Néha az is előfordul, hogy az újonnan szerzett kutatási eredmények az eredeti modell teljes elvetését teszik szükségessé. Ilyen értelemben a modell a régebben használatos „munkahipotézis” fogalomnak egy teljesebb és korszerűbb megfelelője.

3. Reprezentatív mintavétel

Matematikai értelemben a fúrással, aknázással, árkolással stb. folytatott földtani kutatás statisztikai mintavétel. Az elvégzett mérések, vizsgálatok együttese a *statisztikai minta* (statistical sample), ami nem tévesztendő össze a földtani mintákkal, pl. fúrómagokkal. A statisztikai mintavétel akkor reprezentatív, ha a statisztikai minta a lehető leghívőbb tükrözi az adott populáció tulajdonságait. Matematikai megfogalmazásban a mintastatisztika a lehető legjobban közelítse az adott populáció paramétereit.

A reprezentatív mintavétel az összes további földtani vizsgálat számára döntő jelentőségű: ha ugyanis a statisztikai mintavétel hibás felfogásban, vagy hiányosan történt, úgy a minta nem képviseli az adott populációt és még a legfejlettebb matematikai módszerek alkalmazása sem vezethet helyes eredményhez. Tapasztalataim szerint ezt a tényt a geomatematikások nem ismerték fel eddig kellő mértékben, figyelmüket elsősorban a statisztikai minta feldolgozására összpontosítják. A statisztikai mintavétel során átgondolt *mintavételi stratégiát* kell alkalmaznunk, melyet az alábbi földtani tényezők határoznak meg:

- a) a földtani képződmény mérete és alakja,
- b) a földtani képződmény térbeli helyzete, pl. felszíni kibúvásban, vagy a mélyben, fedő rétegek által letakarva,
- c) a földtani képződmény tulajdonságainak (a változóknak) eloszlása és változékonysága,
- d) a tulajdonságok hatástávolsága, izotrópiája vagy anizotrópiája,
- e) a főbb földtani folyamatok és szerkezetek irányai, pl. dőlés, törésvonalak lefutása stb.

Kibúvásokban gyakran kézi mintavétellel indul a kutatás. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legtöbb geológus hajlamos a közzettani vagy őslénytani különlegességek túlmintázására. Fúrásos kutatás esetén a nem megfelelő magkihozatal veszélyeztetheti a reprezentatív mintavételt. Nyilvánvaló, hogy a földtani kutatás kezdetén még nem ismerjük kellően a fent felsorolt tényezőket és ez a körülmény a reprezentatív mintavétel legfőbb nehézsége. Ezért a kutatás előrehaladásával párhuzamosan törekedni kell a mintavételi stratégia tökéletesítésére, azaz a földtani valósághoz való igazítására.

A mintavételi stratégia két fő összetevője a *mintavételi rendszer* és a *mintavétel sűrűsége* [SIZE 1987]. A mintavételi rendszer a kutató létesítmények geometriáját, térbeli elhelyezését határozza meg a fentiekben felsorolt tényezők figyelembevételével. Matematikai szempontból hat fő mintavételi rendszert különböztetünk meg:

a) *Véletlen mintavétel* (random sampling). Ilyenkor minden egyes mintavételi pont (megfigyelés) kiválasztása azonos valószínűséggel történik. Ez statisztikailag helyes kiindulás, de van egy nagy hibája: nincs olyan módszer, amivel egyértelműen meg lehetne határozni a mintavételi helyek teljes egyenrangúságát, azonos valószínűségét. Másik hibája, hogy ez a rendszer csak a fenti statisztikai szempontot veszi figyelembe, a földtani adottságokat nem.

b) *Alakkövető mintavétel* (pattern sampling). Akkor célszerű alkalmazni, ha az adott földtani képződménynek sajátos alakja van, pl. félhold, gyűrű, vagy szabálytalanul elágazó alakú. Ilyenkor a mintavételi rendszerrel a képződmény alakját kívánják követni. Ez földtanilag helyes, de szükségszerűen szubjektív elemeket is tartalmaz.

c) *Szelvény menti mintavétel* (sampling along traverses). Erősen elnyúlt alakú, továbbá határozott anizotrópiájú földtani képződményeknél célszerű alkalmazni. A szelvények lehetnek párhuzamosak, de irányuk a képződmény alakját is követheti. Szükségszerűen itt is sok a szubjektív elem.

d) *Csoportos mintavétel* (cluster sampling). Az előzőekben ismertetett rendszerektől abban különbözik, hogy ott, ahol eddig egyetlen mintavételi pont (pl. fúrás) volt, ott most több, egymás közelében elhelyezett pont jelenik meg. Az ilyen rendszer egyszerre két méret-nagyságrendben szolgáltat információkat. Hátránya, hogy a fentieknél jóval több kutató létesítményt igényel, ezért csak bonyolult felépítésű képződmények esetében célszerű alkalmazni.

e) *Laza hálózati mintavétel* (random stratified grid sampling). Átmenetet képez a szigorú hálózat és a véletlen mintavételi rendszer között. Több változata is lehetséges, pl. egyedi, vagy csoportos mintavételi létesítményekkel. Előnye, hogy a kutató létesítményeket jobban hozzá lehet igazítani a földtani adottságokhoz.

f) *Szabályos hálózati mintavétel* (regular grid sampling). Háromszöges, hatszöges és négyszöges változata van. Előnye a jó áttekinthetőség és a szubjektív elemek teljes kikapcsolása. Földtani követelmény, hogy a hálózati irányok a képződmény valamely fontos tulajdonságának irányával essenek egybe, pl. dőlés, tektonikai vonalak stb. A kutatás kezdetén azonban többnyire nincs elegendő információ a hálózati irányok helyes megválasztásához, később pedig igen nehéz a már kialakult kutatási hálózat irányait megváltoztatni.

OLEA [1984] univerzális krigeléssel számításokat végzett képzeletbeli izotróp képződményekre. Azt találta, hogy a felsorolt rendszerek közül matematikai szempontból a hexagonális a leghatékonyabb.

Természetesen növekvő anizotrópia mellett megnő az alakkövető és a szelvény menti mintavétel jelentősége.

A *mintavétel sűrűsége* a mintavétel rendszerétől teljesen független. Alapvetően a vizsgált tulajdonságok *hatástávolsága* szabja meg, hogy milyen sűrűn kell a mintavételi pontokat elhelyezni. A hatástávolságok variogramok kiszámításával egyértelműen meghatározhatók, iránymenti variogramokkal pedig még az esetleges anizotrópia fő tengelyeit is meg lehet határozni. Ilyenkor a mintavétel sűrűsége irányonként más és más lesz.

Közismert, hogy több statisztikai módszer a megismételt mintavétel eredményeire épít. A földtani kutatás során, pl. fúrások létesítésekor erre nincs lehetőség, mert értelmetlen lenne ugyanazon a helyen egymás után többféleképpen elhelyezett fúrási hálózatot lemélyíteni. A megoldást a különböző térbeli módszerek, pl. az ún. „geostatistika” jelentik.

A gyakorlati életben többször is előfordul, hogy a kutatóknak egy többé-kevésbé kész kutatási rendszert kell átvenni és kiértékelni. Ilyenkor arra a kérdésre kell felelős választ adni, hogy mennyire tekinthető az adott statisztikai minta reprezentatívnak. A válasz kétféle, egymást kiegészítő módon közelíthető meg. Földtani megközelítés alkalmazható, ha az adott képződmény közelében ahhoz hasonló eredetű és összetételű képződmény található, amit már részletesen megkutattak. Az ilyen analóg képződmény mintavételi rendszerét és sűrűségét kell a kérdéses képződményével összevetni. Amennyiben ilyen nincs, úgy csak matematikai megközelítést alkalmazhatunk: variogramok kiszámításával meghatározzuk a hatástávolságokat és az esetleges anizotrópiát. Ez után megvizsgáljuk, hogy a kérdéses statisztikai minta a feltételeknek megfelel, avagy nem. Amennyiben nem, úgy a kiegészítő kutatásokra javaslatot kell kidolgozni.

A reprezentatív mintavételhez tartozik az adott kutatás befejezésének eldöntése, amit *megkutatottságnak* neveznek. Ez a fentiekben ismertett földtani szempontokon túl pénzügyi és gazdasági szempontokat is figyelembe vesz. El kell döntenie ugyanis, hogy a kutatást finanszírozó állami vagy magánvállalat mekkora kockázatot vállal pl. tervezett bányanyitás esetén. A helyes döntést matematikai módszerek: kockázatelemzés (risk analysis) és költség/haszon (cost/benefit) számítások segítik elő.

4. Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumi vizsgálatok során felmerülő matematikai számításokat az érintett szakkönyvek részletesen ismertetik, ezért ezekkel a tanulmányban nem foglalkozunk. Egyedül a véletlen és a rendszeres elemzési hibák megkülönböztetésének fontosságára kívánom felhívni a figyelmet. A kimutathatóság határát minden egyes vizsgált összetevőre meg kell adni. Különösen környezetföldtani kutatások esetében fontos ez, hiszen egyes kémiai elemek igen kis koncentrációban is súlyos, mérgező hatású veszélyforrást jelenthetnek. A kimutathatóság határának helytelen megválasztása ilyenkor drámai következményekkel járhat.

A nullával való számolás közismert matematikai problémákkal jár. Ezért kell hangsúlyozni, hogy kémiai elemzéssel nulla koncentráció nem határozható meg. Csak azt lehet megállapítani, hogy az adott mintavételi pontban a kérdéses elem koncentrációja a kimutathatóság határánál kisebb, de hogy mennyivel, azt nem tudhatjuk.

5. Az adatok geomatematikai feldolgozása

5.1. Kiütő értékek kimutatása és kezelése

Kiütő értékeknek (outliers) azokat a szélsőségesen nagy vagy kicsiny mérési eredményeket nevezük, melyek a statisztikai minta eloszlásától szignifikánsan különböznek [BARNETT, LEWIS 1994]. Az a határ, amelyen túl egy adat kiütő értéknek számít, földtani és statisztikai szempontoktól egyaránt függ. Így például ugyanaz az adat normális eloszlás esetében kiütő értéknek számíthat, míg erősen aszimmetrikus eloszlás esetében nem. A kiütő értékek jellegzetesen ritka — kis gyakoriságú — események. Ha gyakoriságuk megnő az adott populáción belül, úgy al-populációknak, tehát részegységeknek tekinthetők. A másik eset pedig az, hogy kiderül róluk, más populáció részei.

Máig gyakori félreértések és hibás értékelések alapja az, hogy a kiütő érték elnevezés vonatkozhat az adott megfigyelés egyetlen, kettő, vagy összes változójára. Mindegyik eset teljesen más földtani tartalmat takar, következésképpen eltérő módon kell őket értékelni. A matematikai értékelés módja is szükségképpen más és más: egyváltozós, kétváltozós, vagy sokváltozós. A kiütő értékek kimutatására eddig főként egyváltozós módszereket dolgoztak ki. Ilyen a Mann-Whitney-, a Dixon-, a Harvey-féle és az ún. FUNOP módszer. Kétváltozós kiütő értékek kimutatására személyes tapasztalataim szerint igen

alkalmasak a korrelációs és az ún. reziduális diagramok.

A sokváltozós kiütő értékek kimutatására külön módszert dolgozott ki BARCELO et al. [1996]. Első lépésben additív log-hányados transzformációt, valamint Box-Cox transzformációt alkalmaztak a d dimenziójú zárt térrész (szimplex) valódi térré történő átalakítására. Ezután háromszög-diagramban megszerkesztették a 0,8, a 0,95 és a 0,99 összetételnek megfelelő görbéket. Azokat a pontokat tekintik sokváltozós kiütő értékeknek, melyek a görbéken kívül esnek. Ez egy hatékony módszer a sokváltozós kiütő értékek kimutatására és matematikai azonosítására. Nem teszi azonban feleslegessé a kiütő értékek földtani okainak megkeresését, mert e nélkül nem lehet őket földtanilag értelmezni.

A kiütő értékek térbeli kimutatását teszi lehetővé a KUNDZEWITZ et al. [1989] és a BÁRDOSSY, KUNDZEWITZ [1990] által kidolgozott új geostatistikai módszer, melyet talajvíz összetétel értékelésére alkalmaztak. A módszer nagy előnye, hogy térbeli valószínűségi változókkal dolgozik, így a kiértékeléshez pontkrigelést és k -rendű belső véletlen függvényeket használnak. Első lépésben a statisztikai minta térbeli szerkezetét határozzák meg, majd ehhez képest állapítják meg az esetleges kiütő értékeket. A pontkrigelés a legkülönbözőbb valószínűségi változókra alkalmazható, amennyiben legalább az ún. belső hipotézis feltételei teljesülnek. Az IRF-k módszert pedig még k -rendű polinomiális trendek esetében is alkalmazni lehet.

Földtani tartalmuk szerint *valós* és *hamis* kiütő értékeket különböztetünk meg. Az utóbbiak mintavételi, elemzési, gépelési vagy adatrögzítési hibák termékei. Könnyen felismerhetők, mert nem reprodukálhatók. Az adatbázisból egyszerűen el kell távolítani őket és a helyes értéket kell helyettük beírni. A valós kiütő értékek reprodukálhatók és a földtani valóságnak megfelelő a tartalmuk. Eredek szerint két csoportra oszthatók: a) olyanokra, melyek a statisztikai mintával azonos populációba tartoznak, b) olyanokra, melyek egy teljesen más populáció részei. Megkülönböztetésükhöz az adott közetminta alapos vizsgálatára és a minta közvetlen környezetének földtani megfigyelésére van szükség.

Ha a kiütő érték más populáció része, úgy a közvetlen környezetből vett kiegészítő minták is hasonló összetételűek lesznek. Olyan kisebb méretű földtani képződményekről van itt szó, amelyeket az adott mintavételi rendszer egyszerűen „átlépett”. Többnyire meredek telérek, vagy más kisméretű magmás képződmények szoktak így megjelenni. Más populációról lévén szó ezeket a kiütő értékeket ki kell venni az adott statisztikai mintából és külön kell őket feldolgozni. Az ásványinyersanyag-

kutatásban gyakran előfordul, hogy az ilyen kiütő értékek környezetének továbbkutatása új nyersanyagtelepek felfedezéséhez vezet. Ilyenkor *anomáliáknak* nevezik és külön keresik őket.

Sokkal nehezebb feladat az azonos populációba tartozó kiütő értékek kezelése. Először is kiegészítő földtani vizsgálatokkal, ill. megfigyelésekkel kell magyarázatot keresni az adott kiütő érték kialakulására. Gyakran előfordul, hogy több tényező véletlenszerű, szerencsés egybeesése okoz helyi, kiütő mértékű feldúsulást. Sajnos még gyakoribb, amikor a genetikai magyarázat nyitott kérdés marad. Az ásványinyersanyag-kutatásban azonban ezeket a kiütő értékeket is valahogyan kezelni kell. Kihagyásuk, vagy változatlan figyelembe vételük egyaránt hiba lenne. Pl. aranykutatásnál nagyszámú 1–2 ppm-es Au érték mellett néhány 1000–10 000 ppm-es minta is előfordulhat. Ezek beátlagolása teljesen eltorzíthatja az adott telep Au koncentrációjának átlagát. A gyakorlati nyersanyagkutatás szakemberei számos módszert dolgoztak ki az ilyen jellegű kiütő értékek csökkentésére. E módszereket WELLMER [1989] részletesen összefoglalta. Mivel ezek a módszerek nem az adott földtani képződmény vizsgálatára, hanem általánosított gyakorlati tapasztalatokra épülnek, célszerű első közelítésként kezelni őket. Földtanilag sokkal helyesebb eljárás az adott kiütő érték *hatástérfogatójának*, ill. *hatásterületének* meghatározása kiegészítő mintavétellel. Felszíni kibúvásokban és bányatérsegekben ez könnyen megy. Magfúrás esetén a hosszú mintavételi intervallumokat (1–3 m) le kell rövidíteni. Az ilyen kiegészítő kutatás az esetek többségében erősen lecsökkenti az adott kiütő érték hatástérfogatóját, ill. hatásterületét, amit aztán megfelelő súlyozással az átlagszámításnál figyelembe lehet venni. Ha mindezekre nincs lehetőség, úgy a WELLMER által ismertetett módszerek valamelyikét kell alkalmazni.

Egészen különálló csoportot képviselnek a szélsőségesen kis gyakoriságú események: a természeti katasztrófák, pl. vulkáni kitörések, földrengések stb. előrejelzésében. Matematikai értelemben nem mind kiütő értékek, részben a Poisson-eloszlással is leírhatók. Kiértékelésükben ma még sok a bizonytalanság, a geológus fő szerepe a megbízható alapadatok szolgáltatása.

5.2. Adattípusok és az adatok pontossága

A földtani kutatások során igen sok *dichotom*, *nominális* és *ordinális* típusú adat képződik, jóval nagyobb arányban, mint a kémiában, fizikában és a műszaki tudományokban. A matematikusok figyelméért eddig főként az *intervallum*, a *hány-*

dos és a vektoriális típusú adatok statisztikai feldolgozására irányult. Csak az utóbbi évtizedben jelentek meg olyan munkák, melyek a fenti típusú adatok statisztikai feldolgozására is megfelelő módszereket kínálnak [ROCK 1988]. Különösen a dichotom típusú adatok nyertek széleskörű alkalmazást a geostatistikában, pl. indikátor-krigelés és indikátor-szimuláció [DOWD 1992, JOURNAL 1982, JOURNAL, ISAAKS 1984].

A legtöbb földtani tulajdonság folytonos valószínűségi változóként írható le. Viszonylag kevesebb azoknak a tulajdonságoknak a száma, melyek diszkrét valószínűségi változóknak tekinthetők, pl. ősmaradványok száma egy földtani képződményben stb. Bizonyos folytonos változókat diszkrétékké lehet átalakítani és ezáltal a statisztikai feldolgozást megkönnyíteni.

Ami az adatok pontosságát illeti, a földtani kutatásokat a szemi-quantitatív és a kvalitatív adatok túlsúlya jellemzi a szigorúan kvantitatívokkal szemben. Ennek ellenére az utóbbi időig ezeket többnyire nem vették figyelembe a matematikai feldolgozásoknál. A matematikusok figyelme elsősorban a kvantitatív adatokra irányult, ezekre dolgoztak ki értékelési módszereket. Az utóbbi évtizedben ezen a téren is nagy előrehaladás történt: számos új módszert írtak le, főként szemi-quantitatív adatok feldolgozására. A legfontosabb előrelépést a *bizonytalan halmazok elméletének* (fuzzy-set theory) kidolgozása jelentette. Fuzzy módszerekkel matematikailag feldolgozhatókká váltak a kvalitatív jellegű adatok és értékelhetővé vált a hozzájuk tartozó bizonytalanság. Előnyös tulajdonságai miatt az elméletet napjainkban egyre szélesebb körben alkalmazzák pl. az iparban, a biológiában és az orvostudományban. A földtudományok területén eddig elsősorban a geofizikában, a hidrológiában és a mérnökgeológiában alkalmazták sikerrel [BÁRDOSSY, DUCKSTEIN 1995]. A fuzzy-set elmélet alkalmazása rendkívüli mértékben kitágítja a matematikai feldolgozások lehetőségeit a földtanban. Bizonytalan jellegű földtani problémákat valószínűség-elméleti alapon nem lehetett eddig feldolgozni, még az ismert feltételes valószínűségek (Bayes-tétel) alkalmazása sem vezetett eredményre, ugyanakkor a fuzzy módszerek sikerrel alkalmazhatók. Különösen eredményes feldolgozási terület lehet az ún. *átmeneti jelenségek* értékelése. Ilyenek többek között az üledékes és a metamorf fáciesek. Valószínűség-elméleti megközelítés esetén egy adott megfigyelési pont (kőzetminta) kötelezően egyik, vagy a másik populációba sorolandó, átmeneti jellegek figyelembe vételére nincs mód. A fuzzy elmélet ún. *tagsághüvelyei* (membership functions) viszont lehetővé teszik, hogy átmeneti

minták egyszerre két populációhoz is tartozzanak (Ne feledjük, hogy az additivitás axiómája a tagsághüvelyekre nem érvényes). Az ilyen átmeneti helyzetű minták a földtanban gyakoriak. Nagyon fontosnak tartom, hogy a fuzzy módszerek hazánk földtani kutatásaiban is minél szélesebb körű alkalmazást nyerjenek.

5.3. A leíró jellegű statisztikai módszerek (descriptive statistics)

A statisztikai feldolgozás megkezdése előtt a geológusra még egy feladat hárul: a feldolgozást érintő összes tulajdonságot (változót) földtanilag azonosítani kell és be kell vonni a feldolgozásba. Egyes változók kihagyása az egész feldolgozás eredményességét veszélyeztetheti, különösen sokváltozós statisztikai módszerek alkalmazása esetén [CHENEY 1983].

A személyi számítógépek és a nagy statisztikai programcsomagok, pl. SPSSPC elterjedése sok geológust az ún. *sörétes puska* (shotgun) megközelítésre készítetett. Ez az összes könnyen hozzáférhető statisztikai módszer alkalmazását jelenti, abban a reményben, hogy „majdsak kijön valami”. E megközelítés időt rabló és költséges. Mások, főleg akik csak korlátozott statisztikai ismeretekkel rendelkeznek, csak azokat a módszereket merik alkalmazni, amelyeket ismernek, függetlenül attól, hogy az adott célnak megfelelnek-e vagy sem. Nyilvánvaló, hogy ez a módszer sem célravezető. A megoldást a geológus és a geomatematikus szoros együttműködése jelenti, ahol a geológus világosan megfogalmazza a megoldandó geológiai problémát, a geomatematikus pedig megkeresi a legalkalmasabbnak látszó statisztikai módszereket. Fontos továbbá a lépésről lépésre történő előrehaladás elve: minden egyes lépést (számítást) alapos kiértékelés kövessen, a kapott eredmények egybevetése a kiinduló földtani modellel. Ha ellentmondás merül fel, úgy vagy a földtani modellt kell módosítani, vagy a statisztikai számításokat kell ellenőrizni és az esetleg téves feltételeket kijavítani. A következő lépés megtételéhez a földtani és a matematikai modell összehangolása szükséges, a kettő között nem lehet ellentmondás. Így halad tovább a kiértékelés lépésről lépésre a probléma teljes megoldásáig.

Számos esetben tapasztalható, hogy a geomatematikuskok nem érzékelik, hogy mit vár el a geológus a statisztikai feldolgozástól. Pedig rendkívül fontos, hogy az alábbi elvárások mindegyikére számukra egyértelműek legyenek:

a) az adott földtani képződmény átlagos összetételét kifejező mérőszámok, változónként,

b) a tulajdonságok (változók) természetes változékonyságát kifejező mérőszámok,

c) a változók gyakorisági eloszlásának meghatározása,

d) amennyiben a földtani képződmény részekre (alegységekre) osztható, úgy ezek statisztikai jellemzése,

e) az egyes tulajdonságok közötti összefüggések statisztikai jellemzése (korreláció és regresszió vizsgálat),

f) az adott képződmény tulajdonságainak összehasonlítása más képződményekkel.

A felsorolt elvárások a földtani kutatás szempontjából nélkülözhetetlenek. *Semmiféle matematikai okoskodással nem szabad bármelyiküket figyelmen kívül hagyni.* Sajnos a szakirodalomban erre több példa található (ld. az 5.3.1. szakaszt). A földtani képződményeknek igen sokféle tulajdonságuk van és emiatt igen fontos a sokváltozós statisztikai módszerek alkalmazása. Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy kizárólag sokváltozós módszerekkel nem lehet földtani problémákat megoldani. Egyedüli helyes út az egy-, kettő- és sokváltozós módszerek egymásra épülő alkalmazása.

Gyakori hibaforrás a *paraméteres módszerek* indokolatlan alkalmazása olyankor is, amikor még nem ismerik az adott változó eloszlását. Közismert, hogy számos paraméteres módszer alkalmazásának előfeltétele a kérdéses változó normális eloszlása. A legtöbb statisztikai kézikönyv csak a paraméteres módszereket ismerteti. Ez sok geológust paraméteres módszerek alkalmazására készítetett akkor is, ha a fenti feltételek nem teljesültek. Ezért olyan fontos a paraméteres módszerek megkezdése előtt az eloszlás vizsgálat és a normalitás vizsgálat.

Az utóbbi évtizedekben egyre több *nem-paraméteres* módszert dolgoztak ki a statisztikusok. Ezek a módszerek nem kívánják meg sem az eloszlás ismeretét, sem a normális eloszlást. Hangsúlyoznom kell, hogy számos nem-paraméteres módszer statisztikai hatékonysága a paramétereseknél alig kisebb. Nagy előnyük továbbá, hogy ordinális típusú adatok feldolgozására is alkalmasak. Figyelmet érdemelnek továbbá az ún. *robustus módszerek*, melyek paraméteresek ugyan, de a normalitástól való eltérésekre kevésbé érzékenyek [STEINER 1990]. Tapasztalataim szerint a földtani tulajdonságok nagy része szigorú értelemben nem tekinthető normális eloszlásúnak. Ez még indokoltabbá teszi a fentiekben ismertetett módszerek alkalmazását.

5.3.1. Összetételei adat-analízis és a zárt rendszerek problémái

A statisztikában a fix összegű rendszereket *zárt rendszereknek* (closed systems) nevezik. Ilyenek például a százalékban, ezrelékben vagy ppm-ben megadott rendszerek, mert ezek összege csak 100, 1000, vagy 10^6 lehet. A földtanban a vegyi, ásványtani stb. összetételt is hagyományosan így adják meg, ezáltal ezek zárt rendszert alkotnak. További megkötés, hogy az összetételei adatok természetükből következően csak pozitív előjelűek lehetnek, hiszen negatív összetételei értékek lehetetlenek a természetben. Az *összetételei adat-analízis* (compositional data analysis) összetételei adathalmazok statisztikai feldolgozásával foglalkozik. Ne feledjük, hogy ha az összetétel egy vagy több változóját elhagyjuk, azáltal nem szűnik meg a rendszer zárt jellege. Ezért a közzétanban és a geokémiában oly előszeretettel alkalmazott háromszögdiagramok kétszeresen zárt rendszerek, hiszen az eredeti százalékokat a három összetevő kiválasztása után újból, másodszor is 100%-ra számítják át [BUTLER 1979].

Matematikai értelemben azokat tekintik *nyílt rendszereknek* (open systems), melyekben az összetevők összege nem fix szám, hanem tetszőleges értéket felvehet. Korábban azt gondolták a matematikusok, hogy összetételei adatokat csak zárt rendszerek formájában lehet megjeleníteni. WHITTEN [1995] mutatott rá arra, hogy földtani összetételek nyílt formában is megjeleníthetők, ha az összetevők tömegét térfogat egységre (cm^3 , dm^3 vagy m^3) vonatkoztatják.

A matematikusok a hatvanas évek kezdete óta egyre nagyobb figyelemmel fordultak a zárt rendszerek és az összetételei adat-analízis felé. Ezen a téren CHAYES [1960,1971] és AGTERBERG [1974] végzett úttörő munkát. Ők mutatták ki, hogy zárt rendszerek statisztikai feldolgozásakor az ún. *záró hatás* (closure effect) eltorzítja az összetevők természetes összefüggéseit. Zárt rendszerben egy összetevő mennyiségének a megnövekedése szükségszerűen a többiek csökkenését vonja maga után. Vizsgálataik szerint különösen a kovariancia mátrix és a korrelációs együtthatók torzulnak ilyenkor. Indokolatlanul megnő a negatív és lecsökken a pozitív előjelű korrelációs együtthatók száma. E kérdéskör másik úttörője az amerikai J. AITCHISON volt. Megállapította, hogy a záró hatás az összetétel analízis minden egyes módszerére kiterjed, beleértve az egy-, két- és a sokváltozós módszereket. Ezért ő az összes zárt rendszerre vonatkozó számítási eredményt hamisnak (spurious) nyilvánította [1981].

A záró hatás felismerését szinte azonnal követte a problémát megoldó eljárások keresése, amelyben ugyancsak CHAYES és AITCHISON jártak elől. CHAYES és KRUSKAL [1966] bevezette az elméleti nyitott rendszereket, melyekben a változók között a kovariancia nulla. Ezeket *bázisnak* nevezték el. Ha a bázist zárt rendszerre alakítják át, kialakulnak a fentiekben ismertetett kovariancia mátrixok. A módszerrel számos matematikus foglalkozott és megpróbálták továbbfejleszteni. WORONOW, BUTLER [1985] az ún. *teljes függetlenség elvét* vezette be, ami szerint zárt rendszerekben nem lehet más korrelációs kapcsolat, mint amit a záró hatás előidéz. Sajnos ezzel újabb megoldatlan elméleti problémák merültek fel, elsősorban az, hogy egy ilyen elv földtanilag értelmezhetetlen. LE MAITRE már [1982]-ben rámutatott arra, hogy ugyanazon zárt rendszer végtelen sok bázisból előállítható és nincs mód ezek közül a legmegfelelőbb bázis kiválasztására. Ez a módszertani megközelítés tehát eredménytelennek tekinthető.

AITCHISONnak [1981, 1986] sikerült egy hatékonyabb módszert kidolgozni. Abból indult ki, hogy a zárt rendszerek egy d dimenziójú zárt elméleti térrészt, egy ún. *szimplexet* (S^d) alkotnak. Kimutatta, hogy log-hányados transzformációval a szimplex valós, nyitott térré (R^d) alakítható át és ezáltal szerinte megszűnik a záró hatás. A számítási eredményeket ún. *logisztikus transzformációval* (a log-hányados transzformáció inverzével) vissza lehet alakítani eredeti formájukba. AITCHISON [1989] két további követelményt fogalmazott meg:

A) Ahhoz, hogy az összetételi analízis valóságnak megfelelő eredményeket adjon, relatív értékekkel, pl. két változó hányadosával kell dolgozni.

B) A statisztikai analízisnek figyelembe kell venni az összetételi adathalmazok sokváltozós jellegét. Ezért csak egyetlen egészként lehet feldolgozni őket és nem egyváltozós vizsgálatok együtteseként.

E megállapítások elméleti, statisztikai szempontból helyesek lehetnek, földtani szempontból azonban elfogadhatatlanok. Képzelnünk el például egy nyersanyagkutatást, ami aranyra, ezüstre, vagy rézre irányul. AITCHISON követelményét elfogadva az adott telep átlagos aranytartalma helyett csak Au/Si, vagy Fe/Au, vagy Cu/Au hányadosokat lehetne megadni [ROCK 1989]. Nyilvánvaló, hogy az ilyen eredmények a megrendelő számára semmitmondóak, gyakorlatilag használhatatlanok. De a B) pont szigorú alkalmazása is katasztrofális eredményre vezetne, hiszen az egyébként igen értékes sokváltozós statisztikai elemzés mellett mind a tudományos kutató, mind a gyakorlati felhasználó egyenként, változónként is statisztikai eredményeket kíván

látni. Ezért tartottam oly fontosnak a földtani kutatási követelmények felsorolását (ld. az 5.3. szakaszt), amit minden geomatematikai feldolgozásnak figyelembe kell venni.

AITCHISON módszerét továbbfejlesztették és így pl. bevezették az additív log-hányados transzformációt és a Box-Cox transzformációt [RAYENS, SRINIVASAN 1991]. A módszer ennek ellenére nem terjedt el. A matematikusok ezt részben a geológusok „tudatlanságával” magyarázták, részben az a véleményük, hogy e módszer túl nehéz a geológusok számára [TILL 1974]. Szerintem ez nem igaz, a geológusok tartózkodásának valós földtani okai vannak:

a) WHITTEN [1995] mutatott rá arra, hogy a transzformált adatok idegenek a földtani gyakorlatban, földtani értelmezésük igen körülményes, gyakran lehetetlen.

b) A transzformált adatok *rekonverziója* matematikailag még nem lezárt kérdés. Nem bizonyított, hogy nem módosulnak-e az eredmények a rekonverzió során.

c) Alig van néhány publikáció arról, hogy mekkora hibát okozhat a záró hatás. Jogosan merül fel a kérdés, hogy szignifikáns-e mindig a hiba? Ahol nem, érdemes-e ezt a bonyolult számítási eljárást alkalmazni?

d) Az ásványinyersanyag-kutatásban, de a tudományos vizsgálatok többségében is elengedhetetlen a tulajdonságok egyenként történő statisztikai értékelése. Ezt a követelményt nem lehet matematikai-módszertani érvekkel félretenni.

e) *Fenntartás nélkül el kell fogadnunk a matematikai korrektség követelményét, azonban a földtani ismereteket és tényeket nem lehet figyelmen kívül hagyni!*

Az a véleményem, hogy a zárt rendszerek esetében a matematikusok túlságosan a matematikai probléma megoldására összpontosították figyelmüket és e mellett elhanyagolták az összetételi adat-analízis földtani hátterét. Közismert, hogy a földtani képződmények háromfázisú rendszerek. Maga a kőzetanyag szilárd fázisú. Emellett van egy nyitott tér, amit részben talajvíz (folyadék fázis) és részben levegő (gáz fázis) tölt ki. Az összetételi adat-analízis jelenlegi formájában csak a szilárd fázist veszi figyelembe, holott az összetétel szempontjából a nyitott tér szerepe is igen fontos: kitöltése révén megnövekedhet a szilárd fázis abszolút mennyisége (tömege), a szilárd fázis részleges kioldása révén viszont a nyitott tér térfogata nő meg. Világos, hogy a zárt rendszerek, amelyek csak a szilárd fázist veszik figyelembe, az ilyen változásokat nem érzékelik és ez vezet a matematikusok által kimutatott záró ha-

táshoz. Az elmondottakat három példán mutatom be:

A) Vegyünk egy kőzetet, pl. egy bazaltot, mely trópusi nedves klímán a felszínen intenzív laterites mállás hatása alá kerül. A kőzetanyag eredetileg az egységnyi térfogat 95%-át töltötte ki, a nyitott tér (porozitás) tehát 5% volt. A mállás során egyes összetevők teljesen kioldódtak, mások részben megmaradtak. A kioldás következtében a mállás-termék porozitása 30–50%-ra nő. Ha az egymásra következő mállási fokozatok vegyelemzéseit hasonlítjuk össze, a záró hatás miatt téves következtetésekre jutunk. Pl. úgy tűnik, hogy az alumínium feldúsult, holott abszolút értelemben ennek is csökkent a mennyisége, csak a többiekénél kisebb arányban.

B) Laza üledékeket, pl. homokot, kavicsot diagenetikus és epigenetikus folyamatok gyakran cementálnak. Az üledék eredeti 10–30%-os nyitott terét ilyenkor oldatból kivált másodlagos ásványok, kalcit, dolomit, kalcedon töltik ki, alig hagyva vissza többet 3–8% nyitott térnél. Így jönnek létre az oly gyakori meszes és kovás homokkövek és konglomerátumok. E folyamat révén megnő a szilárd fázis tömege és megváltozik a kőzet vegyi összetétele, amennyiben új vegyi komponensek adódtak hozzá. Ezt a változást sem tükrözik híven a százalékban kifejezett vegyelemzések (zárt rendszerek). Azt sugallják, hogy a diagenetikus folyamat során lecsökkent az eredeti vegyi komponensek mennyisége, pedig erről, mint láttuk, nincsen szó. Ez a hibás eredmény is a záró hatás következménye.

C) Számos magmás és metamorf kőzetben a nyitott tér a nagy nyomás és hőmérséklet hatására 3% alá, sőt esetenként nullára csökken. Ezekben a kőzetekben is jelentős kémiai átalakulások mehetnek végbe, igen hosszú idő alatt. Egy ilyen folyamat a *metaszomatózis*, melynek során a kőzetből egyes komponensek kioldódnak és eltávoznak, helyüket pedig más vegyi összetevők foglalják el. E közben megváltozik a kőzet ásványos összetétele és fajsúlya, de a porozitás gyakorlatilag nulla marad. *Természetes zárt rendszereknek* tekintem ezeket, hiszen ebben az esetben a kémiai változások nem járnak a szilárd fázis térfogatváltozásával. A %-ban kifejezett vegyelemzések legfeljebb a fajsúlyváltozások hatását nem tükrözik, egyébként helyesek.

WHITTEN [1995] volt az első, aki magmás kőzeteket tanulmányozva erre a körülményre felfigyelt. A záró hatás kiküszöbölésére a vegyelemzések súlyszázalékait egységnyi térfogatra számolta át, oly módon, hogy minden összetevőt megszorozott a kőzet átlagos fajsúlyával. Így egy nyitott rendszer jött létre, melyet g/cm^3 , g/dm^3 vagy kg/m^3 egysé-

gekben lehet kifejezni. A nyitott tér nagyságával nem számolt, annak igen korlátozott volta miatt.

Üledékes folyamatokban természetesen megnő a nyitott tér (porozitás) szerepe. Ezt kétféle módon vehetjük figyelembe: Vagy csak a *térfogatsúlyt* határozzuk meg, ami szerintem nem ad teljes képet a lejátszódott folyamatokról. Helyesebb ezért külön meghatározni a kőzet *átlagos fajsúlyát* és külön a *porozitás %-át* (helyesebben az egységnyi térfogatnak a szilárd fázis által kitöltött %-át). Ha a vegyelemzések súlyszázalékait e két értékkel besorozzuk, megkapjuk a WHITTEN által javasolt nyitott rendszert ugyancsak g/cm^3 , g/dm^3 vagy kg/m^3 egységekben, amely híven tükrözi a térfogat és fajsúlyváltozással járó kémiai folyamatokat. Nagy porozitás esetén hibalehetőséget jelenthet a nyitott terek méretének szabálytalan eloszlása, ami egyes üledékes kőzetekben, pl. mészkőben megfigyelhető. Ilyenkor célszerű a porozitás méréseket több mérettartományra felbontva elvégezni és összegezni.

Az elmondottakból az is kitűnt, hogy az eddig alkalmazott matematikai transzformációk a záróhatásnak csak egyik oldalát, a térfogatváltozást vették figyelembe, az átlagos fajsúlyváltozást nem. Így a fent ismertetett, térfogategységre vonatkoztatott átszámítás a záró hatás kiküszöbölésére tökéletesebb megoldást tesz lehetővé.

A kérdéskör megoldására a következőket lehet javasolni: Folytatni kellene az eddigi matematikai megoldások tökéletesítését. Így olyan matematikai modelleket kellene kialakítani, amelyek a kőzet fajsúlyváltozását is figyelembe veszik. Törekedni kellene az adat-transzformációk és rekonverziók egyszerűbbé tételére. Összehasonlító számításokat kellene végezni a transzformációval nyert és a térfogategységre vonatkoztatott eredmények között. Végül az eddigiekénél jóval nagyobb figyelmet kellene fordítani az összetétel-változások földtani indító okaira.

5.3.2. Egyváltozós statisztikai módszerek

Ezek a földtani gyakorlatban leginkább elterjedt és közismertté vált statisztikai módszerek. Ezért csupán néhány különösen fontos, vagy problematikus kérdés megvitatására szorítkozunk. Egy ilyen kérdés az eloszlás *normalitása*, mivel számos egyváltozós statisztikai módszer előfeltétele a normális eloszlás. Ezért az eloszlás normalitását az ismert statisztikai próbákkal, pl. Kolmogorov–Smirnov-próba, Shapiro-, Wilk- stb. próbák, minden egyes esetben ellenőrizni kell.

Aszimmetrikus eloszlások esetében nemlineáris transzformációkat alkalmaznak a normalitás helyreállítására. Leggyakrabban *logaritmikus transzfor-*

mációt használnak, mert különböző feltételezések szerint a földtanban előforduló aszimmetrikus eloszlások túlnyomó része lognormális jellegű. Pedig ez nem igaz. Például NISHIWAKI [1979] kimutatta, hogy üledékes összletek rétegvastagsága, amit korábban lognormális eloszlásúnak tételtek fel, a valóságban más eloszlástípusba tartozik. Közismert, hogy normál eloszlás esetén a *ferdeségi mutató* (skewness) értéke nulla. ROCK [1988] szerint pozitív lognormális eloszlás esetén a ferdeség +4. Számítási tapasztalataim szerint számos földtani tulajdonság ferdeségi mutatója nulla és +4 között van, tehát sem normális, sem lognormális eloszlásúak.

Zavart okozhat az is, hogy a ferdeség nemcsak a ferdeségi mutatóval ($\gamma_3 = M_3/D^3$) fejezhető ki, hanem az ún. Pearson-féle ferdeségi indexekkel is, továbbá az interkvartilis ferdeségi együtthatóval és a Trask-féle ferdeségi mutatóval [MARSAL 1987]. Mindig meg kell adni ezért, hogy melyik ferdeséget számították ki és természetesen csak azonos mutatókat szabad összehasonlítani.

Általános polinomiális és hatványfüggvényes transzformációkkal bármilyen aszimmetrikus eloszlás normálissá alakítható át. Az aszimmetria tehát nem lehet a statisztikai számítások elvégzésének akadálya. Feltűnően sok cikk foglalkozik e transzformációk matematikai kérdéseivel, ugyanakkor igen keveset olvashatunk a nem-normális eloszlások létrejöttének földtani okairól, arról, hogy milyen földtani folyamatok hozhatnak létre a normálístól eltérő eloszlásokat. Különösen az aszimmetrikus eloszlások kialakulásával kellene többet foglalkozni.

Az egyváltozós statisztika számos *átlagolási módot* ismer. Közülük egyesek igen érzékenyek a kiűtő értékekre és az aszimmetriára, ugyanakkor mások kevésbé vagy egyáltalán nem. Az utóbbiaknál viszont sok információ figyelmen kívül marad, pl. a mediánál. Tapasztalataim szerint az ún. *levágott átlag* (trimmed mean) egy igen előnyös köztes megoldás, mert egyesíti a súlyozott átlag reprezentativitását és a medián robusztusságát. Legcélszerűbb ilyenkor a szélső 5–10%-ot elhagyni.

A *természetes változékonyság* a földtani képződmények velejárója. Igen fontos információkat nyújthat a genetikai folyamatok felderítéséhez. Azt is érdemes földtanilag értékelni, hogy miért változékonyság az egyik tulajdonság a másiknál. A két legismertebb változékonysági mutató, a *szórásnégyzet* (variance) és a *szórás* (standard deviation) mellett ezért különösen fontos a *relatív szórás* vagy *variációs tényező* (coefficient of variation) kiszámítása, hiszen a legkülönbözőbb tulajdonságok változékonyságának összehasonlítását teszi lehetővé. Erősen aszimmetrikus eloszlások esetén célsze-

rű robusztus változékonysági mutatókat használni, pl. a medián átlagos eltérését, vagy az interkvartilis intervallumot.

A változékonyság vizsgálatának egy különálló területe a *variancia-analízis* (ANOVA), amellyel két vagy több adathalmaz viselkedését lehet egyszerre vizsgálni, ill. összehasonlítani. A variancia-analízis egyik fő statisztikai eszköze a Fisher-féle *F-próba*. Szignifikáns *F* értékek statisztikusan megkülönböztethető csoportokat (al-populációkat) jeleznek egy képződményen belül. A geológusok azonban gyakran figyelmen kívül hagyják, hogy az *F*-próbának három statisztikai előfeltétele van:

- a csoportokon belüli és a csoportok közötti változékonyság egymástól független legyen,
- az összehasonlított csoportok természetes változékonysága nagyjából azonos legyen,
- a hibaeloszlás normális legyen.

Statisztikusok szerint az első feltétel a legfontosabb, de ez a követelmény földtani képződményekben többnyire teljesül is. A második feltétel a legszigorúbb, teljesülésére földtani viszonyok között ritkán van lehetőség. A harmadik feltétel nem okoz nehézséget. Az *F*-próba mellett a statisztikusok több olyan módszert is kidolgoztak, ahol a követelmények nem ilyen szigorúak. Ilyenek a Scheffé-, Tukey- és a Duncan-féle próbák. Sajnos ezeket a földtanban eddig alig alkalmazták.

Végül az ún. *box-plot* ábrázolások hasznosságára szeretném felhívni a figyelmet. Ezek egyetlen ábrán az adott változó legfontosabb statisztikai mutatóit ábrázolják igen szemléletes módon. Fúrasi sorok mentén felvett földtani szelvényeket igen jól ki lehet egészíteni a hozzájuk rendelhető *box-plot* ábrázolásokkal. Az ilyen összetett szelvényekkel különböző tulajdonságok oldalirányú változásait igen jól be lehet mutatni.

5.3.3. Kéváltozós statisztikai módszerek

Közismertek a *korreláció* és a *regresszió elemzés* módszerei, melyekkel a statisztikusok két változó közötti kapcsolatokat írják le. A geológus számára e módszerek ismerete mellett a kapcsolatok indító okai is igen fontosak. Három fő kapcsolattípust különböztetünk meg:

A) *Ok-okozat korreláció*. Földtanilag értelmezhető, valós kapcsolat ez egy képződmény két tulajdonsága között, melyek közül az egyik az előidéző, a másik a reagáló szerepét tölti be. E két szerep felderítése genetikai tekintetben igen fontos és gyakran igen nehéz feladat.

B) *Közvetett korreláció*. A két változó egymással kapcsolatban van (korrelál), de ezt a kapcsolatot

egy harmadik változó idézi elő, amelytől mindkét változó függ. Nagyon fontos, hogy földtani tekintetben ez is valós korrelációs kapcsolat, de nem közvetlen, mint az első típusban. Valós kiütő értékek is előidézhethetnek közvetett korrelációt, persze csak akkor, ha azonos populációba tartoznak (ld. az 5.1. szakaszt).

C) *Hamis korreláció.* Ennek nincs valós földtani alapja. Tisztán véletlen egybeesések is létrehozhatnak látszólagos korrelációt két változó között, ez azonban eléggé ritkán fordul elő. A módszertani követelmények figyelmen kívül hagyása is eredményezhet hamis korrelációt. Változók hányadosaival végzett korrelációs számítás korrelációs kapcsolatot jelezhet akkor is, ha maguk a változók korrelálatlanok. Az 5.3.1. szakaszban ismertetett zárt rendszerek is hamis korrelációs kapcsolatokat idéznek elő, ezekkel azonban itt újra nem foglalkozunk.

Gyakorlatilag minden korrelációs számítás tartalmaz valós és teljesen véletlenszerű elemeket. Az utóbbiak felderítése és kiküszöbölése a helyes földtani kiértékelés számára igen fontos. Gyakorlati tapasztalatok szerint a statisztikai minta nagyságával arányosan csökken a véletlen korreláció szerepe. Ezért is érdemes nagyobb mintákkal dolgozni.

A *korrelációs diagramok* (scatter plots) különösen sokatmondók a geológus számára, mert a két változó közötti kapcsolat részleteit is bemutatják. Segítségükkel kiütő értékeket lehet felismerni, továbbá a képződményen belüli csoportokat (szubpopulációk) lehet kimutatni. Célszerű e csoportokat külön-külön is feldolgozni, mert gyakran rejtett földtani jelenségeket és genetikai folyamatokat lehet segítségükkel felismerni. Célszerű a korrelációs diagramok mellett az ún. *reziduális diagramokat* is megszerkeszteni (a megfigyelt és a számított értékek különbsége alapján), mert ezek még szembetűnőbben jelzik a kiütő értékeket és a szubpopulációkat.

Közismert dolog, hogy a Pearson-féle *korrelációs együttható* (r_{xy}) a két változó közötti kapcsolat szorosságát fejezi ki. A geológusok gyakran elfelejtik, hogy *ez az együttható kizárólag lineáris kapcsolatokra érvényes*, továbbá, hogy a kapott eredmények relatív értékek. Ezért nem lehet két populációból származó korrelációs együtthatókat közvetlenül, numerikusan összehasonlítani. Közelítő összehasonlításra azonban van lehetőség, pl. „ x és y változók mindkét földtani képződményben szoros korrelációs kapcsolatban vannak.” Nem szabad lebecsülni egy ilyen értékelés földtani hasznosságát.

A korrelációs együttható szignifikanciáját is ki kell számítani, hiszen ez fejezi ki a számítási eredmények megbízhatóságát. Az újabb statisztikai programcsomagok, pl. az SPSSPC, automatikusan

megadják a korrelációs mátrix minden egyes tagjának szignifikanciáját. A választott szignifikancia szintet (többnyire 90 vagy 95%) el nem érő korrelációs együtthatókból nem szabad földtani következtetéseket levonni, ehhez nem eléggé megbízhatóak.

Ismeretes, hogy a *regresszió elemzés* a korrelációs kapcsolat geometriáját vizsgálja és azt írja le valamilyen függvény segítségével. Az idevágó geometriai szakirodalom túlnyomóan lineáris összefüggésekkel foglalkozik [MANN 1987, ROCK 1988]. Valószínűleg ez az oka annak, hogy a földtani értékelések is főként lineáris kapcsolatokra terjednek ki. Pedig HARREL [1987] szerint a nemlineáris kapcsolatok is gyakoriak a földtanban és ezt személyes tapasztalataim is megerősítik. Többnyire egyszerű görbékkel írhatók le e kapcsolatok, de ritkábban összetett magasabb rendű görbék is előfordulnak. Az egyszerű, egyetlen visszafordulással (görbülettel) jellemzett regressziós görbék földtanilag jól értelmezhetők: a korrelációs kapcsolat jellegének fokozatos megváltozását jelzik. Az ilyen fokozatos változások különösen a geokémiai és a kőzetképző folyamatokban gyakoriak. Az összetett, több visszafordulással jellemzett regressziós görbék földtani értelmezése nehezebb feladat, többnyire ciklusos folyamatokkal magyarázhatók.

A regressziós görbékre célszerű polinomiális modellt illeszteni [HARREL 1987]. Matematikai szempontból a feladat egyszerű, mert egy n pontból álló görbére mindig lehet $(n-1)$ -fokú polinomot illeszteni. Az eljárásnak azonban csak addig van értelme, amíg az eredményt földtanilag értelmezni lehet. Ezért az egyre magasabb fokú polinomok illesztésekor a földtani értelmezést is mindig újra el kell végezni. Ahol az értelmezés értelmét veszti, tovább nem folytatható, ott kell abbahagyni az illesztést. Sajnos ilyen kérdésekről eddig alig írtak a szakemberek, pedig földtani tartalom nélkül az egész modell-illesztés üres formalizmussá válik.

A regresszió elemzés a kiütő értékekre igen érzékeny. Ezért a kiütő értékek kimutatása és kezelése a helyes regresszió elemzés egyik előfeltétele. A földtanban a regresszió elemzést nemcsak a kapcsolatok geometriájának leírására, hanem bizonyos értékek előrejelzésére, predikciójára is használják. A predikciót a független változó bizonyos értékeire vonatkoztatjuk, az eredmény numerikus, de a térbeli helyzetre nem terjed ki. A térbeli predikcióval az 5.4.2. szakaszban foglalkozunk. A regressziós egyenes, vagy görbe alapján történő predikció akkor válik problematikussá, ha az adathalmaz szélső értékein túl is *extrapolálni* akarunk. Ilyen esetekben feltételezzük, hogy a kimutatott regressziós összefüggés az adathalmaz határain túl

is változatlan jelleggel folytatódik. Sajnos a földtani gyakorlat ezzel szemben azt jelzi, hogy váratlan változások bárhol bekövetkezhetnek és ilyenkor az extrapoláció eredményei teljesen hamisak, félrevezetők. Ezenfelül, az adathalmaz centroidjától távolodva a regressziós egyenes (görbe) konfidencia intervalluma is egyre szélesebbé válik. Mindezek miatt, személyes tapasztalataim szerint is ilyen extrapolációt nem érdemes alkalmazni, mert több hibát és félreértelmezést okozhat, mint hasznot (többség ismeretét).

A korrelációs együttható négyzete (coefficient of determination) azt mondja meg, hogy x és y változók együttes szórásának hányadrészét határozza meg a regressziós egyenes. Ha ez az érték kicsiny, úgy célszerű további vizsgálódásokat kezdeni a változékonyság okainak teljesebb megmagyarázására.

Az utóbbi évtizedekben olyan új módszereket dolgoztak ki, amelyekkel intervallum és ordinális típusú adatok korrelációs kapcsolatait is fel lehet dolgozni. Ilyenek pl. KENDALL, SPEARMAN és KRUSKAL *sorrend-korrelációs* (rank-correlation) módszerei. Ezek a módszerek robusztusak és a kiütő értékekre is érzéketlenek, földtani jelentőségük igen nagy. Dichotom és nominális típusú adatokra is készültek új módszerek az utóbbi években, de ezek földtani alkalmazására még alig került sor. Az ilyen típusú adatok nagy gyakorisága miatt e módszerek hazai kipróbálása igen hasznos lenne.

5.3.4. Sokváltozós statisztikai módszerek

A földtani képződményeket a tulajdonságok sokfélesége jellemzi és ezek sokféle módon függenek össze egymással. Ez az oka annak, hogy számos földtani problémát nem lehet csupán egy- és kétváltozós statisztikai módszerekkel megoldani, sokváltozós módszerek alkalmazására van szükség. Az idevágó szakirodalom igen gazdag, továbbá speciális számítógépes programokat dolgoztak ki sokváltozós módszerekre. Ezek kezelése igen egyszerű, ami egyben veszélyt is jelent, hiszen sokváltozós elemzést végezhetnek el így olyanok is, akik e módszerek lényegét és földtani alkalmazhatóságuk korlátait kellően nem ismerik. Földtani felhasználás szempontjából az alábbi sokváltozós statisztikai módszereket különböztetem meg:

1. A tulajdonságok kapcsolatainak vizsgálata
 - 1.1. sokváltozós regresszió elemzés
 - 1.2. csoportos regresszió elemzés
 - 1.3. logisztikus regresszió elemzés
 - 1.4. kanonikus korreláció elemzés

2. A tulajdonságok változékonyságának vizsgálata
 - 2.1. sokváltozós változékonyság elemzés (MANOVA)
 - 2.2. kanonikus változékonyság elemzés
 - 2.3. főkomponens elemzés
 - 2.4. R és Q típusú faktor elemzés
3. Csoportok felismerése és összehasonlítása
 - 3.1. klaszter elemzés
 - 3.2. nemlineáris síkra vetítés
 - 3.3. diszkriminancia elemzés
 - 3.4. korrespondancia elemzés
4. Térbeli összefüggések sokváltozós vizsgálata
 - 4.1. klaszter elemzés térbeli kiterjesztése
 - 4.2. sokváltozós geostatisztika

A felsorolt módszerek mindegyikének megvitatására területi okokból nincs lehetőség. Ezért csak néhány, legfontosabbnak tartott tapasztalatot ismertetem. E módszerek használatakor mindig meglepett a statisztikai programcsomagok által felkínált számítási lehetőségek és variánsok nagy száma. Azt is tapasztaltam, hogy a számítási eredmények egy módszeren belül is, ezektől függően, különbözőek lehetnek. Ez a körülmény sajnos lehetőséget nyújthat egyesek számára, hogy több számítási variánsot kipróbálva azt az eredményt válasszák, amely földtani elképzeléseiknek vagy céljaiknak leginkább megfelel. Más szóval az eredményeket manipulálni lehet. Matematikailag korrekt megoldást csak azonos számítási variánsok következetes alkalmazása jelenthet egy feladaton belül.

Magukra a módszerekre áttérve viszonylag kevéssé ismert csoportképző módszer a *nemlineáris síkra vetítés* (non linear mapping) [SAMMON 1969]. Nagy előnye hogy minimalizálja az egyes csoportok (képződmények) közötti eltérések torzulásait, amikor az n -dimenziójú teret kétdimenzióssá alakítja át. Tapasztalataink szerint a torzulások mértéke jelentéktelen a csoportok közötti tényleges eltérésekhez képest. Sikerral alkalmaztuk ezt a módszert a délnyugati Bakony bauxittelepeinek geokémiai összehasonlítására [BÁRDOSSY, Ó. KOVÁCS 1995, BARDOSSY 1995].

A nemlineáris síkra vetítést igen jól kiegészíti a *diszkriminancia elemzés* (discriminant analysis). Az egyes képződmények vagy fáciesek csoportcentroidjai igen jól szemléltetik a köztük levő különbségeket, sőt az esetleges átfedéseket is fel lehet ismerni. A diszkriminancia elemzés további előnye, hogy új kutatási eredményeket, pl. egy új értelepet, azonnal be lehet illeszteni az eddig megismert képbe és megtudhatjuk, hogy az új telep melyik ismerttel mutat leginkább rokonságot [BÁRDOSSY 1995].

A sokváltozós statisztika térbeli kiterjesztésére korábban kevés figyelmet fordítottak. Holott a klaszter elemzés *eltérési együtthatóit* (dissimilarity coefficients) jól fel lehet használni bonyolult telep-részek, vagy rétegösszletek egyes tagjainak azonosítására, pl. geokémiai szelvényeken. Lencsés bauxittelemek térbeli helyzetéből fakadó geokémiai különbségeket is jól ki lehet mutatni az eltérési együtthatókkal. Tapasztalataim szerint pl. a genetikailag közelálló bauxittelemek között a legkisebbek az eltérési együtthatók. Mindezt térképi formában is ábrázolni lehet [BÁRDOSSY 1995].

5.4. Statisztikai következtetések (Inferential statistics)

5.4.1. Skaláris becslések

A statisztikai következtetések segítségével, a statisztikai minta adataiból a populáció paramétereit kívánjuk megbecsülni. Ezek is közismert módszerek, melyek közül itt csak három olyat vitatok meg, melyek a geológus számára különösen fontosak. Ezek:

- a) a hipotézis vizsgálatok,
- b) az intervallumbecslések,
- c) két képződmény paramétereinek összehasonlítása.

a) *A hipotézis vizsgálat* arra ad választ, hogy a statisztikai minta alapján számított súlyozott átlag és szórás statisztikailag miként értelmezhető: az ismert paramétertől észlelt eltérés csak véletlen ingadozásnak tekinthető, vagy statisztikailag szignifikáns. A hipotézis vizsgálat lépései jól ismertek és számítógépes programok segítségével könnyen végrehajthatók. Ezen belül egyetlen problematikus kérdés van és ez a helyes *szignifikancia szint* kiválasztása. A statisztikai szakkönyvek általában 95%-os ($\alpha=0,05$) szignifikancia szintet ajánlanak. A földtani kutatásban a szignifikancia szint helyes megválasztása különösen fontos, mert ez fejezi ki statisztikai állításunk megbízhatóságát. Számos geológus a földtani tulajdonságok általános bizonytalanságára hivatkozva ennél alacsonyabb szignifikancia szintet javasol, pl. 90–60%-ot. A szignifikancia szint lecsökkentése megnöveli az I. típusú hiba valószínűségét, tehát a valós nullhipotézis elvetését. Ugyanakkor csökkenti a II. típusú hiba valószínűségét, vagyis hamis nullhipotézis elvetésének az elmulasztását. Valós nullhipotézis elvetése komoly földtani félreértelmezéshez vezethet, ezért tapasztalataim szerint helyesebb, ha magas szignifikancia szintet választunk, pl. 95–98%-ot. Ez az általános eset, amely alól kivételek is lehetnek. Így pl. DAVIS [1986] szerint új területek

szénhidrogén-kutatásakor egy-egy potenciális mező kihagyása nagyobb gazdasági veszteséget jelent, mintha néhány felesleges meddő fúrás mélyítene. Egy új mező kimutatásának gazdasági haszna többnyire több tíz meddő fúrás értékével is felér. Ez a körülmény indokolttá teszi a szignifikancia szint lecsökkentését 60–70%-ra. Ilyen kutatási koncepció esetén az adott kutatási területre több fúrás terveznek. Több lesz a meddő fúrás, de kisebb lesz annak a valószínűsége, hogy egy ténylegesen jelenlévő mezőt kihagyjanak. Világos, hogy egy ilyen koncepció gazdaságilag igen értékes nyersanyagok kutatása esetén alkalmazható, ahol a több fúrás többletköltségét a találat könnyen kompenzálja.

Egy másik általános tapasztalat: ha a feladat egy földtani állítás igazolása, akkor a hipotézis vizsgálatot úgy kell megfogalmazni, hogy ez legyen az alternatív hipotézis. A nullhipotézis elvetése ugyanis a matematikailag kedvezőbb megoldás. Egy további tapasztalat az, hogy a hipotézis vizsgálat hatékonysága erősen függ a statisztikai minta nagyságától. Ezért ilyen feladatok esetén érdemes a mintaszámot, amennyire lehet, megnövelni.

b) *Az intervallumbecslések*, mint ismeretes, azt az intervallumot adják meg, amin belül a populáció paramétere bizonyos valószínűséggel remélhető. Ezt a valószínűséget fejezi ki a *konfidencia szint*. Ha szűkebb konfidencia intervallumot akarunk elérni, akkor vagy a statisztikai mintaszámot kell megnövelni, vagy a konfidencia szintet kell lecsökkenteni. Nehéz feladat az optimális konfidencia szint megválasztása, mert a *pontosság* és a *megbízhatóság* között kell a helyes egyensúlyt megtalálni. Nagyobb pontosságra törekedve csökken a megbízhatóság, ha viszont beérjük kisebb pontossággal, úgy megnő az eredmény megbízhatósága. Tapasztalataim szerint a geológus számára e két tényező közül a megbízhatóság a fontosabb, mert a populáció-paraméterek téves becslése súlyosabb földtani hibát okoz, mint ha szélesebb a konfidencia intervallumunk. Ezért intervallumbecslések esetében is általában 95%-os konfidencia szintet tartok legcélszerűbbnek. Nagy biztonságot igénylő döntések esetében még 98, ill. 99%-os konfidencia szint is indokolt lehet. Egy másik előny az, hogy magas konfidencia szintek alkalmazása megakadályozza a statisztikai eredmények túlértékelését [SCHIFFELBEIN 1987].

Különös fontossága van az intervallumbecslésnek a *készletszámításoknál*. Statisztikailag teljesen helytelen az a hazai gyakorlat, hogy a készletek mennyiségét és a minőség átlagértékeit egyetlen számmal adják meg, hiszen *pontbecsléssel* csak a statisztikai minta átlaga és szórása határozható meg. *Amennyiben a statisztikai*

minta alapján az egész telepre kívánunk következtetni, úgy intervallumbecslést kell alkalmazni. Tehát a helyes eljárás az, ha a készletszámítás eredményeit konfidencia intervallum formájában adjuk meg. A konfidencia szint megválasztása a földtani szempontokon túlmenően gazdasági szempontoktól is függ, pl. a bányászati kockázat nagyságától stb. További speciális készletszámítási probléma az ún. *számbavételi határ* (cut-off value) helyes megválasztása. Ilyenkor egyoldalas konfidencia szinttel dolgozunk, melynek megválasztásában a földtani szempontokon túl az elérhető haszon nagysága és kockázata a döntő mérlegelési szempont.

c) *Két képződmény paramétereinek összehasonlítása* gyakori földtani feladat. A kérdés itt az, hogy a két átlag, vagy a két szórás között észlelhető eltérést miként értelmezzük: csak véletlen ingadozásról van szó, vagy az eltérések statisztikailag szignifikánsak. Az utóbbi esetben a két képződmény megkülönböztetése statisztikailag is indokolt. E feladatnál is rendkívül fontos a konfidencia szint helyes megválasztása. Tapasztalataim szerint ebben az esetben is földtanilag fontosabb a megbízhatóság, mint a pontosság.

Két változékonyság összehasonlítása statisztikailag bonyolultabb feladat, mint ha átlagokat hasonlítunk össze. Szignifikánsan eltérő változékonyság figyelembe vétele mind az ásványinyersanyag-kutatásban, mind a bányászatban igen fontos, hiszen ez a tulajdonság mind a kutatás sűrűségét, mind a kitermelést és a bányatermék homogenizálásának kivitelezését befolyásolja.

Végül fel kell hívnom a figyelmet arra, hogy a konfidencia intervallumok igen érzékenyek a statisztikai minta eloszlásainak aszimmetriájára. E nehézség legyőzésére a statisztikusok több robusztus módszert dolgoztak ki, melyek közül a *zsebkés módszer* (jackknife) látszik a leghatékonyabbnak [MILLER 1974, EFRON 1982].

5.4.2. Térbeli előrejelzések (spatial predictions)

Számos földtani feladat megoldásához térbeli kiértékelés szükséges. A MATHERON [1963, 1971] által kidolgozott „regionalizált valószínűségi változók elmélete” szolgáltatta a probléma megoldásának elméleti matematikai alapját. Folytonos térbeli függvényeket alkalmazott, amelyekkel le lehet írni az egyes változók térbeli eloszlását. E függvényeknek két lényeges saját-sága van: minden egyes térbeli pontra egyetlen realizáció kerül, továbbá azok a megfigyelések, melyek az ún. hatástávolságnál közelebb vannak egymáshoz, autokorreláltak.

Az elmúlt évtizedek során több térbeli előrejelző módszert dolgoztak ki. Közülük a legfontosabbak a következők:

1. Sztochasztikus módszerek
 - 1.1. Krigelés
 - 1.2. Markov-féle véletlen mező predikció
 - 1.3. Bayes-féle nemparaméteres simítás
 - 1.4. Legkisebb négyzetes predikció és kollokáció
 - 1.5. Objektív analízis
 - 1.6. Spektrális interpoláció
2. Determinisztikus módszerek
 - 2.1. A centrális tendencia globális mutatói
 - 2.2. Mozgó átlagolások
 - 2.3. Távolság-inverz súlyozott átlagolások
 - 2.4. Delauney-háromszögelések
 - 2.5. Természetes szomszéd interpoláció
 - 2.6. Laplace-simítás splinek segítségével
 - 2.7. Multinégyszetes-biharmonikus interpoláció.

A sztochasztikus módszerek abból a feltevésből indulnak ki, hogy az adott megfigyelési pontokon át végtelen sok valószínűségi függvény vehető fel. Ezek közül kell a földtanilag legvalószínűbbet kikeresni. Ezért első lépésben egy térbeli modellt számítanak ki az összes ismert térbeli megfigyelési pontra, majd második lépésben tetszőleges térbeli helyekre készítenek becslést (predikciót). Ezt a statisztikai megközelítést *inverz elméletnek* is nevezik [HERZFELD 1996].

Figyelemre méltó, hogy a fenti sztochasztikus módszerek a földtudományok más és más tudományterületein honosodtak meg. Így a krigelést elsősorban az ásványinyersanyag-kutatásban és a bányászatban használják. A legkisebb négyzetes predikció és kollokáció a geodéziában nyert alkalmazást, a spektrális interpolációt a geofizika egyes területein alkalmazzák, míg az objektív analízis a meteorológiában és az oceanográfiában honosodott meg. Ennek a szétkülönülésnek inkább személyi, mint szakmai okai vannak. Véleményem szerint e módszerek jól kiegészítik egymást, tehát célszerű lenne őket a földtanban is kipróbálni. Az elmúlt években több összehasonlító vizsgálat is készült a fenti módszerekről. CRESSIE [1993] a krigelést találta a leghatékonyabbnak. A krigelésen belül több eljárást is kidolgoztak a statisztikusok speciális feladatok megoldására. A fontosabbak a következők:

1. Universal kriging [MATHERON 1969]
2. Kriging with intrinsic random functions [MATHERON 1973]
3. Disjunctive kriging [MATHERON 1976]
4. Multi-Gaussian kriging [VARLY 1983]

5. Interval kriging [DIAMOND 1988]
6. Soft kriging [JOURNAL, HUIJBREGTS 1989]
7. Bayesian kriging [OMRE 1987, CHRISTAKOS 1990]
8. Indicator kriging [JOURNAL, POSA 1990]
9. Fuzzy kriging [BÁRDOSSY, DUCKSTEIN 1995].
10. Multivariate kriging [WACKERNAGEL 1995].

Ezek részletesebb ismertetésére hely hiányában nincs lehetőség. A különböző krigelési eljárások nagy előnye, hogy nemcsak térbeli pontokra, hanem különböző alakú és méretű tömbökre is készíthető velük becslés (point kriging, block kriging), továbbá az, hogy a becslés hibáját is ki lehet számítani (kriging standard deviation). Ez a lehetőség elsősorban a készletszámítások számára rendkívül fontos. Igen nagy előnye végül a krigelésnek, hogy a krigelési modell helyességét ún. *keresztellenőrzéssel* (cross validation) ellenőrizni lehet.

A térbeli előrejelzések determinisztikus módszereit mint geológus nem tudom maradéktalanul elfogadni, mert ezek önkényesen felvett általános modellekkel dolgoznak és nem veszik figyelembe az adott képződmény helyi sajátosságait. Csak első közelítésként használhatók.

Az elmúlt évtizedekben a térbeli előrejelzések területén a legnagyobb előrehaladást a térbeli *szimulációkkal* sikerült elérni [DOWD 1992]. A két évtizeddel ezelőtt bevezetett ún. forgó szalag (turning band) módszereket a különböző *szekvenciális módszerek* váltották fel, pl. szekvenciális Gauss-szimuláció, szekvenciális indikátor szimuláció. E módszerek nagy előnye, hogy a leképezett felületek tényleges változékonyságát veszik figyelembe a krigeléssel szemben, amely egy elsimitott felületként értelmezhető. A szimulációs módszerek elsősorban a szénhidrogén-kutatásban nyertek alkalmazást [JOURNAL, ALABERT 1980].

Végül szeretném hangsúlyozni, hogy a variogramok segítségével kapott *hatástávolságok* nemcsak a krigeléshez használhatók fel, de önmagukban is igen fontos földtani információkat hordoznak. Következtetni lehet belőlük egyes tulajdonságok és folyamatok térbeli hatásának méreteire. Ez különösen akkor hasznos, ha a hatástávolságok a tér különböző irányában eltérő hosszúságúak (anizotropia). Közvetlen gyakorlati jelentőségük pedig abban van, hogy megfigyelési pontok, pl. fúrások között interpolálni csak hatástávolságon belül lehet és bármely extrapoláció is csak a hatástávolságon belül érvényes. Sajnos gyakran találkozhatunk olyan földtani térképekkel és szelvényekkel, melyek a hatástávolságokat teljesen figyelmen kívül hagyták. Az ilyen térképek és szelvények számos részlete ezért üres formalizmus. Még rosszabb, hogy egyes geológusok azt tételezik fel, hogy térbeli

extrapolációval, ill. interpolációval új megfigyelési pontokat hoztak létre, sőt ezeket a pontokat további becslésekre használják fel.

5.4.3. Szekvenciális megfigyelések

A szekvenciális analízis a földtani kutatás számára megkülönböztetett fontosságú. Két fő típusát különböztetjük meg: a térbeli sorokat és az idősorokat (time trend analysis). Az egyik leggyakoribb gyakorlati felhasználás a *rétegtani korreláció*, amikor két vagy több térbeli sorozatot hasonlítanak össze rétegtani azonosítás céljából. Idősorokat elsősorban a hidrogeológiában használnak. Hely hiányában kizárólag az üledékföldtanban sikerrel alkalmazott *Markov-folyamatok* módszeréről szólok. A módszer azt használja ki, hogy a Markov-folyamatok determinisztikus és sztochasztikus tulajdonságokkal egyaránt rendelkeznek. Az ún. *Markov-láncok* (Markov chains) kiszámításával az egymásra következő rétegek átmeneteiről, azok gyakoriságáról nyerünk áttekintést. A módszerrel üledék összetek belső felépítésének rejtett szabályszerűségeit deríthetjük fel [DAVIS 1986].

6. A számítások eredményeinek földtani kiértékelése

Egy földtani képződmény adatainak geomatematikai feldolgozása nem vezet szükségszerűen új földtani felismerésekhez. Gyakran a fő eredmény csak annyi, hogy belső ellentmondásokra derül fény, melyeket az eddigi földtani modellel nem lehet megmagyarázni. Tehát a geomatematikai feldolgozás eddigi földtani képünk újragondolását teszi szükségessé. Valljuk be, hogy számos esetben földtani-genetikai elméleteink valójában csak vázlatos elképzelések, melyek inkább ösztönös megérzésre, mint tényekre alapulnak. A geomatematikai feldolgozások éppen azt az objektivitást szolgáltatják, amelyek segítségével téves genetikai következtetések elkerülhetők, továbbá olyan összefüggésekre deríthető fény, amelyek eddig a földtani értékelés számára rejtve maradtak [KOCH, LINK 1970, 1971].

A számítási eredményeket sem alá-, sem túlbecsülni nem szabad. Ezért helytelen a geomatematikai eredmények egyszerű elvetése, ha azok ellentmondásban vannak eddigi földtani elképzeléseinkkel. Helyette más irányú matematikai megközelítéseket kell kipróbálni és felül kell vizsgálni földtani ismereteinket az adott képződményről. A másik hiba a túlértékelés. Ennek egyik formája az, hogy a numerikus eredményeket az indokoltnál

nagyobb számú tizedesre adják meg. Pl. ha egy hatástávolságot méteres pontossággal tudunk meghatározni, teljesen helytelen azt a számítógéppel öt tizedesig kiszámoltatni. Sajnos mind a geológusok, mind a matematikusok szívesen túlértékelik eredményeik pontosságát, ha táblázatokban vagy diagramokban kell közölni azokat, mert a nagyobb pontosságban tudásuk bizonyítékát látják. A túlértékelt pontosság számos esetben a felhasználót súlyos következményekkel járó döntésekre készítheti. Különösen a környezetföldtan és a környezetvédelem az, ahol a túlértékelt pontosság veszélyes következményekkel járhat. Ilyen a radioaktív hulladékok tárolóinak kiválasztásánál az ún. *elérési idők* (a radioizotópok visszatérésének időtartama a bioszférába) kiszámításának tényleges pontossága.

7. Záró következtetések

Az előzőkben áttekintett, főként statisztikai alkalmazások mellett még számos más matematikai módszert alkalmaznak a földtani kutatásban. Ezek megvitatása túllépte volna e tanulmány kereteit. E helyett néhány általános tapasztalatot és javaslatot foglalom össze:

A geomatematikai szakirodalomban túl sok a módszertani ismertetés és vita. Ezekhez képest nagyon kevés az alkalmazások során nyert tapasztalatok bemutatása. A matematikusok részéről nagyobb érdeklődésre lenne szükség a földtani jelenségek és folyamatok jobb megértéséhez. A geológusoknak pedig nagyobb erőfeszítéseket kellene tenni a földtanban alkalmazható matematikai módszerek elsajátítására. Ezenfelül nagyobb figyelemre és következetességre lenne szükség a matematikai szabályok és követelmények betartásánál.

Mindkét oldalnak be kellene látnia, hogy egymásra vagyunk utalva. Még világviszonylatban sincsenek olyan szakemberek, akik mind a földtant, mind a matematikát teljes mélységig ismernék és az alkalmazásokat át tudnák tekinteni. További nehézséget jelent a földtani és a matematikai gondolkodás és szemlélet alapvetően eltérő volta, amit talán a legnehezebb áthidalni. Dolgozatom egyik célja éppen e problémák bemutatása volt. Egyedüli megoldás a szoros együttműködés, egymás ismereteinek figyelembevétele és a folytonos továbbtanulás lehet. Geológusokról és matematikusokról szoltam, de véleményem szerint mindezek a földtudományok többi tudományterületére is érvényesek.

HIVATKOZÁSOK

- AGTERBERG F. P. 1974: *Geomathematics: Mathematical Background and Geoscience Applications*. Elsevier, Amsterdam, 596 p.
- AITCHISON J. 1981: A New Approach to Null Correlations of Proportions. *Mathematical Geology* **13**, 175-190
- AITCHISON J. 1986: *The Statistical Analysis of Compositional Data*. John Wiley and Sons, New York, 416 p.
- AITCHISON J. 1989: Measures of Location of Compositional Data Sets. *Mathematical Geology* **21**, 787-790
- BARCELO C., PAWLOWSKY V., GRUNSKY E. 1996: Some Aspects of Transformations of Compositional Data and the Identification of Outliers. *Mathematical Geology* **28**, 501-518
- BARDOSSY A., DUCKSTEIN L. 1995: *Fuzzy Rule-Based Modeling with Applications to Geophysical, Biological and Engineering Systems*. CRC Press, Boca Raton, New York, London, 232 p.
- BARDOSSY A., KUNDZEWITZ Z. W. 1990: Geostatistical Methods for Detection of Outliers in Groundwater Quality Spatial Fields. *Journ. Hydrol.* **115**, 343-359
- BARDOSSY Gy. 1995: The Use of Geomathematics and Computerisation in Scientific Bauxite Research and Bauxite Exploration. *Trav. ICSOBA*. Zagreb, **22**, 15-26
- BARDOSSY Gy., Ó. KOVÁCS L. 1995: A Multivariate Statistical and Geostatistical Study on the Geochemistry of Allochthonous Karst Bauxite Deposits in Hungary. *Nonrenew. Resources* **4**, 138-153
- BARNETT V., LEWIS T. 1994: *Outliers in Statistical Data* (3rd ed.). John Wiley and Sons, Chichester, 584 p.
- BUTLER J. C. 1979: Trends in Ternary Petrologic Variation Diagrams — Fact or Fantasy? *Amer. Miner.* **64**, 1115-1121
- CHAYES F. 1960: On Correlations between Variables of Constant Sum. *Journ. Geophys. Res.* **65**, 4185-4193
- CHAYES F. 1971: *Ratio Correlation. A Manual for Students of Petrology and Geochemistry*. Univ. Chicago Press, Chicago, 99 p.
- CHAYES F., KRUSKAL W. 1966: An Approximate Statistical Test for Correlations between Proportions. *Journ. Geol.* **74**, 692-702

- CHEENEY R. F. 1983: *Statistical Methods in Geology for Field and Laboratory Decisions*. George Allen and Unwin, London, 169 p.
- CHRISTAKOS G. 1990: A Bayesian/maximum Entropy View of Spatial Estimation Problems. *Mathematical Geology* **22**, 763-778
- CRESSIE N. A. C. 1993: *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, New York, 900 p.
- DAVIS J. C. 1986: *Statistics and Data Analysis in Geology* (2nd ed.). John Wiley and Sons, New York, 646 p.
- DIAMOND P. 1988: Interval-valued Random Functions and the Kriging of Intervals. *Mathematical Geology* **20**, 145-166
- DOWD P. A. 1992: A Review of Recent Developments in Geostatistics. *Comp. Geosci.* **17**, 1481-1500
- EFRON B. 1982: The Jackknife, Bootstrap and Other Resampling Plans. *Soc. Ind. Appl. Math.* Philadelphia, 92 p.
- HARREL J. A. 1987: The Analysis of Bivariate Association. *In: W. B. SIZE (Ed.)*, Use and Abuse of Statistical Methods in Earth Sciences. Oxford Univ. Press, New York, Oxford, 142-146
- HERZFELD U. C. 1996: Inverse Theory in the Earth Sciences — an Introductory Overview with Emphasis on Gandin's Method of Optimum Interpolation. *Mathematical Geology* **28**, 137-160
- JOURNAL A. G. 1982: The Indicator Approach to Estimation of Spatial Distributions. *Proc. 17th APCOM Symp.*, New York, 793-806
- JOURNAL A. G., ALABERT F. 1980: New Method for Reservoir Mapping. *Journ. Petrology Techn.* **42**, 212-218
- JOURNAL A. G., HUIJBREGTS C. 1989: *Mining Geostatistics* (2nd ed.). Academic Press, London, 600 p.
- JOURNAL A. G., ISAAKS E. H. 1984: Conditional Indicator Simulation: Application to a Saskatchewan Uranium Deposit. *Mathematical Geology* **16**, 685-718
- JOURNAL A. G., POSA 1990: Characteristic Behaviour and Order Relations for Indicator Variograms. *Mathematical Geology* **22**, 1011-1026
- KOCH G. S., LINK R. F. 1970: *Statistical Analysis of Geological Data*. John Wiley and Sons, New York, Vol. I, 375 p.
- KOCH G. S., LINK R. F. 1971: *Statistical Analysis of Geological Data*. John Wiley and Sons, New York, Vol. II, 438 p.
- KRUMBEIN W. C. 1960: Some Problems in Applying Statistics to Geology. *Appl. Statistics* **9**, 82-91
- KRUMBEIN W. C., GRAYBILL F. A. 1965: *An Introduction to Statistical Models in Geology*. McGraw-Hill, New York, 475 p.
- KUNDZEWITZ Z. W., BARDOSSY A., PLATE E. J., GRIMM-STRELE J. 1989: Plausibility Analysis of Structural Groundwater Quality Data. *In: H. E. KOBUS, W. KINZELBACH (Eds.)*, Contaminant Transport in Groundwater. Balkema, Rotterdam, 27-32
- LE MAITRE R. W. 1982: *Numerical Petrology*. Elsevier, Amsterdam, 281 p.
- MANN C. J. 1987: Misuses of Linear Regression in Earth Sciences. *In: W. B. SIZE (Ed.)*, Use and Abuse of Statistical Methods in Earth Sciences. Oxford Univ. Press, New York, Oxford, 74-106
- MARSAL D. 1987: *Statistics for Geoscientists*. Pergamon Press, Oxford, New York, 176 p.
- MATHERON G. 1963: Principles of Geostatistics. *Econ. Geol.* **58**, 1246-1266
- MATHERON G. 1969: Le krigeage universel. *Cah. Centre Morph. Math. Fontainebleau*, 1
- MATHERON G. 1971: The Theory of Regionalized Variables and its Applications. *Cah. Centre Morph. Math. Fontainebleau* **5**, 211 p.
- MATHERON G. 1973: The Intrinsic Random Functions and their Applications. *Advances in Applied Probability* **5**, 439-468
- MATHERON G. 1976: A Simple Substitute for Conditional Expectation: the Disjunctive Kriging. *In: M. GUARASCIO et al. (Eds.)*, Advanced Geostatistics in the Mining Industry. Dordrecht, D. Reidel, 221-236
- MILLER R. G. 1974: The Jackknife Review. *Biometrika* **61**, 1-17
- NISHIWAKI N. 1979: Simulation of Bed-Thickness Distribution Based on Waiting Time in the Poisson Process. *In: GILL, MERRIAM (Eds.)*, Geomathematical and Petrophysical Studies in Sedimentology. Pergamon Press, Oxford, 17-32
- OLEA R. A. 1984: Sampling Design Optimization for Spatial Functions. *Mathematical Geology* **16**, 369-392
- OMRE H. 1987: Bayesian Kriging: Merging Observations and Qualified Guesses. *Mathematical Geology* **19**, 25-40

- RAYENS W. S., SRINIVASAN C. 1991: Box-Cox Transformations in the Analysis of Compositional Data. *Journ. Chemometrics* **5**, 227-239
- ROCK N. M. S. 1988: *Numerical Geology*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 427 p.
- ROCK N. M. S. 1989: Reply to AITCHISON. *Mathematical Geology* **21**, 791-793
- SAMMON J. W. 1969: A Non Linear Mapping for Data Structure Analysis. *I.E.E.T. Trans.*, 401-409
- SCHIFFELBEIN P. 1987: Calculation of Confidence Limits for Geologic Measurements. *In: W. B. SIZE (Ed.), Use and Abuse of Statistical Methods in the Earth Sciences*. Oxford Univ. Press, Oxford, New York, 21-32
- SIZE W. B. 1987: Use of Representative Samples and Sampling Plans in Describing Geologic Variability and Trends. *In: W. B. SIZE (Ed.), Use and Abuse of Statistical Methods in the Earth Sciences*. Oxford Univ. Press, Oxford, New York, 3-20
- STEINER F. 1990: *A geostatisztika alapjai*. Tankönyvkiadó, Budapest, 363 p.
- TILL R. 1974: *Statistical Methods for the Earth Scientist*. MacMillan, London, 154 p.
- VERLY G. 1983: The Multigaussian Approach and Its Applications to the Estimation of Local Reserves. *Journal of the Int. Assoc. for Mathematical Geology* **15**, 259-285
- WACKERNAGEL H. 1995: *Multivariate Geostatistics*. Springer Verlag, Berlin, 256 p.
- WELLMER F. W. 1989: *Rechnen für Lagerstättenkundler und Rohstoffwirtschaftler*. Claus-thaler Tektonische Hefte **26**, 462 p.
- WHITTEN E. H. T. 1995: Open and Closed Compositional Data in Petrology. *Mathematical Geology* **27**, 789-806
- WORONOW A., BUTLER J. C. 1985: Complete Subcomposition Independence Testing of Closed Arrays. *Comp. Geosci.* **12**, 267-279

A nehézségi erő vertikális gradiense helyi értékének meghatározása és szerepe a nehézségi mérések pontosságában¹

CSAPÓ GÉZA²

Az elmúlt években nagy jelentőségű fejlődés következett be a gravimetria terén annak következtében, hogy világszerte elterjedtek az abszolút graviméterek (jelenleg mintegy 25 berendezést alkalmaznak különböző feladatokhoz), amelyek meghatározási pontossága ma már 3–4 μGal és az eredmények fizikai mértékegységben (ms^{-2}) adódnak. Velük nagy területekre vonatkozóan is gazdaságosan valósíthatók meg egységes gravimetriai alaphálózatok. A 90-es évek politikai változásai Kelet-Európában lehetővé tették egy kontinentális méretű egységes gravimetriai hálózat (UEGN) létrehozását, amelynek referenciaszintjét az abszolút graviméterekkel mért állomások biztosítják. Ezen főpontok között a hálózat sűrítését LCR gyártmányú relatív graviméter csoportokkal végzik. A megnövekedett mérési pontosság és a homogén megbízhatóságra való törekvés szükségessé tette annak vizsgálatát, hogy a mérések magassági redukciójának számításához általánosan használt, ún. „normálérték” (0,3086 mGal/m) összhangban van-e az említett néhány μGal -os mérési pontossággal. A dolgozatban az ez irányú magyarországi mérések eredményeit ismerteti a szerző. Bemutatja, hogy nagy pontosságot igénylő relatív nehézségmérések esetén (hitelesítő alapvonalak, mikrogravimetriai mérések stb.) szükséges a nehézségi erő helyi vertikális gradiensének ismerete, mert enélkül az átlagos magassági korrekcióval számított relatív nehézségi térrősség értékeket a meghatározási megbízhatóságot elérő vagy meghaladó szabályos hibák terhelhetik.

Az abszolút graviméterekkel — az adott műszerhez tartozó referenciamagasságra — meghatározott nehézséggyorsulási értéket ugyancsak relatív műszerekkel végzett mérésekkel vezetik le a földfelszínen elhelyezett magassági pontjelre. A szerző tapasztalatai szerint ezen levezetések reális pontossága — abban a gyakorlatban sokszor előforduló esetben, amikor a vertikális gradiens helyi értékét egy-két graviméterrel csupán egy mérési sorozattal határozzák meg — nem éri el a szükséges ± 10 – 20 E értéket.

G. Csapó: The determination of the vertical gradient of gravity and its role in the accuracy of gravimeter measurements

In the last decade significant development was experienced in gravimetry due to the world wide use of absolute gravimeters (at present about 25 equipment are in practice). Their accuracy is 3–4 μGal and the results are obtained directly in SI (ms^{-2}) units. With the application of absolute gravimeters standardised gravity networks for large regions can be established economically. The political changes of the 1990-ies in Eastern Europe made it possible to establish a continental size unified gravity network (UEGN). The gravity datum of the network is based on absolute stations. The densification of the network between the absolute points is carried out with LCR gravimeters. The increased accuracy of the measurements made it necessary to investigate the effect of the applied normal vertical gradient (0.3086 mGal/m) for elevation reductions. The author presents the results of his investigations on this field. High precision gravity measurements (calibration lines, microgravimetric measurements) require the determination of the actual vertical gradient because the application of the normal value of it would lead to errors higher than the accuracy of the measurement. The gravity value measured with absolute gravimeters refers to a certain height (depending on the type of instrument) above the ground level. The obtained gravity value is reduced to the bench mark of the station with relative gravimeter measurements. According to the experiences of the author the accuracy of this reduction — when the vertical gradient is measured with 1 or 2 gravimeters in one observation series only — does not reach the necessary ± 10 – 20 E units.

1. Bevezetés

Mind az abszolút graviméterekkel meghatározott nehézséggyorsulási értéket, mind a relatív graviméterekkel mért nehézségi térrősség különbséget a

mérési pontok földfelszínen állandósított pontjeleire vonatkoztatjuk. Miután a méréseket — a műszerek felépítése miatt — nem lehet közvetlenül a pontjel magasságában végezni, ezért az eredmények minden esetben a pontjel fölötti valamilyen (mérhető) magasságra, az ún. referenciaszintre vonatkoznak. A referenciaszintre vonatkozó eredményeket azután megfelelő korrekcióval (a szakirodalomban

¹ Beérkezett: 1997. május 13-án

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

szabadlevegő-redukciónak, vagy bevezetőjéről Faye-redukciónak nevezik) vezetjük le a pontjelre.

2. Alapelvek

Néhány feltételezéssel élve (a tengerszintnek megfelelő szintfelület $R_0 = 6371$ km sugarú, homogén tömegeloszlású gömb) a nehézségi gyorsulás a tengerszinten:

$$g_0 = k^2 M/R_0^2$$

illetve a tengerszint feletti h magasságban:

$$g = k^2 M/(R_0 + h)^2$$

összefüggéssel adható meg. Ebben az esetben — az $1/(R + h)^2$ kifejezés sorba fejteése után — a redukció (Δg_m) értéke:

$$\Delta g_m = g_0 - g = k^2 M/R_0^2 (2h/R_0 - 3h^2/R_0^2 + \dots)$$

Miután h értéke kicsi R_0 -hoz képest, további egyszerűsítéssel:

$$\Delta g_m = +0,3086 \text{ mGal/m}^\circ$$

Azokban az esetekben, amikor a relatív nehézségi térerősség mérések (továbbiakban: nehézségmérések) eredményétől megkívánt pontosság néhány tized, vagy század mGal, ezzel az átlagos értékkel lehet számolni.

Az elmúlt évtizedben a nehézségi gyorsulás meghatározására szolgáló ún. abszolút graviméterek újabb generációs csoportjának (az amerikai gyártmányú AXIS-F5 graviméterek) mérési pontossága eléri a 3–4 μGal értéket [MARSON et al. 1995]. A legkorszerűbb relatív graviméterek (LCR, Scintrex CG3M) legutóbbi fejlesztései (elektronikus libellák, kettős termosztát és feedback elektronika alkalmazása) eredményeképpen laboratóriumi körülmények között ezekkel a műszerekkel is hasonló pontosság érhető el.

A sorozatban gyártott AXIS graviméterek és a nemzetközi együttműködés kiszélesedése lehetővé tette, hogy Európa számos országában a gravimetriai alaphálózatok méretarányát abszolút állomások rendszerével biztosítsák. Ezen hálózatok összekapcsolásával [BOEDECKER et al. 1995] mód nyílik (egyéb tudományos és gazdasági célok mellett) összefüggő, nagy területekre kiterjedő egységes geofizikai térképek szerkesztésére.

A megnövekedett mérési pontosság miatt a nehézséggyorsulási értékeknek a referenciaszintről a pontjelre történő levezetéséhez már nem nyújt elegendő pontosságot a magassági korrekció

0,3086 mGal/m értéke, ezért azt minden abszolút állomáson mérésrel kell meghatározni [CSAPÓ 1987]. Ugyancsak pontosabb korrekcióra van szükség, ha az említett relatív graviméterekkel végzett munkáknál a mérések eredményétől a lehető legnagyobb megbízhatóságot várjuk el (hitelesítő alapvonalak létesítése, laboratóriumi, vagy más néven mikrogravimetriai mérések).

A nehézségi erő vertikális irányú, egységnyi távolságra vonatkoztatott változásának nagysága a nehézségi vektor vertikális összetevőjének helyi gradiensevel jellemezhető. Tekintettel arra, hogy Eötvös-ingával a nehézségi erő vertikális gradiense nem határozható meg, ezért annak közelítő értékét vagy e célra szerkesztett műszerekkel (vertikális gradiométer), vagy relatív graviméterekkel, térerősség-különbség mérésekkel határozzák meg.

Ezeknél a méréseknél a vertikális gradienst úgy értelmezzük, hogy az egy földfelszíni pont függőlegesen egymás fölött 1 méter magasságkülönbségű két pont közötti nehézségi térerősség-különbség (a továbbiakban: VG), amely értéket a két pont felezőpontjának magasságához tartozónak tekintünk. A vonatkoztatás azért lényeges, mert tapasztalat szerint VG nagysága változik az adott pont függőlegesének különböző szakaszain és a kapcsolat nem is lineáris. Az abszolút gravimétereknél a referenciaszint egy mérési sorozaton belül is változik, ezért a magassági korrekciót mindig az adott ejtéshez (drop) tartozó magasságra vonatkozóan kell alkalmazni [CHARLES, HIPKIN 1995]. Tovább bonyolítja a problémát az a tény, hogy a laboratóriumokban (ahol az abszolút méréseket végzik) az észlelőpillér, illetve az ahhoz közeli tömegek a gravitációs erőter kisebb-nagyobb inhomogenitását okozzák [SZAGITOV 1984]. Ezen hatások figyelembevételének módjára — példaként — a potsdami Központi Földfizikai Intézetben elvégzett számításokra hívom fel a figyelmet [ELSTNER et al. 1986].

A gradiométerekkel történő közvetlen meghatározás eddig nem igazán váltotta be azt a várakozást, hogy e műszerekkel a vertikális gradienst a horizontális gradiensekéhez hasonló pontossággal lehessen meghatározni. Ennek a törekvésnek elsősorban műszerteknikai korlátok szabnak gátat [YUZEPOVICH, OGORODOVA 1980]. A gyakorlatban ezért a VG relatív graviméterekkel történő meghatározása terjedt el.

A következőkben az országos hitelesítő alapvonal pontjain, a budapesti Mátyás-barlangban telepített horizontális mikrobázison, valamint a magyarországi abszolút állomásokon végzett VG méréseink eredményeit ismertetjük abból a célból, hogy egyrészt megmutassuk a VG értékek térbeli eltéréseinek lehetséges nagyságát az átlagos értéktől, másrészt

* $1 \text{ mGal} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$, $1 \mu\text{Gal} = 1 \cdot 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$

azért, hogy képet adjunk a különböző környezeti feltételek mellett végzett *VG* mérésekkel gazdaságosan elérhető megbízhatóságról, végül azért, hogy kimutassuk, milyen *hibát* okozhat a nehézségi térerősség-különbség méréseknél a *VG* pontatlan ismerete.

3. A *VG* mérések kivitelezése és az észlelések feldolgozási módszere

A méréseket hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján mind az épületekben telepített abszolút állomásokon, mind a terepi pontokon egységes elvek szerint végezzük [CSAPÓ 1997]. Az adott ponton egy függőlegesben két műszerállványt állítunk fel: a felső szintet (*PF*) egy 110 cm, az alsót (*PA*) egy 6 cm magas speciális műszerállvány fejtetének felső síkja jelöli ki. Az állványokra a graviméter kényszerközpontosan állítható fel, a maximális lineáris külpontosság 10 mm. Mindkét ponton 3–3 észlelést végzünk sorozatonként:

$$PA - PF - PA - PF - PA - PF$$

Az egyes sorozatokban ily módon 5 (egy mástól nem független) Δg érték képződik, ezek korrekciókkal javított és 1000 mm magasságkülönbségre interpolált számtani átlaga a sorozatból nyert *VG* értéke eötvös egységben (1 E = 0,1 $\mu\text{Gal/m}$). Az egyes pontok mérésénél úgy választjuk meg a mérési sorozatokat, illetve graviméterek számát, hogy a *VG* megbízhatósá-

ga terepen legalább 30 E, épületekben legalább 20 E legyen. Az észlelési eredményeket egységes programmal dolgozzuk fel légnyomás (DIN 5450/1968), földi árapály, valamint műszerjárás miatti korrekció alkalmazásával.

4. A mérési eredmények ismertetése

4.1. Az országos gravimetriai hitelesítő vonalon végzett *VG* mérések

A hitelesítő vonal pontjait betontömbbel és magassági jellel, általában templomkertekben (a templomtól néhány méterre), vagy repülőtereken állandósítottuk. A gravimétercsoportot, közvetlenül a mérési sorozat megkezdése előtt, gépkocsival szállítottuk a pontokra, és a napi műszervizgálatok elvégzése után kezdtük az észleléseket — minden alkalmazott graviméterrel teljes sorozatot mérve egymás után. A műszereket vagy állvány nélkül, vagy 60 mm magas, ún. „fix” műszerláb közbeiktatásával állítottuk a pontjel fölé. A műszercsoportot valamennyi pont méréséhez az ELGI LCR-G típusú gravimétereiből válogattuk (No.: 220, 821, 963, 1919). Egy-egy sorozat lemerésének időszükséglete általában 60–70 perc. A *VG* mérések eredményeit az 1. táblázatban összesítettem, a 2. táblázatban pedig — példaként — Pécs hitelesítő alappontunkra vonatkozóan az összes mérési eredményt tüntettem fel.

Pont neve	Helye	<i>H</i> (m)	n_S	n_{GR}	<i>VG</i> (E)	m_i (E)	m_x (E)
Pécs	repülőtér	200	8	4	3180	86	30
Mecseknádasd	templomkert	194	8	4	2960	80	28
Tolna	templomkert	100	7	4	3107	100	38
Dunaújváros	repülőtér	122	–	–			
Ercsi	templomkert	124	–	–			
Budaörs	repülőtér	126	–	–			
Mátyás-barlang	bányaudvar	201	9	3	2625	34	11
Dunakeszi	templomkert	126	6	2	3079	51	23
Rétság	templomkert	193	7	4	3028	48	18
Balassagyarmat	park	147	8	4	3208	88	31
$\Delta_{\max} = 555 \text{ E}$			Átlag:		3027	70	26

1. táblázat. A magyarországi graviméteres hitelesítő alapvonalon végzett *VG* mérések eredményei.

Jelmagyarázat: *H*—a pont tengerszint feletti magassága, n_S —mérési sorozatok száma, n_{GR} —az alkalmazott gravimétercsoportban szereplő műszerek száma, m_i —egy *VG* mérés középhibája eötvös egységben, m_x —a *VG* legvalószínűbb értékének kiegyenlítés utáni középhibája

Table 1. Results of vertical gradient (*VG*) measurements on the calibration line of Hungary. Legend: *H*—elevation above sea level, n_S —number of determinations, n_{GR} —number of gravimeters, m_i —r.m.s. error of one determination in E unit, m_x —most probable error after adjustment

n_s	LCR-220 G	LCR-821 G	LCR-963 G	LCR-1919 G
1	3193	3095	3160	3308
2	3162	3079	3138	3306
$VG_x = 3180 \text{ E} \pm 30 \text{ E}$				

2. táblázat. Pécs hitelesítő alapvonal pont VG mérési eredményei
eötvös egységben

Table 2. Results of vertical gradient measurements on the Pécs
point of calibration line

4.2. A horizontális mikrobázison végzett VG mérések

A mikrobázis 14 mérési pontját a budapesti Mátyás-barlang mesterségesen kialakított bejárati folyosóján, közvetlenül a mészkőre terített beton aljzatra telepítettük. A boltozatosra kiképzett folyosó mintegy 2,5 m széles és 2,5–4 m magas. Az egyes pontok egymástól 2–5 méter távolságban vannak, magasságuk néhány cm-re azonos. Fölöttük a sziklafal meredeken emelkedik (a 14. pont fölött mintegy 5–6 m, az 1. fölött 30–40 m vastag a kőzet). A folyosón a hőmérséklet napi változása elhanyagolható, az évszakos hőingadozás $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, az átlagos hőmérséklet $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. A mérések időszakában a gravimétereket a helyszínen tároltuk. A meredek hegyoldal okozta igen nagy horizontális gradiensek miatt (2000 – 10 000 E) a pontokat kényszerközpontos felállítást biztosító pontjelekkel állandósítottuk, ami azt jelenti, hogy a LCR graviméterek mérőtömege

pontra álláskor valamennyi vonalponton $115 \pm 5 \text{ mm}$ magasra kerül a pontjel fölé, a horizontális külpontosság pedig kisebb, mint 1 mm. A vonalpontokra számított VG értékeket a 3. táblázat tartalmazza.

4.3. A hazai abszolút állomásokon végzett VG mérések

Az abszolút graviméteres állomásokat általában időtálló műemlék létesítmények (várak, kastélyok stb.) legalsó szintjén lévő helyiségekben állandósítottuk.

A 14 állomáson meghatározott VG értéket a 4. táblázatban állítottam össze, az 1. ábrán pedig a Budapest nevű (a Mátyás-barlangban lévő geodinamikai állomáson telepített) pontunk valamennyi VG mérési eredményét tüntettem fel.

5. A mérési eredmények értékelése

Az 1. táblázat adatainak összevetéséből levonható számos következtetésből az alábbiakra szeretném felhívni a figyelmet. Látható, hogy a VG értékek (mely értékeket az itt bemutatott valamennyi esetben a földfelszín feletti 620 mm $\pm 20 \text{ mm}$ magasságra számítottuk) és a pontok földfelszíni magassága között a vizsgált tartományban nincs korrelációs kapcsolat — szemben azzal, hogy ugyanazon a ponton a különböző felszín feletti referenciamagasságok és a hozzájuk tartozó VG értékek nagysága között szoros korrelációs kapcsolat létezik (erre mutat rá CSAPÓ [1987]). Az adott négy graviméterből álló műszer csoport alkalmazása és azonos számú mérési sorozat ($n_s = 8$) esetén a legvalószínűbb érték kiegyenlítés utáni középhibája minden esetben közel azonos, mintegy 30 E.

A 2. táblázatban egy átlagos VG meghatározási eredményt részleteztem valamennyi mérés feltüntetésével. A 8 meghatározás közötti legnagyobb eltérés 229 E

A 2. táblázatban egy átlagos VG meghatározási eredményt részleteztem valamennyi mérés feltüntetésével. A 8 meghatározás közötti legnagyobb eltérés 229 E

Pont száma	n_s	n_{GR}	$VG \text{ (E)}$	$m_i \text{ (E)}$	$m_x \text{ (E)}$
1	4	2	2581	26	13
2	5	2	2591	8	3
3	3	1	2578	22	13
4	6	2	2447	38	15
5	3	1	2386	19	11
6	7	3	2556	46	18
7	4	2	2432	47	23
8	10	3	2358	46	14
9	3	1	2286	15	8
10	11	3	2356	35	10
11	6	3	2283	57	23
12	4	1	2281	28	14
13	5	2	2236	27	12
14	6	2	2102	66	27
$\Delta_{\max} = 489 \text{ E}$		Átlag:	2391	34	15

3. táblázat. A Mátyás-barlang horizontális mikrobázis pontjain végzett VG mérések
eredményei

Table 3. Results of vertical gradient measurements on the horizontal micro calibration
line in Mátyás cave, Budapest

Pont neve	Helye	n_s	n_{GR}	VG (E)	m_x (E)
Siklós	Várpince	22	11	3407	16
Budapest	Mátyás-b.	47	14	2519	7
Kőszeg	városháza	22	4	2661	24
Szerencs	borház	40	3	2968	7
Nagyvázsony	kastély	18	5	2565	12
Gyula	vár	29	2	2913	11
Szécsény	kastély	15	5	3059	18
Kenderes	kastély	12	5	2662	24
Madocsa	középület	8	4	2552	16
Iharosberény	kastély	19	6	2805	10
Öttömös	borpince	16	6	2634	10
Tarpa	iskola	15	5	2710	21
Debrecen	garázs	12	4	3075	13
Zalalövő	kultúrház	9	3	2633	12
$\Delta_{\max}=888$ E			Átlag:	2797	14

4. táblázat. A magyarországi abszolút állomásokon végzett VG mérések eredményei

Table 4. Results of vertical gradient measurements on the absolute points of Hungary

($\sim 23 \mu\text{Gal/m}$), a VG kiegyenlítésből származó legvalószínűbb értékének középhibája (VG_x) pedig 30 E ($\sim 3 \mu\text{Gal/m}$). Extrém külső körülmények között végzett méréseknél (erős szél, rezgésérzékeny mérési pontoknál nagy forgalom miatti megnövekedett vibrációs hatások stb.) az eltérések nagyobbak lehetnek, tapasztalatunk szerint m_x elérheti az 50 – 60 E értéket. Kedvező esetben viszont kevesebb mérési sorozattal is sikerülhet jobb megbízhatóságot elérni (pl. Dunakeszi, Rétság). Ugyanazon LCR graviméterrel ugyanazon a ponton ismételt végzett méréseknél az egyes mérési eredmények között csak ritkán fordulnak elő 100 E-nél nagyobb eltérések. A mérési eredmények méretaránytényezővel korrigált értékek. Miután a LCR graviméterek méretaránytényezői általában (magyarországi méréseknél eddig 12 db ilyen műszert alkalmaztak) $0,996$ – $1,005$ közötti értékek, ezért azok esetleges hibájának hatása a VG értékekre maximum 10 E. A szabályos hibák hatásának csökkentése céljából a méréseket mindig műszercsoporttal végezzük.

A relatív nehézségi térerősség méréseknél a LCR graviméterek érzékelő tömege 60 – 125 mm-rel van a pont magassági jele felett. Ebből következően a különböző pontok átlagostól eltérő VG értékeinek a nehézségi térerősség különbségek mérési eredményeiben jelentkező hatása — az 1. táblázat adataiból számítva — elérheti a $6 \mu\text{Gal}$ értéket (illetve akár ennél többet is, hiszen az országos alaphálózat más pontjain eddig nem végeztünk VG méréseket),

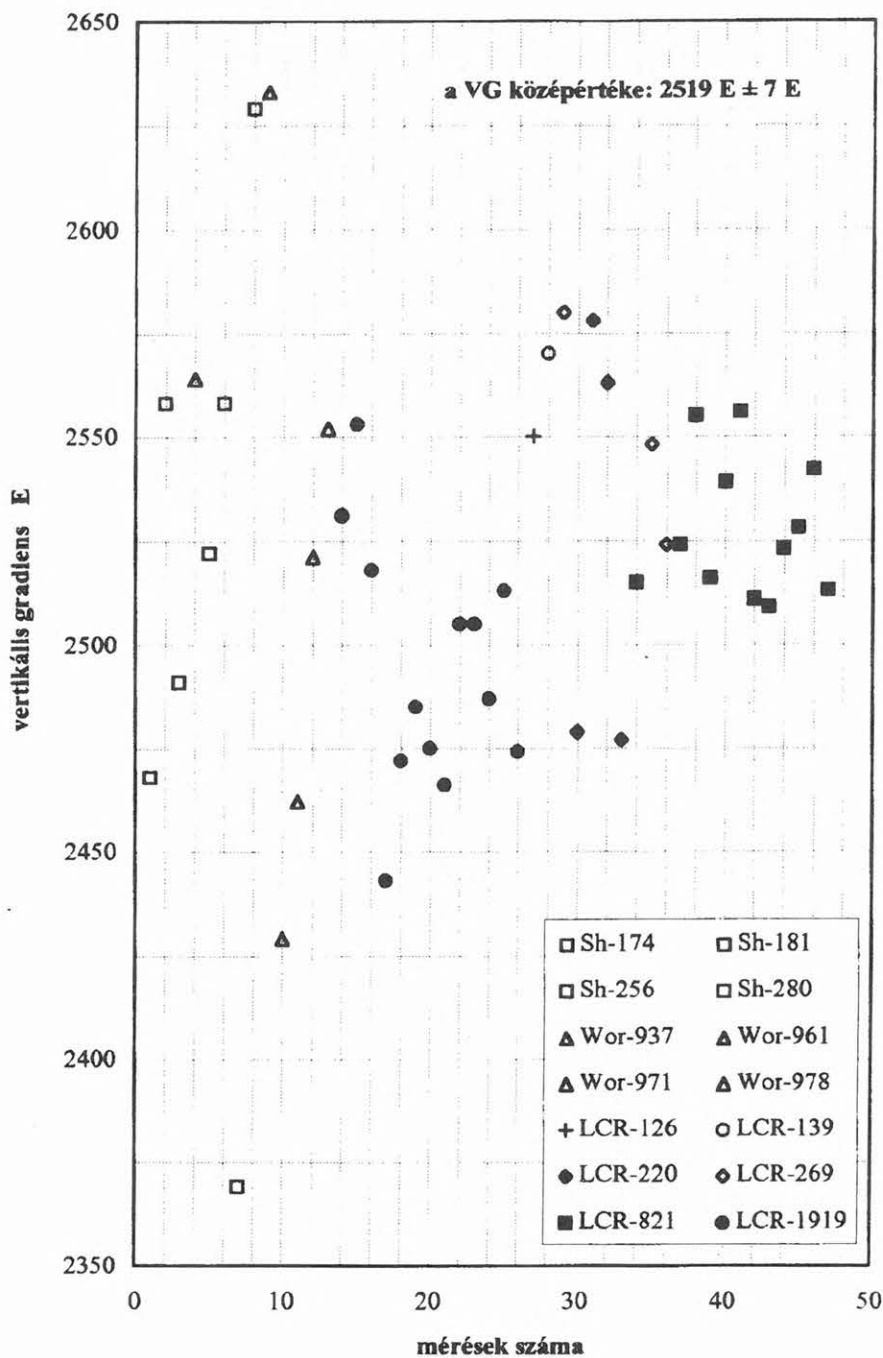
amely érték nagyobb, mint az e műszerekkel elérhető mérési megbízhatóság!

A 3. táblázat eredményei azt példázzák, hogy a környező nagy tömegek milyen hatással vannak a VG értékére. A budapesti mikrobázison jól szemléltethető a pontok feletti tömegek nagysága és a VG értékek közötti szoros korreláció. Az 1. ponttól a 14 -ig az értékek folyamatosan csökkennek mintegy 480 E

(2591 – 2102 E) értékkel és valamennyi lényegesen kisebb a földfelszíni értékeknél. (Összehasonlításképpen: az 1. táblázatban szereplő Mátyás-barlang nevű pont egy zárt katlanszerű bányaudvarban, de a szabadban van, mintegy 50 méterre a 14 . számú, már a barlangfolyosón lévő ponttól.) A teljes vonalra számítható átlagos VG érték (2391 E) mindössze 77% -a a normálértéknek. Az eltérésekből származó hatás a pontok közötti nehézségi térerősség különbség mérésénél (ha a feldolgozáshoz egységes magassági korrekciót vennék figyelembe) maximum $3 \mu\text{Gal}$ (2 . és 14 . pont között), amely érték összemérhető a LCR graviméterekkel optimális mérési feltételek esetén nyerhető mérési megbízhatósággal.

A 3. táblázatból kitűnik, hogy optimális mérési körülmények esetén (állandó hőmérséklet, kis értékű szállítási vibráció a pontok közelsége, ill. a gyalogos műszerszállítás miatt) a mikrogravimetriában lényegesen jobb megbízhatóságot lehet elérni a VG meghatározásában, mint terepi pontokon, ahol a gyakran változó külső körülmények kedvezőtlenül befolyásolják a mérési eredményeket.

A 4. táblázat a magyarországi abszolút állomásokra vonatkozó VG mérések fontosabb paramétereit tartalmazza. Az eredmények értékeléséhez felhasználtam az 1. ábrát is, amelyen a budapesti abszolút állomáson végzett valamennyi mérési eredményét feltüntettem. Látható, hogy ezen az állomáson a LCR műszereken kívül Sharpe- és Worden-graviméter csoportokkal is történtek meghatározá-



1. ábra. A budapesti abszolút állomás vertikális gradiens (VG) mérési eredményei

Fig. 1. Results of vertical gradient (VG) measurements on the Budapest absolute station

sok. Ez utóbbiak méréseinek szórása valamivel nagyobb, különösen akkor, ha a 821-es, vagy az 1919-es LCR graviméter méréseivel hasonlítjuk össze azokat. Ennek egyik oka, hogy ezekkel a műszerekkel más mérésekhez kapcsolódóan történtek a VG meghatározások, általában közvetlenül a napi terepi mérések után. A mérések között a maximális

A 4. táblázat összeállítását alapján a magyarországi abszolút állomások VG megbízhatósága 7–24 E közötti, ami megfelel a hasonló mérésekről szóló szakirodalmi cikkekben közreadott eredményeknek (pl. [BECKER et al. 1995]).

eltérés 250 E. Optimális mérési feltételek csak a 20. mérési sorozattól kezdődően voltak biztosíthatók. A pont VG értékének igen nagy megbízhatósága ezért elsősorban a nagyszámú sorozatnak köszönhető. Az is látható, hogy az említett két LCR graviméter mérési eredményei között szabályos jellegű eltérés mutatkozik (mintegy 30 E), aminek valószínű oka méretarány-meghatározási probléma: a 47 mérési sorozat időben 1980–1995 között realizálódott. (Jóllehet a nehézségi erő vertikális gradiensének időbeni állandósága nem tisztázott még kellően, azonban az esetleges időbeli változás valószínűleg nem befolyásolhatja kimutathatóan az eredményeket.) A közeli tömegek zavaró hatása jól látszik az abszolút pontok VG eredményein, amelyek szóródása a normálérték körül lényegesen nagyobb, mint a nyílt terepen mért értékeké.

- A dolgozatban ismertetett eredmények alapján belátható, hogy a nagy pontosságú graviméteres méréseknél szükség van a vertikális gradiens helyi értékének ismeretére. A bemutatott példák és meghatározási eljárás alapján tervezhető az adott feladat megkívánta pontosság eléréséhez szükséges (és elégséges) mérések száma.
- Magyarország 1998-ban kíván csatlakozni az Egységes Európai Gravimetriai Hálózathoz (UEGN). Az Országos Gravimetriai Hálózat (MGH-2000) csatlakoztatását a dolgozatban bemutatott 14 abszolút állomáson kívül mintegy 20–30 országos hálózati pont bevonásával kívánjuk megvalósítani. Ezeket a pontokon folytatjuk a vertikális gradiens méréseket és reméljük, hogy az eredmények ismeretében tovább növelhetjük hálózatunk megbízhatóságát.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki a Magyar–Amerikai Kutatási Alapnak (MAKA), amely a JF-369 számú pályázattal lehetőséget biztosított az abszolút mérések és a velük kapcsolatos relatív mérések elvégzéséhez.

- BECKER M. et al. 1995: Microgravimetric measurements at the 1994 International Comparison of Absolute Gravimeters. *Metrologia* **32**, 3, 145–152, Sévres
- BOEDECKER G., MARSON I., WENZEL H. G. 1995: The adjustment of the Unified European Gravity Network 1994 (UEGN 94). *IAGS* **113**, 82–91. Springer Verlag, Berlin
- CHARLES K., HIPKIN R. 1995: Vertical gradient and datum height corrections to absolute gravimeter data and the effect of structured fringe residuals. *Metrologia* **32**, 3, 193–200, Sévres
- CSAPÓ G. 1987: A mért abszolút g-értékek gyakorlati felhasználásáról, *Geodézia és Kartográfia* **2**, 95–99
- CSAPÓ G. 1997: Hungary's new gravity base network (MGH-2000). *Geophysical Transactions* **40**, 3–4
- ELSTNER C., FALK R., KIVINIEMI A. 1986: Determination of the local gravity field by calculations and measurements. *Reports of the Finnish Geodetic Institute* **85**, 3, Helsinki
- MARSON I. et al. 1995: Fourth International Comparison of Absolute Gravimeters. *Metrologia* **32**, 3, 137–144, Sévres
- SZAGITOV M. U. 1984: A Sévres-ben végzett abszolút nehézségi gyorsulás mérések eredményei közötti eltérések egy lehetséges értelmezése, a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának jelentései, *Geofizika sorozat* **274**, 2, 300–304, Moszkva (orosz nyelven)
- YUZEPOVICH A. P., OGORODOVA L. V. 1980: Gravimetria. Nedra, Moszkva (orosz nyelven)

A magyarországi uránipar égisze alatt végzett földtani kutatási munkák

1953–1989

Gyakori jelenség, hogy egy bizonyos időszakban előtérben levő, közérdeklődésre számot tartó tevékenység az adott időszakban a munkákban résztvevők és a szemlélők, ill. felhasználók számára a történések mikéntje, kronológiája evidens. Sokan tudják ki, mit, hogyan csinált, milyen eredményre jutott. Az évek, évtizedek múlásával, különösen, ha az ügy aktualitását veszti, az egykor nyilvánvaló, köztudott tények elhalványulnak az emlékezetben, a résztvevők kihullanak a kegyetlen idő rostáján, sok ismert tény feledésbe merül. Ha a rendszerző elme nem rögzíti a tényeket és nem teszi könnyen hozzáférhetővé mások számára, akkor sajnos feledésbe merülnek és a következő nemzedék esetleg nem is gondol arra, hogy elődeik egyáltalán dolgoztak-e az általuk vizsgált területen vagy témán. Sajnos gyakran tapasztaltam, hogy egy rendezetlen, vagy áttekinthetetlen hagyaték esetén inkább újra elvégeztek bizonyos munkákat, minthogy „kiássák” elődeik eredményeit.

Ez természetesen a földtani kutatásnál és speciálisan az uránkutatásnál is érvényes megállapítás, különösen azért, mert annak idején az adatok titkos minősítése elzárta azok publikálási lehetőségét, így még a kortárs szakemberek előtt is az ismeretlenség homálya fedte az uránkutatási munkákat.

Az uránipar jellegének változása, az uránércnek mint energiahordozó nyersanyagának a gazdaság tényezőjévé válása lehetővé tette, hogy nyíltan, minden illetékes szakember részére hozzáférhetővé váljanak az uránipari földtani kutatások eredményei. A nagyszámú, belső használatra készült földtani jelentés, tanulmány és egyéb dokumentáció áttekinthető módon közkinccsé tétele volt annak idején választott céлом, erre a tevékenységre kaptam felhatalmazást, ill. megbízást akkori szakmai felettesemtől, dr. MAJOROS Györgytől. Erre a munkára 1990-ben került sor és sajnos befejezetlen maradt.

E kis rövid dolgozatban természetesen szó sem lehet az egész egyéves munka közléséről, de szeretném a szakmai közvélemény elé tárni munkám lényegét és az esetleges továbbfolytatás lehetőségét. Ez a munka csekély befektetéssel

más területeken is hasznosítható eredmények gyors hozzáférését tehetné lehetővé.

Bevezetőmben szükségesnek tartom az uránkutatást végző szervezeti egység különböző elnevezéseit ismertetni, mert az adattári dokumentációkban a gyakran változó, eltérő nevű szervezetek többnyire ugyanazt a szervezeti egységet jelentik, ugyanazzal a személyi állománnyal. Az elnevezések változása esetenként politikai okokra vezethető vissza. Megjegyzem, hogy a debreceni Tudományegyetem Fizika Tanszékének dr. SZALAY Sándor professzor által vezetett csoportja a 40-es évek végén, 50-es évek elején végzett uránkutatásokat. Ezek elsősorban gránit területeken történtek, de voltak méréseik kréta korú szénközetekben, sőt a kövágószőlősi lelőhely környékén található homokköveken is. Ezekkel a kutatásokkal azért nem foglalkoztam, mert nem az uránipar égisze alatt történtek és meglehetősen jól vannak dokumentálva a szakirodalomban. A SZALAY professzor által végzett uránkutatások a kövágószőlősi lelőhely 1953-ban történt felfedezésétől kezdve, a hadiipar érdekei miatt, gyakorlatilag csupán laboratóriumi mérésekre korlátozódtak.

Magyarországon ipari méretű uránkutatásokat a „2. sz. Bauxit Expedíció” (Boksztovaja Ekszpedicija) fedőnév alatt szovjet kutatók végeztek 1953-tól egyre bővülő anyagi és személyi erők bevonásával. Eleinte csak szovjet szakemberek dolgoztak, majd fokozatosan vontak be magyar geológusokat, geofizikusokat is a kutatási munkákba. A fenti név alatt folytak a kutatások 1956 elejéig, a magyar vállalat megalakulásáig. Ettől kezdve Bauxitbánya Vállalat Expedíció néven, majd Bauxitbánya Vállalat Kutatási Üzemként szerepelt a kutatási szervezeti egység. A politikai mozgások eredményeként nevének nevezték a gyereket, így lett 1957-től Pécsi Uránércbánya Vállalat Kutatási Üzem, majd az 1960-as vállalati átszervezés következményeként P.U.V. Kutató-Mélyfúró Üzem. 1964-től, az újabb vállalati keresztelőtől kezdve Mecseki Ércbányászati Vállalat Kutató-Mélyfúró Üzemnek hívták egészen az 1989 végén történt megszűnéséig. Ezenkívül kisebb volumenű uránku-

tatások folytak a MÉV Geofizikai Osztályán is 1989-ig, majd a lezáró munkák a MÉV Földtani Főosztálya keretében 1990-ben történtek. Az utána következő időszakkal — mivel már nem vettem részt benne —, nem foglalkozom.

A forrásanyagokat a MÉV Titkos Ügykezelésének irattárában és a MÉV Kutató-Mélyfűrő Üzem adattárában találtam meg. Jelenleg is a MÉV Földtani Adattárában őrzik a dokumentumokat.

Személy szerint én 1956. május 1-én léptem be a „Bauxbánya Vállalat” Kutatási Üzemébe és 1989. december 31-ig, a MÉV Kutató-Mélyfűrő Üzemének megszűntetéséig gyakorlatilag folyamatosan e szervezetben dolgoztam. Jelen dolgozatom alapanyagát a MÉV Földtani Főosztályának munkatársaként 1990-ben gyűjtöttem össze. Az adatok rendszerezésére és kibővítésére további lehetőségem nem volt.

A rendelkezésemre álló idő alatt lényegében egy kronológiai listát készítettem az 1953 és 1989 közötti 37 éves időszak alatt végzett kutatásokról. A listában évek szerint csoportosítva az alábbiak szerepelnek:

- Az elvégzett munka *kutatási témaszáma*, a 60-as évek végén összeállított Kutató-Mélyfűrő üzemi témajegyzéknek megfelelően. Ma — divatos szóval — projekteknek nevezhetnénk ezeket a témákat. Természetesen nem minden munka illeszthető be a témajegyzékbe és voltak olyan munkáink is, amelyeket nem uránkutatási céllal végeztünk, gyakran más vállalatok megrendelésére.
- A kutatási *téma megnevezése*. Általában a témajegyzék szerinti leírást jegyeztem fel. Ha nem szerepel a témajegyzéken az elvégzett munka, akkor a téma leírásának döntő jelentősége van. A téma megnevezés tulajdonképpen a kutatási célt fogalmazza meg.
- A következő rovat a *földtani egységet*, illetve *földrajzi helyet* jelöli. Ebben a rovatban pontosítottam a témajegyzékből többnyire csak nagyjából meghatározható kutatási területet, tájegységet, helységet, ill. ha szűk területen volt, akkor földrajzi helyet is. Ez utóbbiak a topográfiai térképen feltüntetett megnevezésekkel azonosak, így a későbbiekben rekonstruálható a mérések helye akkor is, ha a dokumentáción csupán egy földrajzi hely szerepel. (Pl. Hősök forrása, ami csak a Bükk-szentkereszt helységnévvel együtt azonosítható egyértelműen.)

— A kutatási téma és a hely megjelölése mellett a következő rovatban az adott helyen és időben alkalmazott *kutatómódszerek* felsorolása található. Itt fel kell hívnom a figyelmet arra, hogy a módszerek elnevezése gyakran az uránkutatási szervezeten belül kialakult szakzsargon szerinti és így nem tekinthető országosan elfogadottnak, vagy még kevésbé nemzetközi elnevezésekkel egyeztetett módszer meghatározásoknak. Így a teljes megértéshez a módszer leírások is szükségesek lennének, amelynek ugyancsak több tízoldalas igényes munkának kellene lennie, ezért erre itt nem vállalkozhatam.

— A kutatásokat vezető, ill. végző *szakemberek neve* szerepel a következő rovatban. Ez a személy többnyire a kutatási témafelelős, vagy a terület megbízott felelőse, az egyes szakágak (geológia, geofizika, hidrogeológia, geodézia) csoportvezetői az adott területen az adott időben. Az ő helyismeretük, a kivitelezési részletek kérdésekben való jártasságuk, és az általuk készített, ill. felügyelt dokumentációk ismerete — egy ideig még — hasznos forrás lehet egy konkrét kutatási eredmény újraértékeléséhez, az adott területen végzendő bármely kutatómunka tervezéséhez, vagy szakértői vélemény kialakításához. Személyes kapcsolatok révén az itt röviden megnevezett személyek szükség esetén megtalálhatók. Sajnos a nevek kiegészítése, egyeztetése, kollégákkal konzultálás már nem állt módomban, így ez a rovat hiányos maradt.

— Végül az utolsó rovatban a kronológiai lista készítése során általam átnézett és *felhasznált dokumentum*, forrásmunka sorszáma szerepel. E sorszámokhoz készült egy lista, amely a sorszámok szerint felsorolja a dokumentum 1990-ben viselt lajstromszámát (Adattári szám, ill. TÜK-szám) és címét. Gyakorlati megfontolásokból elsősorban olyan dokumentumokat használtam fel, amelyekben az egész évi szakmai tevékenység összefoglalója van leírva. Természetesen sok csak egyedi témával foglalkozó jelentés, vagy dokumentáció is szerepel a listán, amikor ilyen összefoglaló szakmai jelentés nem készült vagy kimaradt az összefoglalóból.

(Terjedelmi okokból az alábbiakban a kronológiai listából az 1953–1958 közötti évekre vonatkozóan csupán három oszlopot: a kutatási témát, a kutatások helyét, ill. az alkalmazott módszereket ismertetjük.)

Az uránipar égisze alatt 1953–1989 között végzett földtani kutatási munkák jegyzékéből készített egyszerűsített kronológiai lista az 1953–1958 közötti időszakról

1953

Téma	Földtani egység, helység	Alkalmazott módszer
Mecseki perm és triász képződmények kutatása	Kővágószőlős, Bakonya, Boda	GEOL, RAD
Mecseki felső triász-alsó liász képződmények kutatása	Pécs-bányatelep, Vasas, Komló	RAD
Magyarországi perspektivikus képződmények áttekintő vizsgálata	Balaton-felvidék, Bakony, Soproni-, Kőszegi-hg., Mátra, Bükk	RAD
Magyarországi gránitok átnézetes vizsgálata	Mórággyi-hg., Velencei-hg.	RAD
Közép-dunántúli eocén és kréta kőszének vizsgálata	Tatabánya és más eocén szénbányák, Ajka, Padragkút	RAD
Magyarországi egyéb szén- és ércbányák áttekintő vizsgálata	Észak-Magyarország	RAD

1954

Ny-mecseki perm és triász képződmények kutatása	Cserkút, Kővágószőlős, Bakonya, Egéd-psz.	GEOL, RAD, FELT
---	---	-----------------

1955

Ny-mecseki perm és triász képződmények kutatása	Cserkút, Kővágószőlős, Bakonya, Egéd-psz.	GEOL, RAD, FELT
Mecseki felső triász-alsó liász képződmények kutatása	Pécs-bányatelep, Vasas, Komló	RAD
Keleti-Mecsek kutatása	Keleti-Mecsek	RAD
Balaton-felvidéki középső triász képződmények kutatása	Pécsely	RAD
Balaton-felvidék átnézetes kutatása	Balaton-felvidék	RAD
Soproni-, Kőszegi-hg. kutatása	Egész terület	RAD
Zempléni-hg. kutatása	Egész terület	RAD

1956

Mecseki perm és alsó triász érckutató	Kővágószőlős, Bakonya, Egéd-psz., Megyefa	GEOL, RAD, FELT, TECH
Mecsek hg. átnézetes légi gamma kutatása	Egész Mecsek hg.	LÉGI, RAD

Mecsek környéki gránitok kutatása	Mórág (Ófalu), Nyugotszenterzsébet (Bükkösd, Korpád, Almáskeresztúr, Dinnyeberki)	LÉGI, RAD, FELT
Villányi-hg. kutatása	Egész terület	RAD
Balaton-felvidéki perm kutatása	Balaton-felvidék É-i pereme, Lovas	GEOL, RAD, LÉGI, FELT
Balaton-felvidéki triász képződmények uránföldtani kutatása	Pécsely, Balatonfüred, Balatonudvari, Veszprém, Kádárta, Királykút	LÉGI, RAD, GEOL, FELT
Közép-dunántúli eocén és kréta kőszenek vizsgálata	Tatabánya, Ajka (Felső Csinger, Ármin-akna, Jókai-bánya), Padragkút	GEOL, RAD
Velencei-hg. kutatása	Egész terület	LÉGI
Dunántúli-középheg. és É-i előtere kutatása	Egész terület	LÉGI
Soproni-hg. kutatása	Füzes árok környéke	RAD, FELT
Budai hg. kutatása	Nagykovácsi, Telki	LÉGI, RAD, FELT
Bükk hg. kutatása	Egész terület	RAD
Upponyi-hg. kutatása	Egész terület	LÉGI, RAD, RHIDR, GEOL
Szendrői-hg. kutatása	Egész terület	LÉGI, RAD
Északi-középheg. áttekintő vizsgálata	Egész terület	LÉGI

1957

Mecseki perm-alsó triász érckutatás	Bakonya, Egéd-psz., Kővágószőlős	GEOL, RAD, FELT, TECH
Mecsek Ny-i gránitterület kutatása	Gyűrűfű, Dinnyeberki, Almáskeresztúr	GEOL, FELT, RAD
Mecseki felső triász, alsó liász kutatása	Mázasszászvár, Nagymányok, Pécs-István akna	RAD
Mecsek környéki egyéb bányák radiometrikus vizsgálata	Zengővárkony, egykori vasércbánya	RAD
Mecsek környéki harmadidőszaki képződmények kutatása	Mecseknádasdi miocén kőszénkibúvás	RAD
Balaton-felvidéki perm képződmények kutatása	Hidegkút, Balatonfüred, Aszófő, Balatonakali, Dörgicse, Balatoncsicsó, Lovas, Felsőörs, Vörösbereány	GEOL, RAD
Balaton környéki triász képződmények kutatása	Pécsely, Mencshely, Vászoly, Tót-vázsony, Balatonszőlős, Barnag, Sáska, Diszel	GEOL, RAD, FELT
Közép-dunántúli eocén és kréta kőszenek vizsgálata	Tatabánya, Majk, Ajka-Csinger, Ármin-akna, Jókai-bánya, Padragkút	RAD, KAR, TECH
Cserszegtomaji festékföld urán-anomáliáinak kutatása	Hévíz, Cserszegtomaj, Tapolca	RAD, GEOL
Balaton környéki tőzegekben urán indikációk kutatása	Hévízi tőzegmedence (Keszthely, Hévíz, Alsópáhok)	RAD, GEOL, FELT, RHIDR

Velencei-hg. kutatása	Székesfehérvár, Lovasberény, Veb, Pázmánd, Velence, Pákoz	RAD
Dunántúli-középg. perspektivikus kutatása	Balaton-felvidék, D-i Bakony	RHIDR
Buda-Pilisi hg. kutatása	Nagykovácsi, Telki, Budapest, Solyvár, Pilisszentiván, Tinnye, Páty, Budaörs	RAD, GEOL, FELT, FGEOF
Cserhát hg. kutatása	Csővár, Nézs, Romhány, Rétság, Penc, Vác, Szendehely, Kosd, Nógrádszakál, Ipolytarnóc, Karancsokesi	RAD
Upponyi-hg. kutatása	Nekézseny, Dédestapolcsány	RAD

1958

Mecseki perm és alsó triász uránkutatás	Cserkút, Kővágószőlős, Bakonya, Boda, Cserdi, Törtgyógó, Bükkösd, Egéd-psz., Magyarürög	GEOL, RAD, FGEOF, FELT, TECH, RHIDR
Mecsek környéki áttekintő kutatás	Magyarhertelend, Györe, Bakóca	KAR
Ny-mecseki gránit-alsó perm kutatása	Dinnyeberki, Gyúrúfű, Bükkösd, Korpád	FELT
Balaton-felvidéki perm kutatás	Balatonarács, Hidegkút, Felsőörs, Kékkút, Balatonfüred, Litér, Soly, Füle, Polgárdi, Badacsonyörs, Salföld, Balatonrendes, Alsóörs, Balatonalmádi	GEOL, RAD, RHIDR, FELT
Balaton környéki triász képződmények kutatása	Pécsely, Barnag, Vöröstó, Nagyvázsöny, Dörgicse, Szentantalfa, Monoszló, Köveskál, Balatonhenye, Tótvázsony, Iszkaszentgyörgy, Kincsesbánya, Úrkút	GEOL, RAD, RHIDR, FELT, KAR
Közép-dunántúli eocén és kréta kőszenek uránföldtani vizsgálata	Tatabánya, Tata, Vértesszőlős, Oroszlány, Ajka, Padragkút	RAD, GEOL, KAR, TECH, FELD
Balaton környéki tőzegek uránföldtani vizsgálata	Hévíz, Sárréti tőzegmedence (Jenő, Nádasladány)	RAD, RHIDR, FELD
Velencei-hg. kutatása	Velence, Nadap, Sukoró (egész terület)	RAD, RHIDR
Budai-, Pilisi-hg. kutatása	Pilisszentiván, Nagykovácsi, Budaörs, Budapest (gyógyforrások)	RAD, RHIDR, GEOL, FELT, TECH, FGEOF
Mátra hg. kutatása	Mátrakeresztes, Mátraszentimre, Recsk, Sirok, Gyöngyöstarján, Gyöngyössolymos	RAD, GEOL, FELT, KAR
Dél-bükki riolit kutatása	Egész terület	RAD, GEOL
Upponyi-hg. kutatása	Nekézseny, Dédestapolcsány	RAD, GEOL, FELT
É-magyarországi vulkanitok prognosztikus vizsgálata	Zempléni-hg., Komlóska, Boldogkővár, Abaújszántó	RHIDR
Sajó-völgyi területek perspektivikus kutatása	Izsófalva, Felsőnyárád	KAR

...és így tovább 1989-ig.

Az alkalmazott módszerek rovatában látható rövidítéseknek az alábbi a jelentésük:

GEOL: Földtani térképezés, terepbejárás, geológiai szelvényfelvétel, kőzetmintavételek, mintavizsgálatok stb.

RAD: Felszíni és bányabeli radiometriai mérések kőzetfelszínen, vagy max. 1 m mély lyukban végzett gamma, béta, gamma-spektrometriai mérések, továbbá autós gamma felvételek, emanométeres és integrált radon mérések stb.

LÉGI: Légi radiometriai és mágneses mérések.

FGEOF: Felszíni geofizikai mérések, mágneses, geoelektromos szelvényezések és szondázások, szeizmikus mérések stb.

KAR: Idegen kivitelezésű fúrólukokban végzett, elsősorban természetes gamma szelvényezések

RHIDR: Felszíni és mélységi vizek U, Ra, Rn tartalmának meghatározása, vízkémiai elemzések, nyomelemek.

TECH: Technológiai kőzetmintavételek és vizsgálatok uránkinyerés céljából

FELT: Kőzetfeltáró, bányászati, fúrás munkák (árok, kutatóakna, vágat, sekély- és mélyfúrás)

FELD: Feldolgozó munkák, jelentéskészítés.

A fenti részlet tehát annak a táblázatnak egy kis töredéke, amelyet 1990-ben állítottam össze. Voltak terveim a munka folytatására, amit az alábbi pontokban foglalok össze:

1. Az elkészült kronológiai táblázat kiegészítése a kutatást végző személyek neveivel. Esetleg más pontosítások és kiegészítések személyes konzultációk alapján.
2. Olyan új témalista elkészítése, amelybe minden kutatási munka besorolható. Az új témaszám feltüntetése a kronológiai táblázaton.
3. Az új témaszám és ezen belül a területi besorolás szerint a kutatási munkák és alkalmazott módszerek táblázatos összeállítása a kronológiai listával összhangban.
4. A kutatási munkák és a rájuk vonatkozó adattári dokumentumok csoportosítása célszerű részletességű területi felbontás szerint. (Elgondolásom az volt, hogy minden lényeges tényadat adattári dokumentumszáma szerepelne e táblázatban.)

5. Távlati célként az adatrendszer számítógépes tárolását és a megfelelő kezelőprogramok elkészítését jelölném meg.

E munkák elvégzésével lehetővé vált volna illetékes kutatók részére, hogy bármely területre vonatkozóan gyorsan tájékozódjanak az uránipar égisze alatt elvégzett kutatási munkákról és a vonatkozó adattári dokumentumokról

A felsorolt munkák jelentős részét el tudtam volna végezni annak idején előre látott aktív éveimben 1993-ig, ha nem jön közbe a MÉV gyors leépítésével összefüggésben történt kényszerű nyugdíjazásom (1991. január 1.) és a további munkavégzés lehetőségének hiánya. Amennyiben igény lenne rá, a megfelelő feltételek mellett kész lennék folytatni e munkát.

*Gerzson István
ny. geofizikus mérnök*

A rovatvezető utószava

GERZSON István nyugalmazott geofizikus mérnök tanulmánya rendkívül fontos, figyelemfelkeltő munka. Ráirányítja a figyelmet arra, hogy milyen nagy mennyiségű geofizikai mérési és értelmezési adathalmaz gyűlt össze az évtizedek során az egyes kutatóhelyeken. Nem lehet közömbösen szemlélnünk azt, hogy mi lesz a geofizikai adatok sorsa, milyen formában és hol tárolják (ha tárolják) az anyagot.

A szerző egy évig adatrendszerrel foglalkozott és olyan mérési és értelmezési adattömegről számol be, amely nemcsak a Mecsek hegységben végzett kutatási eredményeket öleli fel, mivel a MÉV tevékenysége az ország más területeire is kiterjedt.

Az adatmentési kötelezettség különösen érvényes lehet a korábban titkos minősítésű adatokra, amint erre a szerző is utal. További veszélyt jelent, hogy egyes munkahelyek jogutód nélkül szűnnek meg, amire ugyancsak sok példát láthattunk az elmúlt években. Az uránkutatással kapcsolatos kutatási anyagok sorsáról nincs pontos információ. Csak remélhetjük, hogy a Mecseki Ércbányászati Vállalat esetleges megszűnésével megfelelően gondoskodnak az anyagnak az országos földtani adattárba történő átmentéséről.

A szerző az általa elvégzett munkájához illusztrációként több táblázatot mellékel abból a célból, hogy bemutassa, milyen anyagok találhatóak ma még az uránkutatás eredményeiről. Ezeket a mintaképpen elküldött táblázato-

kat terjedelmük miatt a Magyar Geofizikában csak kis részben tudjuk közölni. Az anyagból azonban kitűnik, hogy a szerző olyan nagy mennyiségű és igen fontos rendszerező munkát végzett, amelyet rajta kívül ma már nagy valószínűséggel csak kevesen tudnak elvégezni. Úgy gondoljuk, nem vagyunk annyira gazdag ország, hogy az eddigi munkák eredményét

veszni hagyjuk és később ugyanazt újra elvégezzük. Ma még a szerző közreműködésével össze lehetne és — össze is kellene — gyűjteni és az utókornak megőrizni az eddig elért eredményeket. Ezek az adatok nagyon hasznosak lehetnek az egyre inkább aktuális víz- és mérnökgeofizikai kutatásnál is.

Aczél Etelka

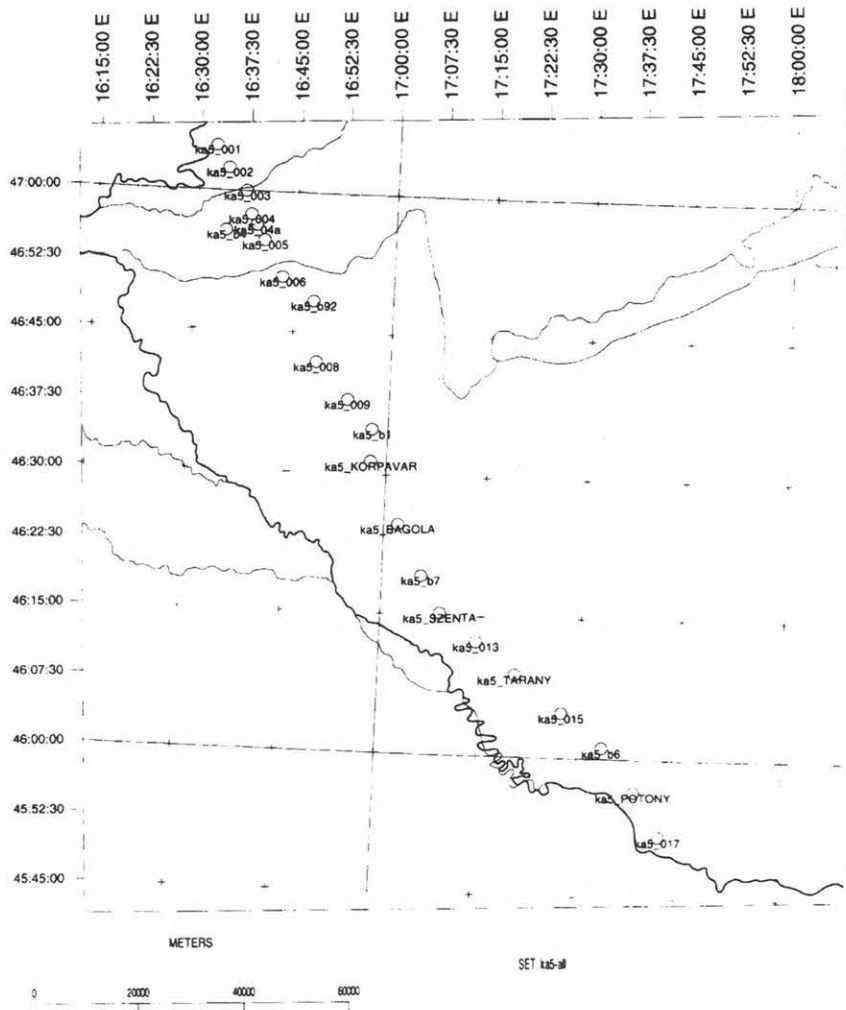
Néhány megjegyzés NÉMETH Gusztáv javaslatához a DNy-dunántúli geofizikai mérésekről

Nagyszerű dolog az együttgondolkodás, ugyanakkor szomorú, ha egy szakterületen belül nem tudunk egymás munkáiról. Ez nem akar vád lenni NÉMETH Gusztáv ellen, hiszen a tudományok, a szélesebb értelemben vett geotudomány fejlődése még hazánkban is szinte követhetetlen. Ugyanis az EUROPROBE-

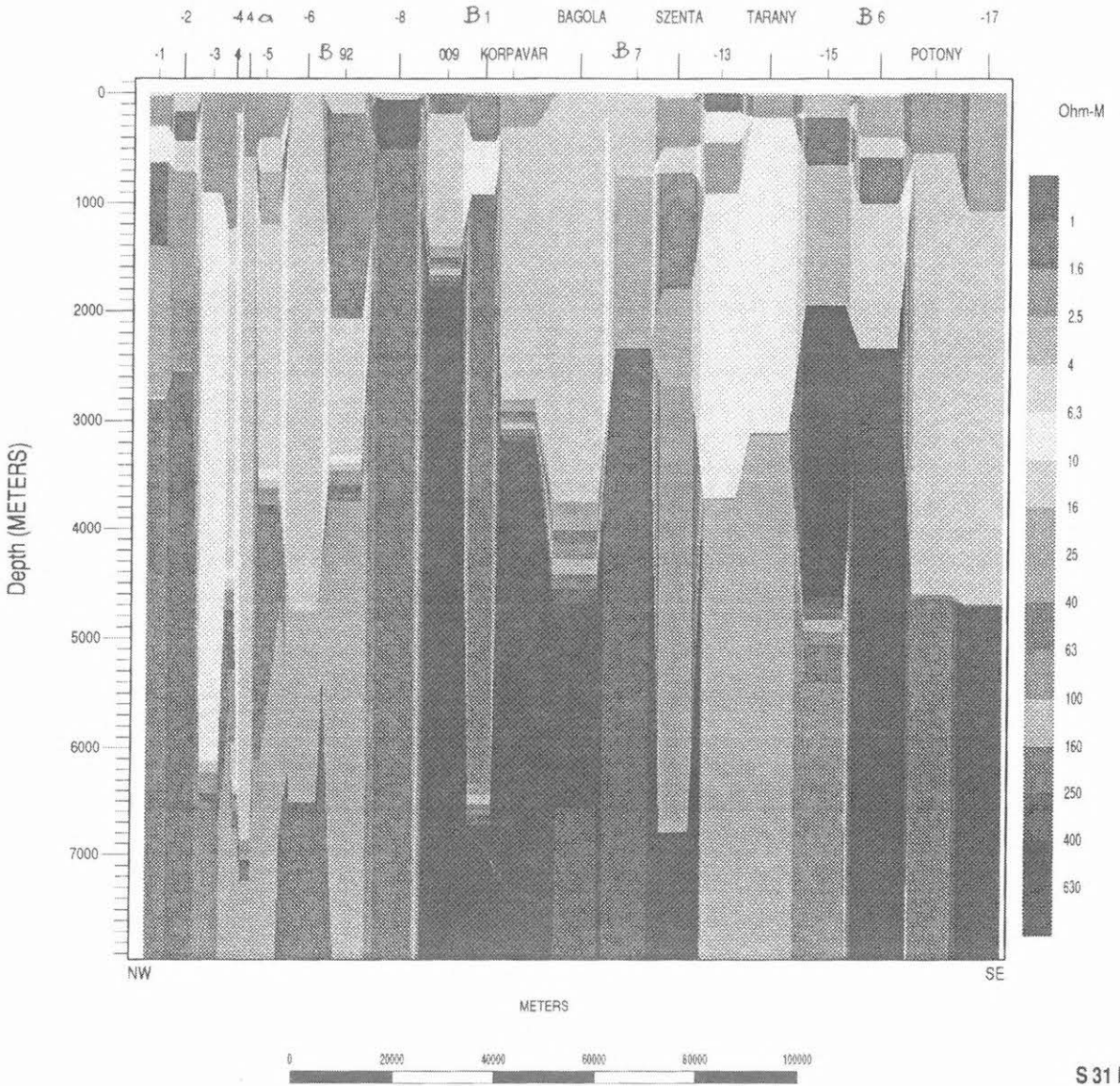
PANCARDI program keretében, de hazai OTKA forrásból (ÁDÁM OTKA T014882) éppen a javasolt szelvény mentén (K5 MT szelvény) 1996-ban összesen 17 pontban magnetotellurikus mélyszondázásokat végzett az ELGI MT csoportja VARGA Géza vezetésével, egyúttal eleget téve a tellurikus bázisokon a dunántúli tellurikus térkép megszerkesztéséhez szükséges MT méréseknek is NEMESI László irányításával (1. ábra). A mérési adatok feldolgozása és azok 1-D és 2-D inverziója megtörtént. Az értelmezés — a területen dolgozó geológusok bevonásával — még hátra van. Így jelenleg csak — előzetesként —

a bonyolult medenceszerkezet(ek) ellenállásképét mutatjuk be az MT görbék 1-D inverziója alapján (2. ábra a következő oldalon). A területen érdekelt kutatókat — így elsősorban NÉMETH Gusztávot — szívesen látjuk az értelmezési munkában.

Ádám Antal



1. ábra. Magnetotellurikus mélyszondázási pontok a Dunántúlon 1996-ban



2. ábra. Bonyolult medenceszerkezet ellenállásképe az MT görbék 1-D inverziója alapján

HÍREK, BESZÁMOLÓK

TAKÁCS ERNŐ PROFESSZOR EMERITUS 70. SZÜLETÉSNAJJA ALKALMÁBÓL RENDEZETT NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA ÉS SZEMINÁRIUM

Miskolcon 1997. március 6-án és 7-én a Miskolci Egyetem, az MTA Miskolci Akadémiai Bizottsága, a Magyar Geofizikusok Egyesülete és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület szervezésében került sor arra az ünnepi tudományos rendezvényre, melyen kollégái, tanítványai, barátai köszöntötték TAKÁCS Ernő professzor emeritust hetvenedik születésnapja alkalmából. Az első napi ünnepi tudományos konferencián az ország minden részéből több mint 100 résztvevő volt jelen. A rendezvényeknek az MTA Miskolci Akadémiai Bizottsága adott otthont. STEINER Ferenc professzor, a Geofizikai Tanszék vezetője megnyitja után KOVÁCS Ferenc akadémikus, a Bányamérnöki Kar dékánja TAKÁCS Ernő egyetemi vezetési és szervezési, míg STEINER Ferenc az ünnepekt oktatói és kutatói tevékenységét méltatta. Az MTA X. Osztálya részéről ÁDÁM Antal akadémikus ismertette TAKÁCS Ernő tudományos munkásságának főbb területeit, elért eredményeit. Ezen három méltató előadást rövidebb intézményi köszöntések követték. Az MTA Miskolci Akadémiai Bizottsága elnökeként KOZÁK Imre akadémikus, az ELTE Geofizikai Tanszéke nevében MESKÓ Attila akadémikus, tanszékvezető egyetemi tanár, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézete részéről dr. VARGA Péter igazgató gratulált az ünnepektnek. A két rendező egyesület — MGE és OMBKE — jókívánásait dr. ORMOS Tamás elnök, ill. dr. KÁROLY Gyula alelnök tolmácsolta. A Magyar Geológiai Szolgálat (MGSZ) nevében dr. FARKAS István főigazgató, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet részéről dr. BODOKY Tamás igazgató, a MOL Rt. képviselőjében SOMFAI Attila részlegvezető, a Geofizikai Szolgáltató (GES) Kft.-től ZELEI András igazgató méltatta TAKÁCS Ernő emeritus professzor oktatói, kutatói tevékenységét és az együttműködés révén elért eredményeket. Az MTA Veszprémi Akadémiai Bizottsága és a veszprémi régió nevében dr. BALOGH Iván gratulált. Az ünnepekt megköszönte a jókívánásokat, a méltató szavakat. A déli állófogadáson KOVÁCS Ferenc akadémikus mondott pohárköszöntőt.

Az ünnepi tudományos konferencián ÁDÁM Antal akadémikus (MTA GGKI) *A dunántúli vezetőképeség anomália belső szerkezete EM tértorzulások, modellezések és inverziók alapján*, prof. M. N. BERDICHEVSKY (Moszkvai Egyetem) *A modern geoelektrika módszertani elvei*, MESKÓ Attila akadémikus (ELTE Geofizikai Tanszék) *Elektromágneses módszerek alkalmazási lehetőségei földrengés veszélyeztetettségi vizsgálatokban* címmel tartottak előadást. Egy rövid szünetet követően a Utah Egyetem (USA) professzora, M. S. ZHDANOV *Felszín alatti elektromágneses leképezések*, VERŐ József akadémikus (MTA GGKI) *Mit sikerült megoldani a pulzációkutatás 40 év előtti problémáiból?*, az Oului Egyetem (Finnország) professzora, P. KAIKKONEN *A VLF és VLF-R mérések néhány értelmezési szempontja* címmel számoltak be újabb kutatási eredményeikről. Végül NAGY Zoltán, a MOL Rt. vezető geofizikusa *Szerkezetkutatás és direkt detektálás: a geoelektromágneses szondázások paradoxona*, dr. NEMESI László, az ELGI ny. főosztályvezetője *A magyarországi tellurikus kutatások helyzete*, dr. SZARKA László, az MTA GGKI főosztályvezetője *Néhány háromdimenziós magnetotellurikus paraméter illusztrálása az ünnep alkalmából*, dr. PETHŐ Gábor, a ME Geofizikai Tanszék tudományos munkatársa *2.5 dimenziós FEM numerikus modellezési eredmények bemutatása*, dr. TURAI Endre, a ME Geofizikai Tanszék egyetemi adjunktusa *Elektromágneses módszerfejlesztés néhány eredménye* címmel tartottak előadást.

Este baráti találkozón folytatódott az ünneplés, ahol további születésnapi jókívánások hangzottak el. Dr. PATAKI Attila intonálta a *Cimbora, ma rád köszöntöm a legelső poharat* kezdetű dalt, ezt követően pedig a szén-, urán- és bauxitbányászat képviselői, dr. VÁRHEGYI András, BERTA Zsolt, dr. PATAKI Attila, ajándékaikat átadva, köszöntötték szívből volt professzorukat.

Másnap a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén a TAKÁCS professzor által kiemelten művelt geoelektromágneses kutatómódszerek

témakörében került sor egy szemináriumra, amelyet az ünnepelt vezetett le és a meghívott, nemzetközileg is elismert külföldi professzorok előadásai a következő témákban hangzottak el: Prof. M. N. ZHDANOV *Háromdimenziós kvázilineáris elektromágneses modellezés és inverzió*, Prof. P. KAIKKONEN *Magnetotellurikus vékony lemez modellezés eredményei*, Prof. M. N. BERDICHEVSKY *Magnetotellurikus szondázások a kirgiz Tien-San hegységben*.

Az ünnepi alkalomból rendezett két napos konferencia és szeminárium a külföldi vendégek számára

szervezett egy-egy napos egri és aggteleki szakmai kirándulással fejeződött be.

Nem maradhat említés nélkül, hogy a résztvevők által jól sikerültnek minősített konferencia szervezésében a szervező négy testület, ill. intézmény számos tagja végzett eredményes munkát, de az oroslánrészt dr. PETHÓ Gábor és dr. TURAI Endre vállalta. A konferencia egésze sugallta azt a gondolatot, amit az ünnepelt — szabadon idézve — így fogalmazott meg: minden szempontból előnyös és szükséges, hogy egymás munkáját kölcsönösen figyelemmel kísérjük és elismerjük.

Steiner Ferenc

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CLX. RENDES KÖZGYŰLÉSE

Sajnos, a folyó év május közepén (május 12–13.) lezajlott 160. akadémiai közgyűlésről előző számunkban már éppen nem tudunk beszámolni, ebben a számunkban pedig a beszámoló már kissé megkésett. Ezért szerkesztőségünk úgy határozott, hogy a közgyűlésről csak igen röviden tájékoztat és csak azokról az eseményekről, illetve határozatokról tesz említést, amelyek a geofizikusok körében különös érdeklődésre tarthatnak számot.

A közgyűlés legfontosabb kérdése az akadémiai kutatóintézetek hálózatának konszolidációja, illetve a konszolidációs elképzelések konkrét megvalósulásának formája volt. A soproni Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet révén ebben a kérdésben szakmánk is közvetlenül érdekelve van.

Hogy a konszolidáció miért szükséges, mit kell értenünk alatta és mi a célja, arról az Akadémia elnöke, GLATZ Ferenc, már a közgyűlést megelőzően is igyekezett a köztestületi képviselőket tájékoztatni, engedjék meg, hogy őt idézzem:

„... Az 1949 és 1972 között kialakult intézetrendszer koncepcionális felülvizsgálata elmaradt (1978-ban — B.T.). Az 1980-as években megindult és 1989-ben felgyorsult reformfolyamat elakadt. A hangsúly nem a belső reformra esett, hanem a kutatóintézet rendszerének megvédésére. Ez a védelem önmagában sikeresnek mondható. A magyarországi akadémiai kutatóhálózat kevésbé sérült, mint a szomszédos, szintén volt szocialista országok intézményrendszere. Az 1994 évi Akadémiai Törvény kimondta a felsőoktatástól független kutatóintézetek fenntartásának szükségességét. De a törvény ellenére mind gyakrabban kérdőjelezték meg ezen intézethálózat fenntartásának lehetőségét...

Az 1990-es évek közepéig tartó folyamatos, katasztrofális akadémiai költségvetés-csökkentés,

ennek főnyíró jellege, rádöbbenette az intézeteket a változás szükségességére. ...Az állam teherbíró-képességét és a tudomány nemzetközi fejlődési irányait összhangba kell hozni. Ezért is határozta el az akadémiai vezetés 1996 májusában: nem egyszerűen a félévszázados kutatóintézeti hálózat egyenletesen minimális szinten tartását kísérli meg elérni az állami tudománypolitikától, hanem az intézeti rendszer konszolidálására vállalkozik. Mérlegre teszi: vajon szükséges-e az adott diszciplínán belül a felsőfokú képzéstől független (illetve főfoglalkozású) kutatói közösségek fenntartása. ...Elhatározta: ... a minőség elve vezeti a mérlegre tételt.

Az akadémiai vezetés tehát arra vállalkozott, hogy az 1949 után kialakult kutatóintézeti hálózat újraformálását végzi el...

Az Akadémia vezetése egy kilenc tagú Konszolidációs bizottságot állított fel. A bizottság elvégezte a fent említett mérlegelést, amely minden egyes intézet számára a hamleti kérdést jelentette. A bizottság Jelentését, illetve egy, az ennek alapján összeállított Határozati javaslatát a közgyűlés elé terjesztették. A közgyűlés ezt a napirendi pontot zárt ülésen, a nyilvánosság kirekesztésével tárgyalta. Az óvatosság így utólag szükségtelennek tűnik. Semmi rendkívüli sem történt a határozati javaslat tárgyalásán, a közgyűlés gyakorlatilag változatlan formában fogadta el a határozati javaslatot.

Az ilyen módon Határozattá vált Határozati javaslat szakmánkat illetően a következő pontot tartalmazza:

„6./ Létrejön az MTA Földtudományi Központja, amely a megszűnő MTA Természettudományi Kutatólaboratóriumok jogutódja (kivéve a Kristályfizikai és a Szervetlen Kémiai Kutatólaboratórium tevékenységi köre tekintetében), és amelynek kere-

tében működik az önálló jogi személyként változatlanul megmaradó MTA Földrajztudományi Kutatóintézete és az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézete.”

A soproni intézet számára a válasz tehát „lenni”. Egy hasonló szervezet részévé válik, mint néhány évvel korábban, a Magyar Geológiai Szolgálat megalakulásakor az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. A kérdés csupán az, hogy mit jelent ez megmaradás, — az ELGI 1989 és 1994 között mintegy 86–88%-át veszítette el korábbi létszámának. Reméljük, hogy az akadémiai konszolidáció ennél lényegesen kisebb áldozatot követelve is ugyanolyan valóságos konszolidációt jelent majd, mint az MGSZ megalakítása.

Az egész történettel kapcsolatban azt már csak széljegyzetben és némi melankóliával szeretném megjegyezni, hogy az Akadémiai Értesítőnek a közgyűlés határozatait közlő számában (XLVI/1997. évf. 7. szám) a szöveg már a geofizikát feledve csak az MTA Geodéziai Kutatóintézetéről beszél. (Lehet, hogy nem csak az ELGI-ről szóka a földtudományokkal kapcsolatban megfelekezni?)

A közgyűlés másik, bennünket is érintő témája a köztestületi mandátumok 1998. évi lejárta és az emiatt esedékessé váló választások előkészítése volt. A választások lebonyolítása — az előző választásokhoz hasonlóan — két fordulóban, először a jelöltek, majd a képviselők megválasztásával történik. Itt a kérdés nem is annyira a választás

lebonyolítása, mint inkább a képviselői helyek tudományágak közötti felosztásának módja volt. Erre is született egy előterjesztés HARMATH Attila alelnök részéről, gondos statisztikai elemzéssel alátámasztva.

A közgyűlési képviselők tudományági arányának megállapítása végül is nem hozott sok újat a korábbiakhoz képest. Az Akadémia Alapszabálya szerint, 100 képviselői helyen az osztályok egyenlő arányban, a további 100 helyen köztestületi tagjaik létszámának arányában osztoznak. Ez a rendszer tehát a kisebb taglétszámú osztályok számára pozitív diszkriminációt jelent. A Földtudományok Osztálya a maga 4,87%-os létszámarányával az egyenlő arányban járó 9 helyéhez még 5-öt kapott és így megint 14 köztestületi képviselőt küldhet a közgyűlésbe. Ebből nekünk, geofizikusoknak szintén az előző ciklusban is elfoglalt 2 hely jut.

Az Akadémia közgyűléséhez szokásosan kapcsolódva az egyes Osztályok is nyilvános osztályüléseket tartottak. A Földtudományi Osztály osztályülésére május 5-én *A Pannon-medence kialakulása és felépítése* címmel került sor. Az osztályülésen a geofizika képviselőjében MÁRTONNÉ SZALAY Emőke a nagyszerkezeti egységek mozgásáról és mai helyükre kerüléséről, ADÁM Antal és POSGAY Károly a Pannon-medence jelenlegi mélyszerkezetéről, HORVÁTH Ferenc az utolsó 5 millió év tektonizmusáról beszélt.

Bodoky Tamás

25 ÉV ÉS ANNAK ELŐZMÉNYEI AZ MTA GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZET TÖRTÉNETÉBEN

Az előadás a Magyar Geofizikusok Egyesületének 26. Vándorgyűlésén hangzott el 1997. szeptember 10-én.

1972. január 1-én, tehát 25 éve alapította meg a Magyar Tudományos Akadémia a *Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetet* Sopronban a korábban önálló *Geodéziai Kutató Laboratóriumból* és a *Geofizikai Kutató Laboratóriumból*, továbbá az ELTE Geofizikai Tanszékének *Szeizmológiai Observatóriumból*, amely addig tanszéki akadémiai céltámogatott kutatóhelyként működött és EGYED professzor 1970. évi halála utáni vezetője, dr. BISZTRICSÁNY Ede már 1971-ben bejelentette csatlakozási szándékát a soproni laboratóriumokhoz, amelynek igazgatását TÁRCZY-HORNOCH Antal akadémikus „perszonálunióban” vezegte.

25 éves múltról beszélni tehát teljesen illuzórikus, mikor a formális intézetalapítás előtt már jól működő „részegységek” léteztek, amelyek hozománya meghatározta az intézet tematikáját és szakmai célkitűzéseit, helyét és szerepét a hazai földtudományi kutatásokban.

Mielőtt tehát az intézet 25 éves múltjának néhány lényeges vonását felvázolnánk, nyúljunk vissza a gyökerekhez, mégpedig először a fenti alkotó elemek, a „Laboratóriumok” létrejöttét megelőző időszakhoz. Teszem ezt a Laboratóriumok, majd a most ünnepezt intézet közös őseinek, a Nehézipari Műszaki Egyetemnek az MTA által támogatott Geodéziai és Geofizikai Munkaközössége első

önálló kutatójaként, akit TÁRCZY-HORNOCH Antal, a Geodéziai és Bányamérési Tanszék, KÁNTÁS Károly, a Geofizikai Tanszék és VENDEL Miklós, a Földtan-Teleptan Tanszék professzora 1952. évi diplomázásom után az Egyetem fenti kutatási szervezeténél marasztalt. Lényegében e szerepkörben kezdte szakmai munkáját WALLNER Ákos kollégám is, akit azonban TÁRCZY-HORNOCH professzor tanszékének olyan tanársegédjeként alkalmaztak, aki nem érintkezhetett a hallgatókkal, ködös politikai indoklás miatt. AUER Vilmos tanszéki mérnök volt még kezdetől fogva kollégánk, majd 1953-ban csatlakozott hozzánk BENCZE Pál, mint hazánk egyik első geofizikusként diplomázott kutatója.

A Geodéziai és Geofizikai Munkaközösség a fent említett három tanszék mellett magába foglalta HAZAI István professzor Felsőgeodéziai Tanszékét is. A mi „kutatói magunk” geofizikai irányultságú volt és elsősorban a Geofizikai Tanszék kutatási problémáival foglalkoztunk, amelyeknek kijelölésében azonban, legalábbis kezdetben, KÁNTÁS és TÁRCZY-HORNOCH professzorok egyet is értettek. Sajnos, közöttük a harmónia — bizonyára emberi gyarlóságok —, vélt vagy valódi rivalizálás miatt megszakadt és ez vezetett 1955-ben két akadémiai kutató laboratórium létrehozásához, amelyek közül a Geodéziai Kutató Laboratórium közvetlenül az MTA szülöttje volt, míg a Geofizikai Kutató Laboratóriumot KÁNTÁS professzor a kormányban lévő potenciális kapcsolatai által hívatta életre. KÁNTÁS Károly 1956. november 4-i külföldre távozása után (az Österreichische Mineralölverwaltung – ÖMV – geofizikusa lett) a két Laboratórium, szakmai különállását megőrizve, TÁRCZY-HORNOCH professzor révén „perszonálunióban”, 1960-tól közös épületben — a mai Csatai E. (korábban Múzeum) utcai öreg épületünkben — is dolgozott, miután az Egyetem Bányamérési Kara és ezzel együtt TÁRCZY-HORNOCH professzor tanszéke is 1959-ben végleg Miskolcra költözött és a Geofizikai Kutató Laboratórium feladta Szent György u. 16. alatti műemlék épületben lévő helyiségeit. (A Geofizikai Kutató Laboratórium patronálása mellett működő Geofizikai Műszergyár, később GAMMA Művek soproni gyáregysége azonban továbbra is ott maradt.)

Rátérek a „szakmai hozományra”, illetve annak fejlődésére, amely az intézeten belüli mai tematikai struktúra kialakulásához vezetett.

A Geodéziai és Geofizikai Munkaközösség — szerény kutatói létszámára tekintettel — két-három tématerületen tevékenykedett. A geoelektromos módszerek hazai alkalmazásának szélesítése, az ivóvízbázisok felkutatása mellett (Szombathely, Nyíregyháza stb.) elsősorban a bányabeli karsztvíz-

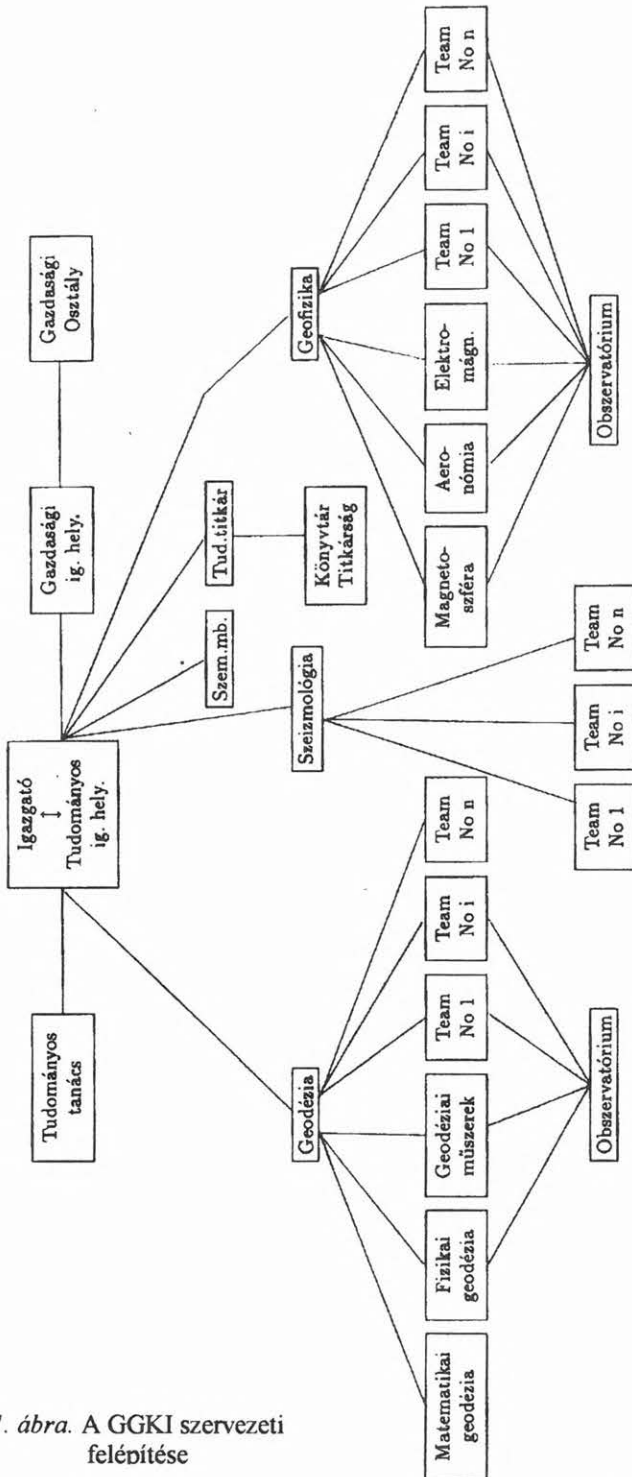
veszély csökkentésére irányult, karsztos, víztároló üregek bányabeli felkutatásával mészkővájatokban, továbbá vájvégeken horizontális előfúrás-szelvényezéssel. A másik nagy terület — elsősorban a Geofizikai Tanszék tanszemélyzete, elsősorban TAKÁCS Ernő irányításával — a tellurikus módszer kikísérletezésére irányult. Ez a későbbiekben döntő befolyást gyakorolt intézményünk témaválasztására. Mielőtt ezt részletesebben leírnám, még egy témát kell megemlítenem: BENCZE Pál elméleti és gyakorlati kutatásait az indukciós fűrólyuk-szelvényezést illetően, amelyet még diplomamunkája örökségeként művelt.

Visszatérve a tellurikára érdekes megjegyezni, hogy ez milyen sok irányban szerteágazott.

Először is, minthogy a mérés alapfeltétele a műszer, a műszerszerkesztés kamatozott sokrétűen. A kísérleti berendezést 1955 őszén TAKÁCS Ernővel bemutattuk Kínában és a sikeres próbamérés után a Geofizikai Műszergyár jelentős megrendelést (50–60 darab) kapott és ezek kivitelezésére Sopronban gyárrészleget alapított, amelyet később a Gamma Művek is átvett és kb. két évtizeden át, irányításunkkal, a geoelektromos és tellurikus-magnetotellurikus hazai műszertervezés és -gyártás egyik bázisa volt. Ezzel a tellurikus műszerrel szereltük fel a Nemzetközi Geofizikai Évben, 1957-ben a Nagycenk melletti obszervatóriumot és kezdődött meg ott a témáink között ma is hangsúlyos magnetoszféra-fizikai kutatás a tellurikus pulzációkkal. (Ennek előzménye volt egy Sopron–Peking közötti pulzációs összemérés 1956 januárjában.)

Elsősorban az üledékes medencék szerkezetének vizsgálatára szolgáló tellurikus kutatásokból fejlődött ki a földkéreg és a felső köpeny kutatását lehetővé tevő „relatív tellurikus frekvenciaszondázási módszerünk”, majd 1960-tól a magnetotellurika, amely ugyancsak nemzetközi ösztönzést kapott az ún. *Upper Mantle Project* (Felső Köpeny Terv) révén a hatvanas években és az asztenoszféra tanulmányozásával a globális tektonikához (lemeztektonika) is hozzájárult. E témához a 60–70-es évektől kezdve, új erővel, komoly módszerfejlesztés is járult.

Az obszervatórium bővítése a teljes elektromágneses komplexum irányába történt a 60-as években és így kerültek bevezetésre a légköri elektromosság és az ionoszféra — főként alsó rétegeinek — vizsgálatára szolgáló mérések, regisztrálások. Az ugyancsak a 60-as évek elején indult — La Cour rendszerű — mágneses regisztrálás napjainkban, új digitális eszközökkel, az INTERMAGNET hálózatba integrálódott. A kutatások szélesedésével 1957-ben csatlakozott a Geofizikai Kutató Laboratóri-



1. ábra. A GGKI szervezeti felépítése

umhoz VERŐ József, majd CZUCZOR Emőné és MÁRCZ Ferenc geofizikus mérnök, akiket később HOLLÓ Lajos is követett. A 60-as években a Geofizikai Kutató Laboratórium munkatársa lett TÁTRALLYAY Mariella és a 70-es évek legelején SÁTORI Gabriella. Már az intézethez érkezett KOVÁCS Károly, SZARKA László, STEINER Tibor, a VARGA házaspár,

WESZTERGOM Viktor, legutoljára ZIEGER Bertalan geofizikus kutató.

Az előzőekben felvázolt magaslégkör-kutatás (magnetoszféra, ionoszféra) és a szorosan kapcsolódó obszervatóriumi tevékenység, valamint a szilárd Föld elektromágneses kutatása tehát az intézet „megalapítása előtt” kialakult és meghatározta a közös intézet geofizikai főosztályának szerkezetét — két osztály: geomágneses és aerónómiai, amelyhez a budapesti szeizmológiai osztály csatlakozott. Nemzetközi mércével is mérhető kutatási eredmények főként az elmúlt 25 év alatt értek be, annál is inkább, mert a Kádár-féle szocializmus ekkor már felpuhult és nyitottabbá vált számunkra a nemzetközi érintkezés, kezdetben a szocialista országok között a KAPG és az INTERKOZMOSZ révén, majd nagyon lassan, de fokozatosan azért a nagyvilág felé is. Nem lehet célja ennek az előadásnak, hogy számba vegyen valamennyi kutatási eredményt, amelyek számos szakcikkben nemzetközi és hazai idegen nyelvű folyóiratban láttak napvilágot. Néhány főbb kutatási eredményre azonban utalni fogok a későbbiekben.

Mivel az intézet 25 éves jubileumáról bármennyire is a geofizikában érdekelt hallgatóságnak kell szólnom, amelyet eddig figyelembe vettem, álljon itt néhány gondolat és adat a teljes intézetről.

Az intézetet alapításától kezdve 19 éven keresztül SOMOGYI József irányította, őt követte VARGA Péter igazgató 1991-től. Mindketten a tudományok doktorai. SOMOGYI József igazgatásának kezdetén épült fel — az ő nagy aktivitásának köszönhetően — az intézet új öt-

szintes korszerű székháza, ahová 1973-ban költöztünk be. Ugyancsak az ő közbenjárására kapott a 80-as években a budapesti szeizmológiai osztály új korszerű állomást a Sas-hegyen.

Az Intézet mai struktúráját mutatja be az 1. ábra. A két főosztály tehát 3–3 osztályra tagozódik. Bár eredetileg a szeizmológiai osztály a geofizikai fő-

„n” a futó pályázati projektek száma szerint változik

osztály egyik egysége volt, ma külön kezeljük, lévén a telephelye Budapest. Az ugyancsak budapesti illetőségű igazgató, VARGA Péter a szeizmológiai osztály ügyeit közvetlenül tudja intézni. Meg kell jegyezni, hogy az intézet teljes virágzása idején kb. 100 fővel dolgozott. Az első erózió 1991-ben a létszámot a mai szintre (kb. 75 fő) csökkentette. Az MTA 1997. májusi közgyűlése, besorolva intéze-

tünket egy Földtudományi Központba az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumával és Földrajztudományi Intézetével további fájdalmas létszámcsökkentést írt elő (kb. 20%).

Ezek után lássuk az intézet Alaptevékenységi Feladatait az alapító okiratból, amelyek a múltban, de feltehetően a jövőben is eligazítanak bennünket intézeti tevékenységünkben (2. ábra).

Alaptevékenységi feladatok

- az országos jelentőségű geodéziai és geofizikai alap kutatások végzése, eredményeinek felhasználásra való előkészítése, illetőleg közléte,
- a geodéziai és geofizikai alap kutatásokhoz szükséges elméleti vizsgálatok, terepi és laboratóriumi mérések végzése, tudományos műszerek, módszerek kialakítása, valamint a mérési adatok tudományos feldolgozása és publikálása, obszervatóriumok fenntartása, illetőleg szükség esetén újak létesítése,
- a nemzetgazdasági érdekek elősegítése céljából együttműködés, illetőleg segítségnyújtás az ipari kutatóintézeteknek, valamint egyéb szervezeteknek a felmerülő geodéziai és geofizikai alap kutatás jellegű kérdések megoldásában,
- közreműködés a geodéziai és geofizikai alap kutatásokkal kapcsolatos nemzetközi tudományos szervezetekben és rendezvényekben, segítségnyújtás ilyenek hazai megrendezéséhez, illetőleg megbízás esetén ezek megrendezése,
- Magyarországnak a nemzetközi szervezetekben való tagságából, továbbá a multilaterális és bilaterális együttműködési megállapodásokból származó és az intézetre háruló kutatások elvégzése,
- részvétel a graduális és posztgraduális szakemberképzésben.

2. ábra. A GGKI alaptevékenységi feladatai

Útalva az alapokmány egyes tételeire, felvázolom — természetesen csak nagy vonalakban — működésünk főbb eredményeit, megint csak a geofizikus hallgatóságra tekintettel főként a geofizikára koncentrálva — nem lebecsülve geodéta kollégáim, illetve azokkal egy teamben dolgozó matematikus, fizikus és mérnök kollégáim érdemeit, oktatói munkáik számos fontos eredményét sem!

a) *Alap kutatásaink közül említést érdemelnek a következők:*

— A *magnetoszféra* és az interplanetáris tér jelenségeinek vizsgálata az EM (elsősorban tellurikus) pulzációkkal. Korábban a

magnetoszféra diagnosztikájáról beszélünk, most a megfelelő kifejezés: *üridőjárás*. Számos, főként meridián mentén végzett szinkron méréssel sikerült szétválasztanunk a magnetoszférában változatlanul terjedő pulzációkat a mágneses erővonalhék rezonanciája által módosítottaktól. Számos összefüggés levezetésével teremtettek a kutatóink kapcsolatot a pulzációk és a napszél paraméterei (sebesség, mágneses tér stb.) között. A hosszú periódusú változások tanulmányozását az tette lehetővé, hogy obszervatóriumunk rendelkezik a világon a leghosszabb — 3 napfoltciklus-

ra kiterjedő — homogén pulzációs adatsorral.

—Az ionoszféra, illetve az alsó légkör kutatásának megindítása számos, saját erőből végzett műszerfejlesztést igényelt, amely természetesen napjainkban is tart. Négy jelentős területet kell megemlítenem:

- a légköri elektromos vizsgálatokat. Ezek közül különösen a potenciál gradiens viselkedésének elemzése hozott sok új érdekes eredményt. Napjainkban pedig a Schumann-rezonancia szerepe emelkedik ki a globális időjárás-változások indikálásában,
- a rádióhullámok ionoszférikus abszorpciója révén a mágneses viharok hatását tanulmányoztuk,
- jelentős elméleti munkát igényelt a turbulens paraméterek meghatározása az alsó termoszférában,
- a Vertikal 6 és 10 rakéták adatainak feldolgozása révén ionsűrűség, ionösszetétel és hőmérséklet meghatározásokat végeztünk az ionoszférában.

A fentieket összefoglalva, e témák a Nap–Föld fizikai kapcsolatok, a Föld körüli térség kutatása címen az „ürkorszak” nélkülözhetetlen vizsgálódási területei.

—A szilárd Föld kutatása elektromágneses, szeizmológiai és gravitációs módszerekkel történt.

Amint arra már utaltam, az elektromágneses litoszféra-kutatás kezdetben a „Felső Köpeny Terv” révén kapott nemzetközi ösztönzést.

A relatív tellurikus frekvenciaszondázásaink már a 60-as évek elején feltárták a Pannon-medencében a földkéreg néhány nevezetes anomáliáját, amelyeket magnetotellurikus vizsgálataink pontosítottak és lényegesen kibővítettek, lehetővé téve általános földfizikai összefüggések meghatározását is, főként a jólvezető képződmények és a földbelső termikus állapota (ennek felszíni megnyilvánulása, a hőáramok) között.

A Pannon-medencében és közvetlen környezetében — amelyre expedícióink révén a vizsgálataink kiterjedtek — a főbb vezetőképeség-anomáliákat a felszíntől egészen a 400 km mélységben lejátszódó olivin–spinel fázisátalakulásig meghatároztuk. Külön hangsúlyozom a Pannon-medencében az asztenoszféra diapirra vonatkozó korán — a 60-as évek elején — tett megállapításunkat, amely a globális tektonika elméletének kialakulásakor jól volt

időzítve és ma már a szakirodalomban általános elfogadást nyert.

—A Pannon-medence alatti asztenoszférafelboltozódást a szeizmikus és szeizmológiai vizsgálatok is visszaigazolták a 70-es években.

A Coda-hullámokkal a 70-es évek elején végzett kéregkutatás mellett szeizmológiai osztályunk csak a közelmúltban kezdett behatóbban foglalkozni a Pannon-medence kéreg-és köpenyszerkezetével, részben a felületi hullámok diszperziója, részben a szeizmikus tomográfia alapján. Fő érdeklődési területük, a hazai igényeknek megfelelően, elsősorban a szeizmikus veszélyeztetettség vizsgálatára terjedt ki. (Ugyanakkor jelentős erőket kötött és köt le az egyre bővülő obszervatóriumi hálózat működtetése, adatainak közlése.)

A gravitációs kutatás részben a geoid meghatározására irányult és irányul, részben a gravitációs földarapály elméleti és kísérleti vizsgálatára terjed ki.

Jelentős eredmények vannak a földforgás geológiai időkben történő változásainak meghatározásában is.

b) Az alapokmány következő pontja elméleti vizsgálatok mellett laboratóriumi és terepi méréseket, tudományos műszerek és módszerek fejlesztését, obszervatóriumok működtetését írja elő.

Ez a pont bizonyos mértékig az előző „redundanciája”, mivel az „alapkutatások” ezek nélkül elképzelhetetlenek. Az előző fejezetben így akaratlanul is bevettem — pl. az ionoszféra-kutatással kapcsolatban — mind a műszerfejlesztést, mind a turbulens paraméterek számítására kidolgozott eljárást.

Az elektromágneses módszerek hatékonyságát kívánták előmozdítani — ipari (MOL) megrendelésre is — a különböző frekvenciaszondázások, potenciáltérképezések (PM-MMR) stb. fizikai (analog) modellezései 1977-től napjainkig és az ezekhez is kapcsolódó elméleti módszerfejlesztések, számítógépes programok.

Főként a geodéziai főosztályon dolgozó matematikusok és geodéták szerencsés együttműködése révén nemzetközileg is elismert eredmények születtek a robusztus becslések terén.

Ugyancsak szép exporteredményeket könyvelhet el — nyugati piacon is — a sajátos geodéziai műszerfejlesztés, pl. libellavizsgáló pad, szintező lécek komparáló, horizontális ingák, általában geodinamikai műszerek és ezekhez kapcsolódóan különböző kapacitív érzékelők fejlesztése révén.

Az alapokmány ezen tétele írja elő az *obszervatóriumok* működtetését. Az intézetnek a már említett, és napjainkig sokoldalúan — legutóbb vertiká-

lis ionszféra-szondázó berendezéssel, a Schumann-harmonikusok mérésére szolgáló számítógépes rendszerrel — fejlesztett Nagycenki Geofizikai Observatóriuma mellett Sopronbánfalván gravitációs és szeizmológiai observatóriuma működik. Külön kell megemlítenem szeizmológiai observatórium-hálózatunkat, amelynek Pizskéstetőn lévő 3-komponenses, szélessávú műszere révén belepültünk a német szeizmológiai array-be egy „nyílt” állomással.

Mind a Nagycenki Observatórium, mind a szeizmológiai hálózat adatait évkönyvekben publikáltuk és az előbbieket az Interneten is lekérhetők.

Az intézet tudományos publikációs tevékenységéről, azokra vonatkozó hivatkozásokról évente számot adunk. Ez az MTA közgyűlési anyagában lát napvilágot. Ugyanakkor a 90-es években történt két átvilágítás is nagy figyelmet szentelt publikációink SCI (Science Citation Index) értékeinek. A geofizika — az ún. Current Contents-ben szereplő lényegesen több folyóirata révén — kedvezőbb elbírálásban részesülhetett. E tudományos munka eredményeként az intézet kutatóinak több mint 70%-a tudományos minősítést szerzett. Így intézetünkben dolgozik 2 akadémikus, 4 akadémiai, azaz tudományok doktora, 15 (11 aktív + 4 nyugdíjas) kandidátusi fokozattal rendelkező kutató.

c) Harmadik alapvető feladatunk „a nemzetgazdasági érdekek elősegítése céljából” együttműködés, segítségnyújtás ipari kutatóintézeteknek, illetve egyéb szervezeteknek.

Többször említettem már a műszerfejlesztéseket, amelyek révén — pl. a geofizika területén — kis sorozatban gyártott ipari termékek születtek. Geodétáink a Magyar Optikai Művek geodéziai műszergyártásának fénykorában szinte valamennyi konstrukció kialakításában, tökéletesítésében részt vettek a prototípusokon végzett beható vizsgálataikkal. (Erre a célra speciális műszercsarnokot alakítottak ki.)

Ismét megemlítjük a fizikai modellezéssel végzett elektromágneses módszerfejlesztéseinket, amelyet a MOL megrendelésére a berendezés közös erővel történt megépítése óta (1976) rendszeresen végeztünk.

A sok kisebb megbízásról itt nem beszélve, a Paksi Atomerőművel kapcsolatos igen sokoldalú vizsgálatainkat kell még felsorakoztatnunk. Geodéziai, geofizikai, szeizmológiai módszerekkel sikerült eddig igazolnunk, hogy az általunk kimutatott tektonikai zavarzóna ma már nem aktív és nem veszélyezteteti a PAV biztonságos működését.

d) Nemzetközi tudományos szervezetekben és rendezvényekben való részvételünk, illetve ezek megrendezése

Intézetünk ezen a téren az elmúlt 25 év során rendkívül sokat tett. A rendezvényeket három kategóriába sorolva első helyen kell megemlítenünk az egykori szocialista országok tudományos akadémiáinak együttműködését a planetáris geofizika területén (KAPG — alapítása 1966-ban Lipcsében, utolsó ülése Prágában volt 1991-ben), továbbá az INTERKOZMOSZ-t. Ez volt az a terület, ahol az elmúlt időszakban szabadon tevékenykedhettünk és széleskörű kapcsolatrendszert építettünk ki a környező országok tudományos kutatóival. Három nagy, számos tudományterületre kiterjedő általános ülészakot rendeztünk Sopronban (1970, 1978, 1989). Ezek mellett kisebb KAPG, INTERKOZMOSZ hazai rendezvényeknek voltunk gazdái lévén több KAPG munkacsoportnak magyar vezetője. Közös tanulmányok, monográfiák (pl. a 752 oldalas, az egész világon jegyzett „Geoelectric and Geothermal Studies”, Akadémiai Kiadó, Budapest 1976) fémjelzik ezt az időszakot.

A KAPG volt hivatva a kapcsolatot megteremteni a világszervezet, a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG) felé, mint annak egy virtuális regionális szervezete. Fokozatosan, egyre inkább közvetlenül is bekapcsolódhattunk az IUGG bennünket érintő asszociációinak (IAGA–IAG–IASPEI) munkájába, sőt tisztségeket kaptunk mint munkacsoportok, divíziók vezetői, sőt az IUGG vezetőségébe is bekerülhettünk. Ezek révén nagyobb nemzetközi rendezvényeket hoztunk hazánkba, így pl. 1973-ban az IAG árapály-konferenciáját, 1976-ban az IAGA EM indukciós workshopját, 1988-ban Instrumentation Theory and Analysis for Integrated Geodesy címen. Éppen júliusban zárult a legújabb nemzetközi konferenciánk, amelyet az URSI egyik szekciójában Beacon Satellite Symposium címen szerveztünk.

Napjaink egyik rendszeres, két évente megtartott rendezvénye az ún. „Téli iskola”. A sorozatban immár a hatodikat 1998 februárjában tartjuk „Változások a Föld forgásában” címmel.

e) Nemzetközi szervezetekben, multilaterális, bilaterális együttműködés keretében végzett kutatások

A két- és többoldalú együttműködéseinknek se szeri, se száma. Ez tükröződik egy-egy kutató külföldi társszerzővel írt tanulmányában is. (Magam amerikai, angol, finn, francia, indiai, orosz, osztrák stb. társszerzővel írtam tanulmányt.)

Részt vettünk és veszünk nagy nemzetközi projekteknél, kezdve a Nemzetközi Geofizikai Évvel (1957–58) és ennek folyományaképp a Nyugodt

Nap Évvél, dolgozunk a már említett Felső Köpeny Projektben, a Geodinamikai Projektben stb. Jelenleg a Nemzetközi Litoszféra Program egyik nagy európai projektjében, az EUROPROBE-PANCARDI-ban tevékenykedünk, tisztségeket is viselve.

Kérdés, honnan van minderre pénz, amikor az MTA révén kapott támogatás egyre jobban beszűkült az elmúlt időszakban, a rendszerváltás óta, hiszen az MTA-nak távlati célkitűzéseiben is csak intézményeinek kb. 70%-os támogatása szerepel. Itt jöhet segítségünkre az OTKA, amelynek keretét az utóbbi években szintén csökkentették és így egyre kisebb támogatást tud adni egy-egy pályázatra. Nemzetközi pályázatok, pl. a Copernicus, NATO stb. révén intézetünk főleg szeizmológiai kutatásai jutottak forrásokhoz.

A pénzügyi restriktió egyik veszélyes következménye a kutatói állomány előregedése, a fiatal tehetségek pályaelhagyása (részben külföldre), tehát a magyar kutatás fájdalmas leépülése a korábbi évtizedek szerény, de perspektivikus fejlődése után.

f) Részvételünk a graduális és posztgraduális képzésben

Kutatóink — főként a Soproni Egyetem (SE) intézetünkbe kihelyezett Földtudományi Tanszéke

(vezetője BENCZE Pál) révén — részt vesznek a környezetmérnöki szak, továbbá az erdőmérnöki szak különböző szakirányainak oktatási programjában, de az ELTE geofizikus képzésében is tevékenykedtünk és a Miskolci Egyetem is felkért néhányunkat egy-egy előadás(sorozat) tartására.

Záró gondolatok

25 éves intézeti múlt, többszöri akadémiai átvilágítás és megmérettetés után, illetve újak előtt kívánságunk annyi, hogy az intézet integritását — beleértve házon belül a geofizika, geodézia és szeizmológia szorosabb kapcsolódását — még elvesztéség révén is megőrizhessük, és az új szerkezeten belül — eleget téve a főhatóság szervezési elgondolásának — jobban közelítsük egymáshoz a Földtudományi Központon belül tematikánkat.

A 25 év kutatási eredményeit az intézet előadótermében posztereken mutatjuk be. Ez olyan sokrétű, hogy még felsorolása is hosszadalmas és ugyanakkor élvezhetetlen lenne.

Ádám Antal

AZ SPWLA 1997. ÉVI SZIMPÓZIUMA (1997. június 15-18, Houston, Texas)

Az 1996. évi New Orleans-i szimpózium után az SPWLA 38. rendezvényére ismét Amerikában került sor, a vendéglátó pedig a Houston Chapter volt. A rendezvényen az idén csupán két fő vett részt (MARTON Tibor — MOL Rt. KUMMI és CSÁSZÁR János — MOL Rt. KUMMI, mint az SPWLA Budapest Chapter tisztségviselői). A résztvevők számáról pontos adatok állnak rendelkezésre, amely alapján megállapítható volt, hogy 1984 óta a legtöbb regisztrált résztvevő jelent meg. Néhány érdekesebb statisztikai adat a résztvevők megoszlásáról:

A regisztrált résztvevők száma összesen 1116 fő, a szűkebb szakmai regisztrált résztvevő száma 603 fő, a regisztrált kiállítók száma 236 fő, az 1116 regisztrált résztvevő 44%-a Houstonból és vonzáskörzetéből jött. Az összes szakmai regisztrált résztvevő (1052 fő) 27 országból jött, ennek 22%-a származott az USA-n kívüli országokból. A amerikai résztvevők száma 856 fő volt. Az amerikaiak után sorrendben a következő országokból jöttek a legtöbben: Nagy-Britannia 23, Norvégia 18, Franciaország 16, Mexikó és Kanada 15–15, Kína 10, Venezuela 9.

Meglepő, hogy Oroszországból és az utódállamokból egyetlen résztvevő sem volt. A volt szocialista országokat is csak a magyarok képviselték. Érdemes megjegyezni, hogy a három vezető cég (Schlumberger, Western Atlas, Halliburton) képviselői a résztvevők 28%-át tették ki.

A háromnapos előadásorozaton 47 előadás hangzott el, a poszter szekcióban 11 bemutató volt és 33 kiállító mutatta be tevékenységét.

A szimpózium színhelye az Adam's Mark hotel volt, amely mindössze 300 m-re van a Western Atlas cég telephelyétől (talán nem véletlenül). A minden igényt kielégítő színhely és a rendezés megszokott „amerikai” színvonala nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a résztvevők hiányérzet nélkül emlékezzenek vissza a rendezvényre.

A szimpóziumon a leköszönő elnök, Bill COREA átadta az elnöki tisztelet John GOULD hivatalba lépő elnöknek.

Érdekes megjegyezni, hogy az ún. keynote speaker Dick CHENEY volt, aki jelenleg a Halliburton cégnél tölt be elnöki tisztséget, előzőleg pedig a Bush-kormány védelmi minisztereként az Öböl-háborúban folytatott amerikai katonai tevékenységet is irányította.

Az előadásokat a következő témakörök köré csoportosították:

- *Electrical Logging* (5 előadás)
- *Case History, Cased Hole and Production Logging* (5 előadás)
- *Geological Applications, Formation Testing* (3 előadás)
- *Lab Measurement of Rock Properties* (4 előadás)
- *NMR [Nuclear Magnetic Resonance]* (7 előadás)
- *MWD/LWD* (5 előadás)
- *Formation Evaluation Techniques* (5 előadás)
- *Acoustic* (4 előadás)
- *Nuclear* (5 előadás)
- *Borehole Imaging and Fractured Reservoirs* (4 előadás)

A háromnapos előadássorozatot megelőző napon — immár hagyományosan — ún. workshop-okat is rendeztek. Ezek általában olyan témákkal foglalkoznak, amelyek nagyobb érdeklődésre tarthatnak számot és az adott terület elismert szakemberei tartják. Nem haszontalan talán, ha megemlítjük ezek címeit:

- *Geological Application of Down-Hole Image Logs*
- *Wireline Formation Testing Technology*
- *Determination of Pore Pressure and Fracture Pressure in Overpressured Compartments Using Petrophysical, Geological and Geophysical data*

A hagyományos tanulmányi kirándulás — amelyen részt vettünk — témája az üledékképződés volt, amelyet a Brazos folyó mentén, ill. a galvestoni tengerparton tanulmányozhattunk, igen hozzáértő vezetés mellett. A strandolók kíváncsi tekinteteinek kereszttüzében és általános elképzelésére kutatóárokot ástunk a homokban, ahelyett hogy a csábítóan hűs tengerben múltunk volna az időt a közel 40 °C-os melegben, amelyhez 97%-os páratartalom is járult.

Az előadásokról általában a következőket mondhatjuk:

- *Sok előadás foglalkozott a horizontális fűrólyukakban mért — néha igen bonyolult problémákat felvető — hagyományos, ill. MWD szelvények értelmezésével.*
- *Az akusztikus szekcióban elhangzott előadások szinte kizárólag a teljes hullámkép feldolgozásával (nyíró hullám sebességének meghatározása) foglalkoztak. Akusztikus méréseken itt már mindig dipól gerjesztésű méréseket kell érteni.*

— *Változatlanul nagyon népszerűek az NMR (Nuclear Magnetic Resonance) mérések. Olyan vélemények is elhangzottak, hogy a megrendelők kezdik hanyagolni a hagyományos méréseket és csupán a csodafegyverként kezelt NMR-t igénylik.*

Az SPWLA és az AAPG (American Association of Petroleum Geologists) egyesülésének gondolata már a tavalyi szimpóziumon felmerült. A jelenlegi helyzetről egy külön tájékoztató hangzott el, amelyen minden regisztrált részt vehetett. Eszerint az egyesülés tényként kezelhető, a szerződés aláírása a közeli jövőben várható. Annak ellenére, hogy kételkedő hozzászólások is elhangzottak, főleg európai SPWLA-tisztségviselők részéről. Az ellenvélemények főként azt vetették fel, hogy mivel az AAPG-nek közel 40 000 tagja van — szemben az SPWLA kb. 3000-es tagságával — az SPWLA másodrendű szerepre lenne kárhozthatva. Megnyugtatóan azt közölték, hogy szervezetünk csupán társult szervezete lenne az AAPG-nek, önállóságunk továbbra is megmaradna, de élvezhetnénk mindazokat a szolgáltatásokat (gazdasági, szervezeti, szervezési stb.), amelyeket egy ilyen nagy szervezet sokkal hatékonyabban tudott magának kiépíteni. Például minden SPWLA-tag automatikusan AAPG-tag is lenne. Az SPWLA sokkal nagyobb publicitást kapna. Ígéretet kapott a szervezet arra, hogy az AAPG kiadványaiban rendszeresen szerepelhetnének értelmezési cikkek. Az éves találkozók közösen lennének, megteremtve ezzel az összes „átjárás” lehetőségét a másik szervezet előadásaira (hasonlóan az EAGE-hez, ill. az európai szelvényértelmezési közös rendezvényhez). Ellenérvként merült fel, hogy ekkora méretű rendezvény lebonyolítása már igen nehéz feladat lenne, bár az amerikaiak szerint ez nem jelent gondot. Az európaiak azonban szkeptikusan nyilatkoztak erről a kérdéstről. Az 1999-es oslói közös rendezvény lesz a főpróba.

Mint köztudott, a Budapest Chapter elküldte ajánlatát a 2000-es szimpózium rendezésére, amelyet végül is nem nyert el (Dallas, Texas lett a nyerő), de ajánlatunkat 2001-re is érvényesnek tekintik. A személyes beszélgetésekből azonban azt lehetett leszűrni, hogy mivel az Amerikán kívüli SPWLA-rendezvények amúgy sem gyakoriak, ill. a többségében amerikai résztvevők utazási költségeinek jelentős megdrágulása miatt kevés az esély, hogy az 1999-es évet követően 4–5 éven belül Budapest el tudná nyerni a rendezési jogot. További nem kis nehézség, hogy egy várhatóan 4–5 ezer résztvevős rendezvény lebonyolítása esetleg már meghaladná Budapest lehetőségeit (a holland

Chapter elnöke szerint erre Hollandia sem vállalkozna).

A közelséget kihasználva a Western Atlas üzemlátogatásokat szervezett a telephelyükre, ahol másfél óra alatt körbevitték az érdeklődőket, bemutatva ezzel a teljes szonda-felszíni egység gyártási folyamatot. Működés közben ismerhettük meg a már tényleg a 21. századot idéző, méreteiben is igen impozáns ECLIPSE felszíni rendszer legújabb változatát, amely inkább számítástechnikai laboratóriumhoz hasonlít, mint terepi műszerkocsihoz.

Végül szólnunk kell a szimpózium városáról, Houstonról is néhány szót, amelyet nem véletlenül neveznek a világ energia-fővárosának. Itt vannak a nagy olajcégek főhadiszállásai és gyakorlatilag minden olyan cégnek van itt képviselete, amely valamit is számít az olajüzletben. Houston 4,1 millió lakosával Texas legnagyobb, az USA 4. legnagyobb városa. Méreteire jellemző, hogy a város szélén lévő repülőtér kb. 35 km-re van a downtown-tól, a város szorosabb magját körülölelő autópálya

összes „loop” pedig több mint 80 km hosszú. Bár a város nem a tengerparton fekszik, mégis az egyik legnagyobb amerikai tengeri kikötő, mivel a Mexikói-öböllel egy 84 km hosszú, mindenféle nagyságú hajó számára hajózható csatorna köti össze. A június közepének megfelelő klíma a közép-európai ember számára légkondicionálás nélkül nem elviselhető, a trópusi forróságot gyakorta szakítja meg viharos széllel kísért özvényszerű esőzés. A mexikói határ közelsége miatt igen nagyszámú a spanyol ajkú népesség, ezért nagyon sok helyen spanyolul is beszélnek.

A kiállításon önálló standdal szerepelt a következő szimpózium vendéglátó Chaptere, a Denver Chapter. Az 1998 évi rendezvény szokatlan módon nem egy nagyvárosban lesz, hanem a Colorado állambeli — Denvertől mintegy 50 mérföldre fekvő — Keystone nevű üdülővárosban, ahol a szervezők szerint minden feltétel adott a 39. szimpózium 1998. május 25–28. közötti megrendezéséhez.

Marton Tibor, Császár János

KEDDI ELŐADÁSOK A SOPRONI GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI KUTATÓINTÉZETBEN

1997 ősz

(A teljesség kedvéért közöljük azokat az előadásokat is, amelyek lapunk megjelenésének idejére már elhangzottak.)

A *Keddi előadások* 1991-ben kezdődtek az Intézetben és általában minden szemeszterben a földtudományok és társtudományai, például a fizika, matematika, statisztika, csillagászat, meteorológia, neves külföldi és magyar képviselőinek hat előadására kerül sor, egyet pedig az Intézet kutatóinak egyike tart. Résztvevőket a magyar intézményekből és egyetemekről, valamint a szomszédos országokból toborzunk. Az előadások nyelve általában angol, kivéve, amikor egyetlen külföldi vendég sincs és az előadó is magyar.

Az előadások rendszerint kedden 11 órakor kezdődnek, nagyjából egy órással, és vita követi őket.

— Szeptember 23.

Dr. Ioane DUMITRU (Román Földtani Intézet, Bukarest): *Geoid a geofizika számára*

— Október 28.

Dr. LUDMÁNY András (MTA Napfizikai Observatórium, Debrecen): *Tömegkilöklődések a koronából (CME)*

— November 13. (kivételesen csütörtökön)

MÉSZÁROS Ernő professzor (Veszprémi Egyetem): *Az emberi tevékenység hatása az éghajlatra*

— December 2.

Dr. BOTH Előd igazgató (Magyar Űrkutatási Iroda): *A magyar űrkutatás helyzete, tervei és nemzetközi kapcsolatai*

— December 16:

Dr. KALMÁR János (Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Sopron): *A polártranszformáció kiváltása*

A program, a változások (bővülések, törlések és más változások) megtalálhatók az Intézet honlapján is (www.ggki.hu). Ha az Olvasó bármelyik előadás iránt érdeklődik, kérjük, először ezen az Internet címen érdeklődjék.

Verő József

AZ ELGI KÖNYVTÁRÁNAK HASZNÁLATÁRÓL

Felhívjuk a Geofizikai Intézet könyvtárára azoknak a geofizikus szakembereknek a figyelmét, akik önálló tevékenységet folytatnak és munkájuk elvégzéshez nem áll rendelkezésre megfelelő szakirodalmi háttér.

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet könyvtárának alapját EÖTVÖS Loránd hivatali és személyes hagyatékából származó könyvek és kéziratok képezik.

A könyvtár 1922 óta gyűjti a geofizika és rokontudományai szakirodalmát (könyvek, folyóiratok, térképek, különlenyomatok, mikrofilmek, szabadalmak, szabványok prospektusok, CD-k stb.). A jelenlegi állomány kb. 20 000 kötet könyv, közel ugyanannyi folyóirat, illetve időszaki kiadvány. Az Intézet gondozásában megjelenő kiadványokért cserébe 55 országból kapunk a geofizika és a rokontudományok területéről értékes szakirodalmat.

Az állományt betűrendes és szakkatalógus tárja fel, 1989-től a MICROISIS programrendszer segít-

ségével. A könyvtár által kiépített adatbázisokon kívül CD-ROM adatbázisok, valamint különféle CD-k használatára, (pl. a *Geophysics* teljes állománya, a *CD Jogtár* stb.) van lehetőség.

A könyvtár az ELGI épületének III. emeletén található. A könyvtár nyilvános, használata ingyenes, de külső tagok a kölcsönzési szabályzatban meghatározott feltételek szerint vehetik igénybe. Az állományában megtalálható kiadványokról másolatot tud készíteni. A könyvtárban az ELGI kiadványai is megvásárolhatók.

A könyvtár telefonszáma: (1)363-2835 vagy (1)252-4999/262.

E-mail címe: libr@elgi.hu

Címe: 1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23., III. emelet 308.

Nyitva tartás: munkanapokon 8.30–14.00 óráig.

Mészárosné Jellinek Beáta
könyvtárvezető