

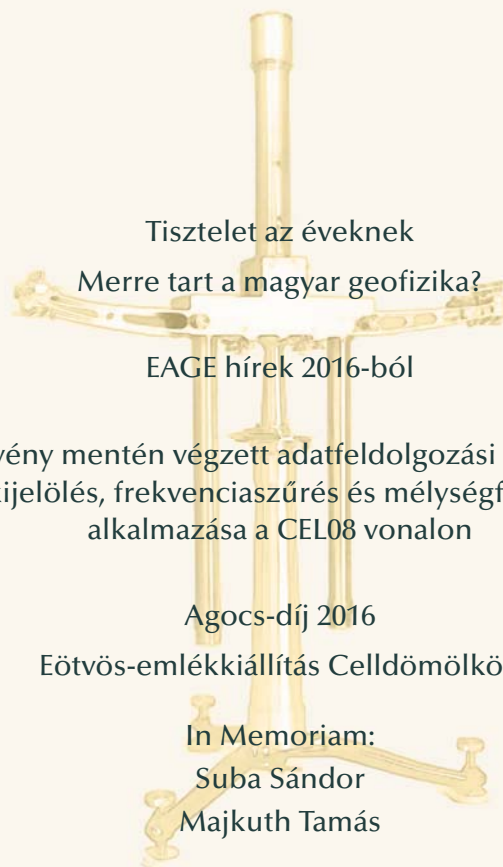
MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

A MAGYAR
GEOFIZIKUSOK
EGYESÜLETÉNEK
FOLYÓIRATA



JOURNAL OF THE
ASSOCIATION
OF HUNGARIAN
GEOPHYSICISTS



Tisztelet az éveknek

Merre tart a magyar geofizika?

EAGE hírek 2016-ból

Szelvény mentén végzett adatfeldolgozási eljárások
– hatókijelölés, frekvenciaszűrés és mélységfókuszálás –
alkalmazása a CEL08 vonalon

Agocs-díj 2016

Eötvös-emlékkiállítás Celldömölkön

In Memoriam:

Suba Sándor

Majkuth Tamás



MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

57. évfolyam (2016) 2. szám



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK FOLYÓIRATA
JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

TARTALOM • CONTENTS

MGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

- 55 Tisztelet az éveknél (Members of honoured ages) – *Hegybíró Zs.*
58 Merre tart a magyar geofizika? (Where is Hungarian geophysics tending?) – *Verő L., Rezessy G., Kakas K.*

EAGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF EUROPEAN GEOSCIENTISTS AND ENGINEERS

- 67 EAGE hírek 2016-ból (EAGE News, 2016) – *Törös E.*

TANULMÁNY • PAPER

- 69 Szelvény mentén végzett adatfeldolgozási eljárások – hatókijelölés, frekvenciaszűrés és mélységfókuszálás – alkalmazása a CEL08 vonalon (Data processing along a profile – semi-automated source detection, frequency filtering and depth slicing (CEL08 profile)) – *Kiss J., Prácser E.*

HÍREK • NEWS

- 88 Agocs-díj 2016 (Agocs award 2016) – *Kis K.*
89 Eötvös-émlékiállítás Celldömölkön (Eötvös memorial exhibition in Celldömölk) – *Pályi A.*

IN MEMORIAM

- 91 Suba Sándor – *Böszörményi I., Kánnár T., Kiss B.*
92 Majkuth Tamás – *Bodoky T.*

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

57. évfolyam (2016) 2. szám

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK FOLYÓIRATA
JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

Főszerkesztő • Editor-in-Chief

DR. BODOKY TAMÁS

E-mail: bodoky.tamas@mfgi.hu

Szerkesztőbizottság • Editorial Board

DR. BARÁTH ISTVÁN, KAKAS KRISTÓF, DR. LENKEY LÁSZLÓ,

DR. PETHŐ GÁBOR, DR. SZARKA LÁSZLÓ, VERŐ LÁSZLÓ

Technikai szerkesztő • Technical Editor

HOCK GÁBOR

E-mail: hockg@t-online.hu



Lapunk megjelenését a Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan Működő Részvénytársaság támogatja

A szerkesztőség a szakcikkeket (tanulmányokat) szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsorát az évvégő számban tesszük közzé. A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, ill. közölhetőségéért kizárólag a szerzők tartoznak felelősséggel.

Kiadja a Magyar Geofizikusok Egyesülete
A kiadásért felel: Horváth Zsolt

Szerkesztőség: 1145 Budapest, Columbus u. 17–23.
Telefon/Fax: (1) 201-9815
Titkársági e-mail: postmaster@mageof.t-online.hu
Honlap: www.mageof.hu

Borító, tipográfia és nyomdai előkészítés:
EP Systema Bt., Budapest

Készült: NestPress Kft., 1116 Budapest, Vegyész u. 17–25.
Felelős vezető: Fekete Iván

Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél
(1371 Budapest, Pf. 433, Telefon/Fax: (1) 201-9815)
egyesületi tagoknak tagdíj ellenében
Megjelenik évente négyszer

INDEX: 26 507
HU ISSN 0025-0120

Tisztelet az éveknek

Kedves Ünneplő Szeniorok!

Ebben a rovatban kerek születésnapjuk alkalmából köszöntjük tagtársainkat. Idén Önökön a sor.

Nagy szeretettel és tisztelettel nézzük végig mindig a névsort és jutnak eszünkbe kedves, esetenként megható, Önökhöz kapcsolódó események – akár hivatalos, munkahelyi vagy személyes emlékek. Kortársaim, a fiatalabb generáció és a magam nevében is köszönöm a sok segítséget,

jó tanácsot, iránymutatást. Kérem, hogy amennyire erejükből, idejükből telik, kísérjék továbbra is figyelemmel az egyesület munkáját, tevékenységét, és megújulási törekvéseit és vegyenek részt benne, gondolatokkal, ötletekkel és ha lehet személyes jelenlétükkel.

Sok szeretettel kívánok Mindannyiuknak jó egészséget, sok örömet és vidámságot!

Várjuk Önöket az egyesületben amikor idejük és lehetőségük ezt megengedi.

Hegybíró Zsuzsanna

95. születésnapját ünnepli

Frenzl Balázsne

90. születésnapját ünnepli

Dank Viktor, Sajti László

85. születésnapját ünnepli

Gereben László, Hoffer Egon, Szabóné Czigony Ilona, Ujfalussy Antal, Vados István

80. születésnapját ünnepli

Balla Kálmán, Baráth István, Barvitz Anna, Nagy Zoltán, Szalai József, Zelenka Tibor

75. születésnapját ünnepli

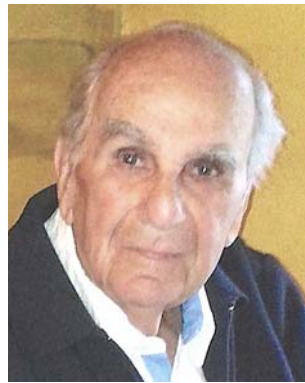
Bardócz Béla, Bihari László, Bodoky Tamás, Czifra Ferenc, Kováts Zsombor, Mészáros Ferenc, Ónodi Tibor, Simon András, Taba Sándor

70. születésnapját ünnepli

Dávid Gyula, Draskovits Pál, Juhász Sándor, Mód Gábor, Szendrő Dénes, Thuma Attila, Tóth Csaba, Tóth Péter



Frenzl Balázné



Dank Viktor



Sajti László



Gereben László



Hoffer Egon



Ujfalusy Antal



Vados István



Balla Kálmán



Baráth István



Barvitz Anna



Nagy Zoltán



Szalai József



Zelenka Tibor



Bihari László



Bodoky Tamás



Czifra Ferenc



Kováts Zsombor



Mészáros Ferenc



Ónodi Tibor



Simon András



Taba Sándor



Draskovits Pál



Juhász Sándor



Szendrő Dénes



Thuma Attila



Tóth Csaba

Merre tart a magyar geofizika?

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2016. március 10-én szakmai fórumot tartott a magyar geofizikának a nemzetgazdaságban és a nemzetközi tudományos életben betöltött és lehetséges szerepéről, a munkáltatói igényekről, a geofizikusok tapasztalatairól és lehetőségeiről. A fórum lehetőséget biztosított a versenyszférában, a tudományos területen, illetve az oktatásban működő szervezetek, valamint az egyes személyek közötti párbeszédre. A rendezvény helyszíne a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet díszterme (Budapest Stefánia út 14) volt. Az elhangzott korreferátumokataz alábbiakban időrendben közöljük.

Megnyitó



Horváth Zsolt, a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke

Tisztelt tagtársak, kedves vendégek!

A Magyar Geofizikusok Egyesülete nevében tisztelettel köszöntöm a „Merre tart a magyar geofizika” fórum minden résztvevőjét. Nagy örömünkre szolgál, hogy mind a témáját, mind pedig a műfaját tekintve rendhagyónak számító vitafórumon ilyen nagy számban megjelentek, ezzel is kifejezve érdeklődésüket és elköteleződésüket a szakma, és annak jövője iránt.

De miért is vagyunk ma itt? Három évvel ezelőtt, tagsági kezdeményezésre fogalmazódott meg az Elnökség részéről a gondolat, hogy felmérés készüljön a geofizikus végzettséggel rendelkezők helyzetéről és véleményükről a hazai geofizika jelenét és jövőjét illetően, ezáltal képet alkotva a magyar geofizika állapotáról. A felmérés 2014-ben megtörtént, a beérkezett válaszok összesítése pedig 2015-ben megjelent a *Magyar Geofizikában*.

A felmérésből nyilvánvalóvá vált, hogy a témát itt lezárni nem lehet és nem is szabad. Számos kérdés megválaszolására vár akár az oktatás, akár a pályakezdés vagy éppen az újbóli szakmagyakorlás kilátásainak területén. Választ vár a

végzős hallgató: vajon kínálnak-e hosszú távú perspektívát a hazai lehetőségek? Választ várnak az oktatásban résztvevők: szükséges-e, és ha igen, milyen irányban kell fejleszteni a képzést, hogy piacképes diplomásokat engedhessenek útjukra? Választ várnak a piaci szereplők: biztosított-e a megfelelő munkaerőforrás céljaik eléréséhez? Választ várnak az állásukat veszítették: milyen kilátásaik vannak a szakmában az újraelhelyezkedésre, és ott milyen szakmai kompetenciáknak kell megfelelniük? Végül választ várnak aggódó nyugdíjasaink: mit tud és mit kíván tenni a szakma önmaga megmaradása és fejlődése érdekében.

Tisztelt Fórum! A mai rendezvényünk hivatott e kérdések lehetőség szerinti megválaszolására, a geofizika jövőjét szolgáló gondolatok megfogalmazására, megvitatására és a szakmai összefogás erősítésére.

Igen, az összefogás erősítésére. Mert ahol az összefogás erős, ott a jövőkép is biztatóbb. Mi jól tudjuk, és mi tudjuk igazán, mit adott az országnak, sőt a világnak a magyar geofizika. Bízva abban, hogy ezek a gondolatok eljutnak e neves intézet falain kívülre, felelős helyekre, említsük meg Eötvös Loránd nevét és munkásságát, mely jól ismert és elismert világszerte. Ahogyan itthon fejlesztett műszereink is, melyek nélkülözhetetlen részévé váltak a legkülönbözőbb ásványi nyersanyag-kutatásoknak. De hosszan lehetne sorolni azokat az elméleti és gyakorlati eredményeket, melyek a hazai geofizika művelőinek érdemeit öregbítik, és nem utolsó sorban szervesen hozzájárultak az ország fejlődéséhez. Ezek komoly érdemek és értékek, melyeket őrizni, és továbbvinni kell.

Különösen most, amikor a gazdasági viszonyok világszerte oly mértékben változnak, és gyakran nem éppen a kívánatos irányt véve. Az utóbbi évek gazdasági történései vállalatok felszámolásához, a megmaradni tudók esetében pedig a bányászati tevékenységek kényszerű csökkenéséhez, ezáltal a szakember létszám zsugorodásához vezettek. A feladat tehát adott: megtalálni a megfelelő választ a környezeti változások okozta kihívásokra.

Tisztelt Fórum! Kívánom, hogy ez a nap legyen egy új korszak kezdete a magyar geofizika történetében. Egy olyan korszak kezdete, ahol a múlt értékeiből táplálkozva, a jelen szakembereinek összefogásával megalapozódhat egy kiszámíthatóbb jövő.

Beszámolók, hozzászólások

Hazánkban jelenleg a legnagyobb volumenű geofizikai tevékenységet a MOL Magyarország folytatja, ezért a magyar geofizikusok számára alapvető fontosságú ennek a vállalatnak a tevékenysége. Kiss Károly, a kutatási projektek vezetője a magyarországi olajipar jelenéről és jövőjéről beszélt.



Kiss Károly, MOL Magyarország

A jelen

A magyarországi termelés szerepe kulcsfontosságú a MOL Csoportban. Bár a mezők többsége régóta termel, és ezeken a mezőkön a termelés egy természetes leszálló ágban van, kiemelkedő eredmény Magyarországon, hogy az elvégzett beavatkozásokkal, mezőfejlesztésekkel a szénhidrogén-termelés csökkenését az érett, régóta működő mezőkön 2015-ben sikerült megállítani. A kutatás szerepe nem változik, továbbra is cél új készletek biztosítása, ami a kutatás szempontjából is érett területeken nagy kihívást jelent. A modern kutatásban az elmúlt időszakban a 3D szeizmika alkalmazása általánossá vált. A mérési adatok értelmezésével az alapvető feladatokon túl ma már a direkt szénhidrogén-indikátorokat, attribútumok elemzését is sikerrel alkalmazzák a geológiai valószínűség növelésére és a kockázatok csökkentésére. Az utóbbi 10–15 év ez irányú sikereire példa a Battonya-Pusztaföldvár terület, ahol másfél-két év alatt 11 kútból 10 sikeres volt, és az egy „sikertelen” is termelt nem ipari értékű gázt. Ez pedig a modern geofizikai eszközöknek és az integrált értelmezésnek köszönhető. A trendre jellemző, hogy az elmúlt öt évben 2D szeizmikus mérés csak 54 km-en történt, 3D viszont 3500 km²-en. A lyukgeofizika évente 8–10 kutatófúrás mérési programját és feldolgozását jelenti, beleértve a VSP-t is. Szeizmikus mérésen kívül csak nagyon kevés más, geofizikai mérés, így magnetotellurikus kutatás történt. Újdonságként kiemelhető a passzív szeizmikus monitorozás, amelyet az elszórt rétegrepszítés közben használtak.

A jövő

A területek érettek, csak véges lehetőségek vannak kutatásra és a termelés növelésére. A jelent és jövőt befolyásoló tényezők között lényegesek az új koncessziós területek. 2010 és 2012 között lecsökkentek a hozzáférhető terület méretei, lejártak a licencek. A MOL ebben az időszakban is változatlanul évente 8–10 fúrást mélyített. 2012–13-tól elindult a koncessziós rendszer, amely az aktivitás növekedését eredményezi. Jelenleg a MOL két blokkon kutat, a Szegedi-medence Nyugat és Okány-Kelet területen, ahol a programokban szeizmikus mérés/feldolgozás és természetesen ezek geofizikai értékelése is szerepel. A harmadik, és a jelenlegi tevékenységeket befolyásoló tényező az olajár. A 30–40 dollár miatt a MOL beruházásai, így kutatási tevékenysége is csökken, amit az alacsony olajár melletti alacsony megtérülések okoznak. A jelen környezet azonban kiváló időszak a felkészülésre, fel kell mérni, mink van még, merre tovább.

A 3D szeizmikus mérések és az ezekhez kapcsolódó értelmezési munkák továbbra is a kutatás fő eszközei maradnak, ugyanakkor a szeizmikus adatok rezervoargeológiai – rezervoírmódellezési alkalmazásaiban is vannak még további lehetőségek.



Fancsik Tamás, igazgató, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

A hazai geofizika fejlődését legalább e három tényező evolúciója határozza meg:

– A geofizika önálló diszciplína, de többnyire földtani kérdésekre kell válaszolnia, igény a földtani kutatás oldaláról van. Kell az alkalmazott fizikai és földtani tudás is. A nagyközönség számára megjelenő értékelések háttérben ott van a geofizika.

– A mérnöki szolgáltatók állapotát annak az ágazatnak a nemzetgazdasági állapota határozza meg, amelyhez tartoznak. Ez a bányászat, amely ma nem sikerágazat. Csak akkor lesz igény geofizikai szolgáltatásra, ha fejlődik;

– Néhány tudományos kutatóintézettől és egyetemtől eltekintve a hazai tevékenységek és munkahelyek a piactól függenek.

Az MFGI alkalmazottainak létszáma emelkedést mutat. Ezen belül a geofizikusok létszámában azért volt csökkenés, mert nem sikerült a nyugdíjba menőket pótolni. Figyelembe kell venni, hogy geofizikus az, aki ilyen diplomát kap, vagy az, aki ezzel foglalkozik, és annak is vallja magát. Ugyanakkor nem minden geofizikus végez geofizikai tevékenységet (az MFGI-ben 8 fő). Mindent egybevetve, az MFGI-ben átlagosan 50 geofizikus alkalmazására volt és van lehetőség, és a geofizikai szakterületeken kimutatható „geofizikus”-hiány átlagosan 12 fő. De ehhez hozzá kell tenni: „amennyiben változatlan helyzetben tudunk működni a továbbiakban”.



Szarka László, igazgató, MTA CSFK GGI

A magyar geofizika és a magyar geológia (a teljes magyar földtudomány) sorsa hasonló. 1990-ben a nyugati cégek még tartottak az erős magyar geofizika piaci versenybe lépésétől.

A földtudománynak tisztában kell lennie azzal, hogy a legfontosabb környezeti tényezők (az energia és az ásványi nyersanyagok, az édesvíz, a talaj, a környezet) nagyrészt földtudományi vonatkozásúak.

Elsősorban a földtudomány felelőssége, hogy elvégezze – globálisan és hazai szinten is – a természeti kincsek (erőforrások és a környezet) újraértékelését, reálisan tárja fel a lehetőségeket. A tudomány ez idáig mindig nyújtott valamiféle előremenekülési lehetőséget, de a földi korlátok egyre szembetűnőbben kirajzolódnak. Egy hamis paradigma foglyai vagyunk.

A „kutatás” mint fogalom értelmezésében külön kell foglalkozni az angol nyelvben világosan megkülönböztetett „research”-csele és „exploration–survey”-vel. Míg az első inkább „tudományos” jellegű, a második „mérnöki” diszciplína. A „research” – amely nem kötődik a minisztériumokhoz – elsősorban az akadémiai, egyetemi szektor feladata.

Mivel az MTA-nak esetleg szerepe lehet a közeljövő törvényeiben, az előadásnak ezt a részét részletesebben kell és

lehet is ismertetni. Lázár János, aki a nevét adta ahhoz a bizonyos listához, kijelentette: „A megszűnő intézetek egy része csatlakozhat egyetemekhez vagy az Akadémiához”. A megszűnő, minisztériumokba beolvadó intézményekkel kapcsolatos esetleges akadémiai-egyetemi teendőket meghatározza, hogy összesen négy „földtudományi” jellegű intézmény van: a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI), az MFGI, az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ), a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH). Ezekből gyakorlatilag legfeljebb kettőt érinthet a csatlakozás lehetősége, részben az MFGI-t és a FÖMI-t, kevésbé az OMSZ-t. Lovász László, az MTA elnöke a 2016. február 16-i főigazgatói értekezleten közölte, hogy a Lázár Jánossal való egyeztetés alapján „elkezdődhet a kutatócsoporti szintű egyeztetés”. Az MTA CSFK nem kezdeményezi, de nyitott átvenni kutatócsoportokat, amelyeknek inkább a nemzetközi tudományos versenyben van a helye. Szakemberek által végzett, szakmailag értelmes elválasztásra lenne szükség. Ezt nem lenne szabad a politikai döntéshozókra bízni, mert abból csak rossz eredmény jöhet ki.

A két tanszékvezető, Timár Gábor (Eötvös Loránd Tudományegyetem, ELTE) és Turai Endre (Miskolci Egyetem, ME) természetesen a bármely tudományágban az utánpótlást, azaz a jövőjét alapvetően meghatározó oktatási tevékenységet ismertetik.



Timár Gábor, tszv. egyetemi docens, Eötvös Loránd Tudományegyetem

Az ELTE Geofizikai és Űrkutatási Tanszékén is a közel-múltban, 2005 és 2010 között szűnt meg az egységes, öt-éves képzés, helyébe lépett a bolognai rendszer, a három-éves BSc-képzés után kétéves MSc-képzés. A földtudományi alapszakon 120 támogatott hallgató lehet, ebben van a geofizikus szakirány, a fizikus és környezettudományi alapszakon is van geofizika. Az új rendszer jótékony hatása:

a végzettek (MSc) száma a 2000-es évek elején jellemző évi 1–8-ről fokozatosan 12–17-re emelkedett (ebből úrkutató 1–3 fő/év). A BSc szakirányon kezdetben 25–28 fő/év volt, 2015-től 18 fő/év, mert 160-ról 120-ra csökkentette az állam a támogatott helyek számát a földtudományi alapszakon. Az MSc-képzés fő bemenete a saját szakirány, de 25% máshonnan jön (más egyetemről, határon túlról). Néhányan a geológus szak után a geofizikust is elvégzik. Eddig nem volt gond az elhelyezkedéssel, pedig növekedett a létszám. 2014-ig főleg az ipar, 2014-ben és főleg 2015-ben az akadémiai kutatóintézeti szféra és az MFGI volt a felvevő. 2014-től markánsan megjelenik 25–30%-os aránnyal a külföldi munkavállalás (PhD-képzések, főleg Svájcban, Németországban, az Egyesült Királyságban, valamint az iparban, a nagyobb cégeknél). A jelenlegi hazai boom átmeneti, a paksi projektnek köszönhető. Az oktatásban kiemelt szerepet játszik az általános geofizika, a felszínközeli (mérnökgeofizikában alkalmazott elektromos és mágneses) és a szénhidrogén-kutató (szeizmikus, lyukgeofizikai) geofizikus tananyag, egyik sem kiemelt. Ezeket egészítik ki a szemléletfejlesztő, alapozó tárgyak (inverzió, informatika, projekttervezés). Tíznapos teregyakorlatok vannak a BSc-képzésben a második- és harmadik év között. Ezek lebonyolításában, támogatásában a MOL, a GeoLog, a Geomega, a GeoInform, az MFGI, az MTA CSFK GGI vállal szerepet. A tanszéken 6,5 főállású oktató dolgozik, 5,5 geofizikus, Lichtenberger János pedig az úrkutató tárgyat tanítja, de kell a külső segítség is. Az oktatás jövőjének tervezésénél figyelembe kell venni, hogy a szénhidrogénpiac a volatilitása miatt már nem stabil bázis. Az alternatív energiaforrások közül csak a geotermika releváns, szintén bizonytalan. A szélesebb értelemben vett geofizikus gondolkodásmód más területen is hasznosítható, bizonyíték a sokféle területen érvényesülő pályaelhagyó. Ennek megfelelően alakul flexibilisebbé a képzés: az inverzió mellett visszakért a programozás, amely a 90-es években már volt, aztán kikerült, távérzékelési alkalmazások, például a LIDAR, a lézer alapú távérzékelés, ebben együttműködés van a Bécsi Műszaki Egyetemen, illetve várható az úrkutató szakirány szerepének felértékelődése a klímaváltozás miatt.

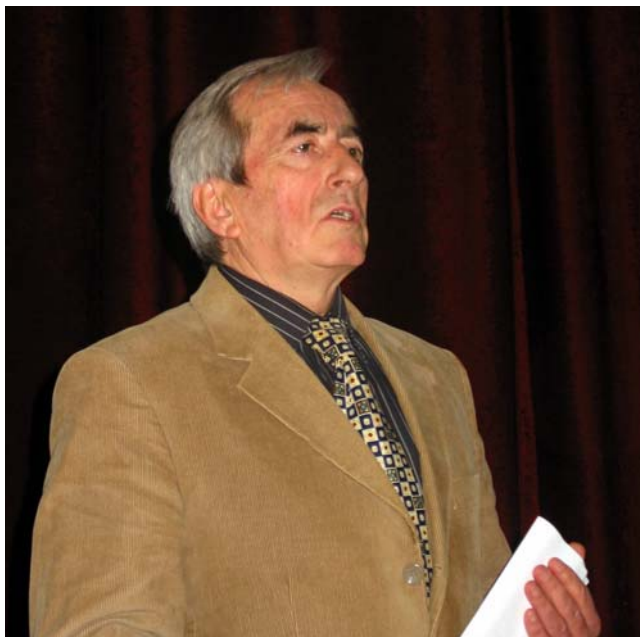
Nyilván a Miskolci Egyetem, ezen belül a geofizikus-mérnök-képzés közelmúltjának története sok hasonlóságot mutat az ELTE idevágó történelmével. Turai Endre szerint a geofizikára mint szakmára szükség van, de hozzá kell tenni, kvalifikált szakembereknek kell művelni. Mindkét tanszék 1951-ben jött létre, de akkreditációjuk különböző (research, illetve exploration–survey jellegű). Sosem ellenségeskedve működnek együtt. Miskolcon geofizikus-mérnököket és geoinformatikus-mérnököket képeznek a selmeci hagyományok szellemében. Az egyetemnek jelenleg hét kara van, a három műszaki kar egyike a Műszaki Földtudományi Kar. A Karon belül hét Intézet működik, köztük a Geofizikai és Térinformatikai Intézet. Ennek az Intézet-



Turai Endre, egy. docens, intézetigazgató, Miskolci Egyetem

nek két tanszéke van, a Geodéziai és Bányamérési Intézet Tanszék és a Geofizikai Intézet Tanszék. A Geofizikai Tanszék oktatói a műszaki földtudományi alapszak három és fél éves BSc-képzésének valamennyi szakirányán előadnak, összesen 60–100 hallgatónak. A földtudományi szakirányon a geofizikus-mérnök specializációt ezen felül a tanszék vezeti, és elvégzi a záróvizsgáztatását évente 15–25 hallgatónak. A két féléves MSc-képzésben hasonló a helyzet. A földtudományi mérnöki szakon a tanszék feladata tárgyak oktatása a szak mindhárom – geológus-mérnöki, geofizikus-mérnöki, geoinformatikus-mérnöki – szakirányán, 12–18 hallgatóval. Ezen felül a geofizikus-mérnöki és geoinformatikus-mérnöki szakirány vezetése és a záróvizsgáztatás. Külön meg kell említeni a European Geotechnical and Environmental Course nevű, angol nyelvű képzést évente 10–20 hallgatónak, ahol szintén oktatás folyik. A tanszék lesz a szakvezetője a 2014-ben akkreditált és 2017 decemberében induló „MS in petroleum geoscience engineering” című képzésnek, amely a MOL által Miskolcon alapított tanszék szervezésében fog folyni. A PhD-képzés a Mikovinyi Sámuel Földtudományi Doktori Iskola keretei között történik.

A 123 fő között vannak olyanok is, akik BSc és MSc oklevelet is szereztek, a korrigált létszám így 117 fő, azaz évente átlagosan 7,8 hallgató végzett a Geofizikai Tanszéken. A hagyományos képzéshez képest nagyon lecsökkent a végzők száma az MSc szakon, kevesebb a jelentkező, és nagy a lemorzsolódás. A Mikovinyi Sámuel Földtudományi Doktori Iskolában, az alkalmazott geofizikai kutatások tématerületén 11 sikeres doktori védés történt 2001 óta. A PhD-hallgatók száma jelenleg öt fő. Az oktatók száma hat, ezen felül az oktatásban részt vesznek a doktoranduszok is, valamint három külső szakember projekten, valamint többen, a nyugdíjas kollégák és ipari szakemberek közül 0 fontos szerződéssel.



Baksa Csaba, a Magyarhoni Földtani Társulat (MFT) elnöke, egyben a FöCiK küldötte

Gyakorló geológusként több évtizeden át harmóniában dolgoztunk együtt a geofizikusokkal. A bányászat a hetvenes években virult, foglalkoztatta mindkét szakma képviselőit, és cserébe egymástól fontos adatokat kaptak. Ma azonban a bányászat is bajban van, kutatásra MOL-on kívül máshol lehetőség nincs. A lignitbányászat 6–8 millió tonnát, a kő- és ásványbányászat kb. 10 millió tonnát termel, de általában nincs geofizikai kutatásra lehetőség. Kibontakozás a research területén talán nagyobb. Új tudományos eredmény a gravitációs hullámok kimutatása. Ennek kutatása nem geofizika?

A gyakorlati oldal megint az ásványvagyon-gazdálkodás és -kutatás volna. Egy cselekvési terv készült az energiahordozókra 2012-ben, amelyet főként az intézet (MFGI) készített. Fórumokat szerveztünk, hogy a szakmai egyeztetések megtörténjenek, majd véleményeztük az illetékes minisztérium számára. Sokáig semmi sem történt, az év elején tárgyközi egyeztetésre küldték. Lehetett véleményezni, az MFT adott véleményt, de válasz nincs. Összehasonlításként megjegyzem, hogy külföldön előbb nemzeti ásványvagyon-gazdálkodási stratégia születik (pl. Svédország, Hollandia, Németország, Ausztria, Anglia), nálunk még nincs stratégia. Pedig ebből lehetne levezetni a cselekvési tervet, az intézményrendszert, az elvégzendő munkák sorát. Mi fordítva ülünk a lovon, így a stratégiához tartozó vertikum alapjában inog. A FöCiK-nek 10 taggyesülete van, mintegy 10 000 taggal. Több elnökségi ülésen foglalkoztunk a Lázár János miniszter által bejelentett, a földtudományi és bányászati intézményrendszerrel kapcsolatos bürokráciacsökkentési tervvel. Gábris Gyula professzornak, a FöCiK jelenlegi elnökének aláírásával küldtük meg közös véleményünket Lázár Jánosnak, Orbán Viktor miniszterelnöknek, ajánlott levélben és e-mailben is. Az MFT, az MFTT és a MMT külön-külön, de a közös levéllel összhangban lévő levelet is

írtak. A héten, azaz március elején érkezett válasz a Miniszterelnökségi Hivatal ügyintézőjétől, hogy köszönik a levelet, az illetékeshez, egy helyettes államtitkárhoz továbbították. Az valószínű, hogy nem remélhetjük, hogy olyan magas szinten fognak levelünkkel foglalkozni, amelyet mi elvártunk volna.

Megjegyzés: időközben minden érdekelt egyesület kapott választ Kovács Zoltán államtitkártól.

Szinte minden előadás-sorozatban előfordul, hogy valaki – egyéniségéből adódóan – nagyon kitágítja a megadott téma határait, és azt összekapcsolja több, általa fontosnak tartott körülménnyel. Az ilyen előadást, jelen esetben hozzászólást nem lehet röviden ismertetni, nem szenvedhet csorbát az összefüggések teljes sora. A fórumon Horváth Ferenc (MTA Geofizikai Tudományos Bizottság) hozzászólása volt ilyen. A következőkben az előadó által szerkesztett és retorikájában némileg finomított változatot adjuk közre.



Horváth Ferenc, professzor emeritus, Eötvös Loránd Tudományegyetem; MTA Geofizikai Tudományos Bizottság elnöke

Tömören kell fogalmaznom. Első tömör állítás: nem jelentkeztem hozzászólásra, hanem felkértek. Soha nem jelentkeztem volna józan ésszel hozzászólásra, mert amit mondani akarok, úgy tudnám egy mondatban összefoglalni: „Merre tart a magyar geofizika? Semerre.” A magyar geofizika egy viharos tengeren hánykolódó hajó, kiváló személyzettel, kissé ódivatú a hajó, és küzd az elemekkel. Ugyanakkor Búvár Kund módjára, de ugyebár hamis Búvár Kundok fúrják a hajót alulról, és mindenképp annak elsüllyesztését tartják célszerűnek. Ilyen körülmények között a magyar geofizika jövője attól függ, hogy ezt a helyzetet milyen mértékben tudjuk világossá tenni. És itt nem finomkodni kell, hanem világosan kell azt az álláspontot képviselnünk, tiszt-

tában kell lennünk azzal, hogy értéket képviselünk. Tudományos és – hozzáteszem – kulturális értéket képviselünk, és ennek a mai magyar társadalomban óriási fontossága van. Hiszen az értéket a kiművelt emberfők képviselik. És mint a Geofizikai Tudományos Bizottság elnöke mondom, hogy kompetenciánknak tartom az egyetemek mellett az akadémiai kutatóintézetek folyamatos támogatását. Nyugodtan mondhatom, hogy a magyar elme továbbra is megőrizte összes értékét.

Az egyetemre bejövő hallgatók átlagos szellemi színvonalára nagyon egyszerűen meghatározható: egyharmad zseniális mind a mai napig, egyharmad jól használható, egyharmad használhatatlan. Olyan egyszerű lenne, ha nem lenne normatív finanszírozás, ami egy abszolút tévút. Ha az egyharmad, amely használhatatlan, nem jöhetne be az egyetemre, akkor az egyharmad zsenivel és az egyharmad jóval nagyon jól tudnánk dolgozni. Egyetemek esetében egy másik probléma is megoldható lenne: önálló környezettudományi szakember képzésére pedig – itt legyen szabad világosan kimondani – szükség nincs. A környezettudományi szakemberképzés divat lett, és mindannyian bekényszerültünk ebbe a csőbe. Geofizikus, geológus, biológus és vegyész van. Ezek tökéletesen el tudják látni a környezettudományi feladatok megoldását. Véleményem szerint csődöt mondott a környezetvédelem és annak intézményi rendszere. A vörösiszap-katasztrófa nem lett volna, ha egy geofizikust vagy egy ürgeodétát tíz évvel korábban megkérdeztek volna, hogyan mozog a gátrendszer.

A középiskolai képzés rendszerét átszabva továbbra is biztosítani vagyunk képesek még a jelenlegi körülmények között is azt, hogy értelmes szakembereket megfelelő számban bocsássunk ki. Mi lesz azonban ezekkel a szakemberekkel? Vértó szívvel mondom, saját gyerekeimnek is, ha egy csöpp eszük van, külföldre mennek. Magyarországon nincsen számukra hely – és áldjon vagy verjen sors keze –, itt nem tudnak kiemelkedő szakmai munkát végezni. Nagyon súlyos, szörnyű szavak ezek. Trianon után Magyarország azért tudott megmaradni – és együtt itt vagyunk, hála Istennek ebben az épületben, ugye ennek is van egy külön története –, mert fel lett ismerve, hogy a szellemi erő, a képzés, a tudás az, ami ezt a nemzetet együtt tudja tartani. Ez az eszme teljesen elveszett a 90-es évektől kezdődően. De nyugdíjasként még nap mint nap találkozom a fiatalokkal. Látom a szemükben a tüzet, látom a nyugdíjas kollégák szemében is a tüzet, ezt őrizzük meg, legyünk tisztában értékünkkel!

Még egy mondat a kulturális missziókról. Napjainkban olyan mértékben törnek elő a különböző köntösbe bújtt, ezoterikus nézetek, hogy legutóbb nekem magyarították el az üreges Föld elméletét. Komoly, életrevaló, értelmes emberek. Hát hogy lehet az, hogy ezt a kultúrpolitikai missziót nem tudjuk jobban betölteni? Nagyra értékelem azt, amit az MFGI tesz ezen a területen!

Tehát Zrínyi mondásával befejezve, a klasszikus bányászköszöntést visszaidézve: „Sors bona, nihil aliud!” Jó szerencse és semmi más! Ha ez meglesz, tíz év múlva is találkozhatunk itt.



Nagy István, VSP szervizegység-vezető, Geoinform Kft.

Most a karotázis is lefelé tart, az elmúlt 30 év is hullámvasút volt. Jelenleg összesen 20 geozakember, főleg geofizikus dolgozik a Geoinformnál. Tizen a Geofizikai Szolgáltató (GES) Kft.-től kerültek át, szeizmikus feldolgozást végeznek. Ők idősebbek, de van 12, Miskolcon, az utóbbi három évben diplomázott geozakember is. Most folyik iparági beszoktatásuk, a mélyfúrás geofizikai tapasztalatok átadása. Az ipar már említett „nyugodtabb” időszakában kell a megoldást keresni. Nemrég, egy időben egy VSP-vel 2D felszíni szeizmikus szelvény is mértek, lehet, Európában először. A VSP a termelés irányába mutató geofizika felé módosul. A jövőben lesz-e szervezet, intézmény, pénz – ez kérdés, mindig meg kellett harcolni érte. Az optimista jövőkép mellett azonban ott van a félelem is.

Következett a néhai ELGI tevékenységének egy másik folytatója a Geo-Log képviseletében, Szongoth Gábor, aki felmérte, hányan foglalkoznak mélyfúrás-geofizikával az országban.



Szongoth Gábor, VSP szervizegység-vezető, Geoinform Kft.

| | | főállás | mellékállás |
|-----------------|---------------------------------|---------------------|--------------|
| Kutatóintézet | MFGI | 1 | 2 |
| Egyetemek | ELTE Geof. Tanszék | 3 | — |
| | ME Geof. Tanszék | 1 | 3-4 |
| | SZE Geof. Tanszék | — | 1-2 |
| | DE Geof. Tanszék | — | 3-4 |
| Cégek | MOL | 11-12 (22-ből) * | — |
| | Geoinform (Szolnok+Nagykanizsa) | 5 * | 3 |
| | Geomega Kft. | 1 | 3-4 |
| | Geoservice Kft. | 3 | 1 |
| | Geo-Genesis Kft. | — | 1 |
| | VIKUV Zrt. | 1 | 2 |
| | Geoport Kft. | 1 | 2 |
| | Paks II projekt | 1 | — |
| | Geo-Log Kft. | 7 ¾ + 2 | 1 (2) |
| | Mecsekérc | — | 1 |
| | Geosignal | 1 | ? |
| Összesen | | ~ 40 | 20-28 |

A MOL-nál a jelenlegi adat van a zárójelben, a másik a rövidesen várható. A Geoinformnál a szeizmokarotázs nem szerepel. Összesítve a foglalkoztató jellege szerint: egyetemek + kutatóintézetek 5 fő, MOL és Geoinform ~20 fő, Geo-Log ~10 fő, egyebek 8 fő, azaz főállású geofizikus (kizárólag mélyfúrás-geofizikával foglalkozó szakember) az országban ~40 fő, ami nagyon kevés, még a 20–30 besegítővel (nem teljes munkaidőben foglalkozik mélyfúrás-geofizikával, és nem is feltétlen geofizikus) együtt is.

A Geo-Lognál 7 geofizikus (MSc), kettejüknek geológus diplomája is van, 2 geológus (MSc) és egy geofizikus (BSc). Rajtuk kívül még dolgozik 3 mellékállású mélyfúrás-geofizikai szakértő. Több probléma látszik. Az oktatóhelyeken kevés a mélyfúrás-geofizika részaránya, kevés az ipari gyakorlattal rendelkező oktató. Diploma után pedig nincs hol tapasztalatot szerezni, az MFGI-ben is csak egy karotázsos van, megszűnt a szakmai háttér. A kis cégeknél is egy-egy ember van, nincs tudásátadás. Másik kérdés, hogy milyen munkák vannak, ill. lesznek. Főleg a vízkutatás ad munkát, a kútvizsgálatok révén azonban Visontán és Bükkábrányban még van igény mélyfúrás-geofizikára, más bányászat nincs. Külföldi munka is adódik, termálkutak vizsgálata, a Coca-Colának fél Európában dolgoznak. Ezek a munkák nem jövedelmezőek. A nagyobb állami munkák nagyon hektikusak – vagy van, vagy nincs –, ha van, igen magas az elvárás (eszköz és szakember), de legalább fizet, ha késve is. Lehet, hogy pár év múlva már nem tudnánk egy nagyobb projektet megcsinálni, már nem lenne hozzá szakember. A mélyfúrás-geofizika műszerigénye nagy, a műszergyártás szinte megszűnt. Pakson még 80%-ban magyar műszerek dolgoznak, a régi ELGI-s eszközök továbbfejlesztett változataival.

Tóth Tamás, a Geomega cég vezetője optimista. Optimista, mert ezt a szakmát csak optimistaként lehet művelni, de az eddigiekben felsorolt problémákkal egyetért. A Geomega 23 éve, most közel 20 fővel működik. Nemcsak magasan kvalifikált geofizikusokat alkalmaz, hanem geológusokat is, sőt az utóbbiak majdnem túlsúlyba kerültek. Ez az összetétel nagyon előnyös.



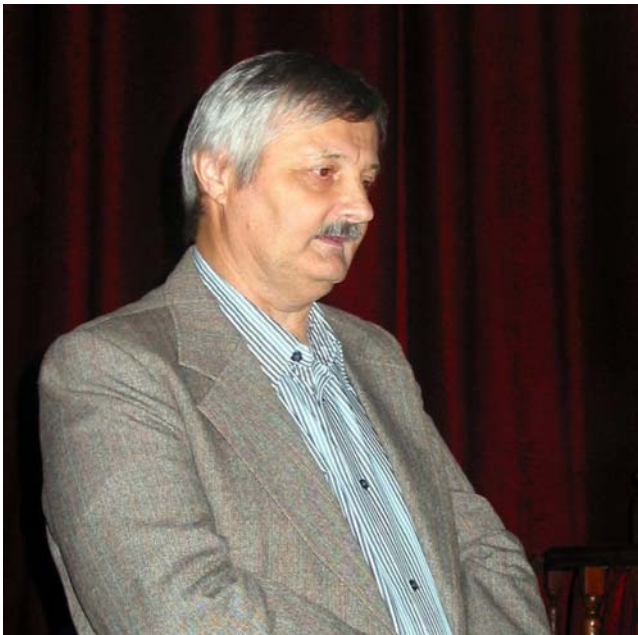
Tóth Tamás, ügyvezető, Geomega Kft.

Földtani, mérnöki eredményt várnak és nem geofizikait – hogyan lehet a mérési eredményt földtani-mérnöki válasszá konvertálni? Ennek eszköze az inverzió, amely azonban nemcsak fontos, hanem veszélyes is, ugyanis többféle modell is kielégíti az inverzió feltételeit. Azt, hogy melyik a jó, a geofizikus nem tudja egyedül eldönteni, csak a geológussal és más szakemberekkel együtt.

A másik kihívás az, hogy miként lehet a geofizikához nem értő megbízó vagy ügyfél számára az információt lefordítani a kérdező szempontjai szerint. Az oktatás feladata, hogy a geofizikus nyitott legyen a kapcsolódó szakterületek iránt, ki tudja elégíteni ezt a kommunikációs igényt.

A beszámolókat sorát Vincze László zárja. Két diplomája eddig nem szereplő kombináció: geofizikus és villamosmérnök. Ez új nézőpontot is jelent. De hova tűntek azok a villamosmérnök kollégák, akik „csak” foglalkoztak a geofizikával? Vincze László 1991-ig az ELGI-ben dolgozott, 25 éve egyéni vállalkozó. Szakterülete a felszíni geofizika.

A kezdet nagyon nehéz volt, 15 évvel ezelőtt jött a szerencse: a környezetvédelem, ezen belül is a hulladéklerakók szigetelésének vizsgálatára vonatkozó igény. Ez az általa marginálisnak nevezett terület megbízható forrás, ebből él a négy főből álló cég.

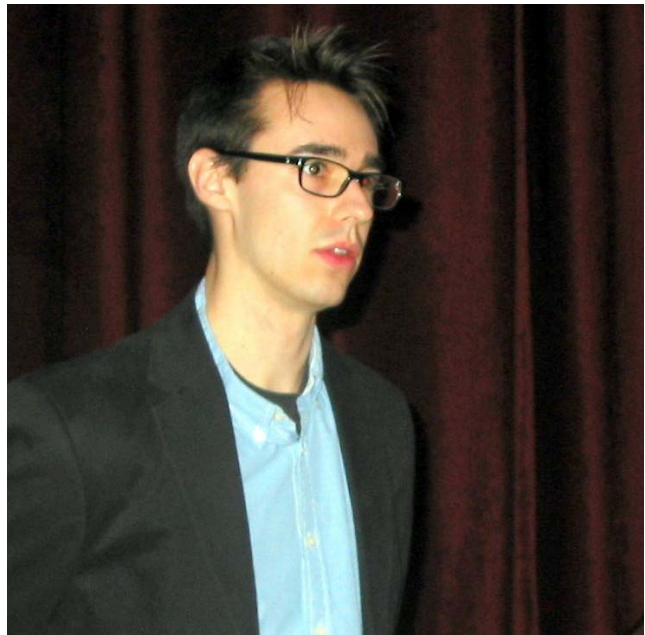


Vincze László, ügyvezető, Geoelectro Geofizikai-Környezetvédelmi Kft.

1991-ig az ELGI-ben – lehet, hogy a szocialista rendszer kényszerítő hatására – volt egy szellemi koncentráció. Erre jó emlékezni, mert szoros kapcsolat és kommunikáció volt a különböző szakterületek művelői között. Ez szétrobbant, létrejöttek a vállalkozások, sokan elhagyták a pályát. A legnagyobb kár, csapás, ami emiatt bekövetkezett, az egymás közti kommunikáció megszűnése. Új lehetőség volt az internet, de ezt nem használtuk ki. Jó lenne egy közösségi portál, ahol a kisvállalkozások is bemutatkozhatnának, ismertetnék, hogy mivel foglalkoznak. A portál képet adna arról, mire képes a geofizikus közösség. Egy másik lehetőség az egyetemek, intézmények és idősebb kollégák valaha meglévő nemzetközi kapcsolati rendszerének újraélesztése, mert az jelenleg kihasználatlan.

A hozzászólások sorát a legfiatalabbak zárják. Lehet, hogy felesleges megemlíteni, hogy a Society of Exploration Geophysicists (SEG) székhelye az Egyesült Államokban van, a European Association of Geoscientists and Engineers (EAGE) székhelye pedig Hollandiában. Balázs Attila, az ELTE és az Utrecht University PhD hallgatója, az Eötvös SEG Student Chapter, azaz az amerikai székhelyű társulat hazai diákcsoportját ismerteti.

A csoportot 2013 végén alapította Balázs László (a csoportról bővebben: seg.elte.hu). A cél kapcsolaterősítés. Három esemény jellemző erre. 2015 nyarán terepgyakorlatot szerveztek a geológusokkal. Hat országból voltak hallgatók, geofizikai méréseket végeztek. Az EXXON workshopon, amelyen egy valós ausztrál off-shore szeizmikus kutatást tanulmányoztak a tervezéstől a végéig, az ELTE három, a SEG által kiválasztott hallgatója vehetett részt, ez egyedülálló Európában. A Chevron Student Leadership Symposium



Balázs Attila, PhD egyetemi hallgató, ELTE és Utrecht University, az Eötvös SEG Student Chapter képviseletében

a világ diákcsoportjaiból évente egy tagnak lehetővé teszi a részvételt a SEG éves konferenciáján. Ugyanott a Chevron geofizikusai előadásokat tartanak.

A csoport tagjainak véleménye azzal kapcsolatban, hogy az MSc elvégzése után hol kezdenék karrierjüket, egyhangú: ha van rá lehetőség, külföldön. Az a minimális fizetés, amiért itthon maradnának, szórt ugyan, de a tucatnyi válasz átlag 250 000 Ft nettó. A megkérdezettek a BSc földtudományi alapképzés elején nem tudták, mi is a geofizika, majd az alapképzés alatt ismerték meg. A geofizika választásának szó szerinti indoklása az egyik csoporttag szerint: „Tulajdonképpen érdekelt a földtan is, de a geofizikát pragmatikusabbnak, hasznosabbnak, gyakorlatiasabbnak és egzaktabbnak tartom annál.”



Nádasi Endre, EAGE Miskolc Student Chapter

Az anyaszervezet, az EAGE különböző kedvezményeket biztosít a hallgatói tagozatok tagjainak. A miskolci 2012 februárjában alakult, átlagosan 15 tagja van, de több a csupán érdeklődő a tevékenysége iránt. Az oktatói tanácsadó, Szabó Norbert a Geofizika Tanszék teljes infrastruktúrájával áll mögöttük. Terepi gyakorlatokat, geofizikai szoftverbemutató workshopokat szerveznek. Hazai együttműködők elsősorban az ELTE geofizikus hallgatói. Nemzetközi viszonylatban a krakkói, a leobeni és a bukaresti egyetem a legfontosabb. Nagyobb programjaik: Telkibányán felszíni és bányabeli geofizikai terepgyakorlat a Tanszék valamennyi módszerével, mérés, feldolgozás, értelmezés. A szegedi

egyetemről is volt résztvevő. Tavaly Ufába, Baskíria fővárosába volt egy csoportos tanulmányút a Campus Hungary program keretében. Az éves EAGE konferencián évről évre posztert állítanak ki. A Boot Camp tender révén nemzetközi terepgyakorlaton vett részt egy hallgató, Németországban, felszínközeli elektromos és refrakciós módszerekkel. Tavaly egy másik hallgató az Egyesült Arab Emírségekben volt szeizmikus reflexiós terepgyakorlaton. Mindezek célja plusz ismeretek, tapasztalatok nyújtása már az egyetemi évek alatt, már BSc alapképzés során is, hogy utána a geofizika szakirányt válasszák.

A Fórumon elhangzottakat összeállította és gondozta:
Verő László, Rezessy Géza és Kakas Kristóf

EAGE hírek 2016-ból

Az EAGE globális stratégiáját követve jelentős fejlődésen ment keresztül az elmúlt egy-két évben. Földrajzilag új területeket hódított meg Dél-Amerikában, Ázsiában és Afrikában. Ezt a következtetést lehet levonni abból, hogy új EAGE hivatal működik Bogotában, új Local Chapterek alakultak Kínában, több EAGE-szervezésű szakmai konferenciát egy-egy afrikai országban rendeztek tavaly. Új szövetségek kötöttek mostanság is a helyi szakmai szervezetekkel (Associated Societies), hogy csak néhányat említek, Indiában, Indonéziában, Braziliában vagy Romániában. A taglétszám az utóbbi években alig nőtt, de összetételében változott. A 18 ezernek több mint a fele már nem európai, és 4500-an vannak az egyetemi hallgatók, akiknek a száma másfélszeresére nőtt az utóbbi öt évben.

Érdekesen alakult az inkább az „Oil and Gas” vagy az inkább a „Near Surface” szakmai körhöz való tartozás az EAGE-n belül. Ez utóbbi folyamatosan növekszik, mára a tagság mintegy ötöde tartja magát sekélygeofizikával foglalkozónak. Ennek oka nemcsak abban rejlik, hogy az EAGE globális terjeszkedésének köszönhetően arányaiban többen kapcsolódnak be olyan országok is, ahol a tagságot nemcsak a szénhidrogén-kutatásban érdekelt szakemberek adják (pl. Kína), hanem annak is, hogy a sekélygeofizika egyre több területet hódít el a „nagy testvértől”, mint pl. a geotermikát vagy – ha csak részben is – bizonyos fűrólyuk-vizsgálási eljárásokat. Mindemellet a Near Surface Geophysics tematikus számaiból vagy a szeptemberi konferenciákból jól követhetően rendre jelennek meg a szakmán belül önálló csoportok, amelyek egy-egy speciális területtel foglalkoznak és teret követelnek maguknak.

Az internet nyújtotta lehetőségeket kihasználva jelentős fejlődés látható az EAGE-ben az E-Lectures, a YouTube, az online DLP (Distinguished Lectur Programmes) és az egyes

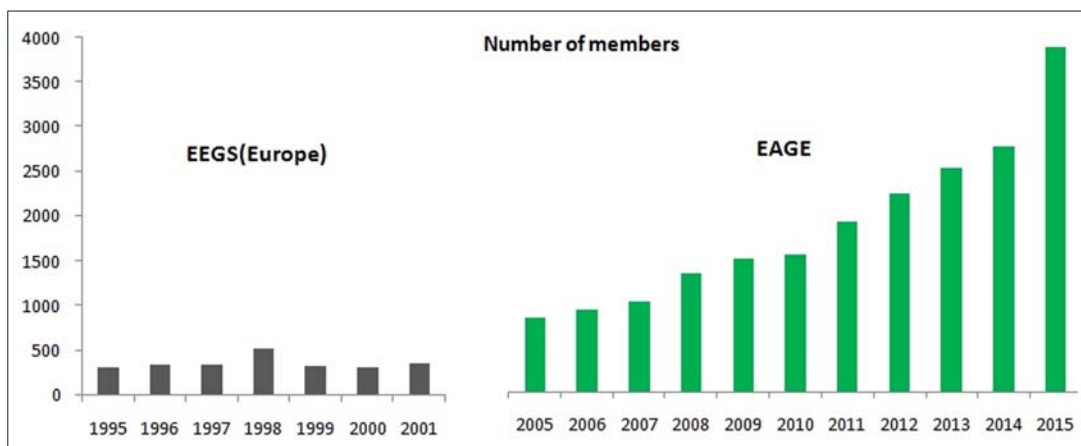
szakmai szervezeteknek a különböző közösségi hálózaton történő kapcsolatépítése terén.

Az EAGE központja szervezeti felépítésében bekövetkezett változások is egyértelműen pozitív irányba mutattak az elmúlt években, és akkor jön az ez évi júniusi bécsi, majd a szeptemberi barcelonai konferencia... Igen, az utóbbi években az olajiparban bekövetkezett változások nem voltak következmények nélküliek.

Az EAGE 78. éves bécsi konferencián 4-5 ezer közötti látogató, 300 kiállító volt, és kb. 1100 előadás hangzott el. Több tervezett workshop elmaradt, végül 12-t tartottak meg. A számok jelentős csökkenést mutattak az előző évekhez képest, ez különösen a kiállításokon volt szembeötlő. Mindezek ellenére akik eljutottak Bécsbe, nem bánták meg, a konferencián uralkodó hangulat korántsem volt siralmas, inkább bizakodó volt. Örömről szolgálhatott, hogy nagyon sok magyar kollégával találkoztunk, ki itthonról, ki külföldről jött.

Barcelonában a 22. Near Surface Geoscience 2016 konferencia keretén belül, azzal egyidejűleg tartották a fentebb már említett tematikus konferenciákat: a „Shallow Marine Geophysics”, és a „Geophysics for Mineral Exploration and Mining” témájúakat. Összesen előadás 227 volt (ebből 3 magyar vonatkozású, ill. előadóju), a látogatók létszáma valamivel 300 alatt volt, és 25 műszerkiállítót regisztráltak. Újdonság volt, hogy szerveztek egy H2020 partnerkeresési fórumot; egy okkal több, ami érdemessé teszi a későbbiekben is ezt a konferenciát, hogy ellátogassunk.

Hogyan tovább? Azt mondták Bécsben, hogy a szénhidrogén-kutatás szempontjából nem a jelenlegi helyzet anomális, hanem az ezt megelőző évek szénhidrogén felhasználása iránti igény keltette kutatási láz volt kiugróan magas. Az EAGE szempontjából a kihívás az, hogy hogyan tud



A Near Surface taglétszámának növekedése



Nádasi Endre E-poszter-előadása Bécsben



A látogatók egy csoportja az MGE standján

megfelelő szolgáltatást nyújtani a tagjainak ebben a helyzetben, megtartva az eddigi pozitívumokat. Csak a legfontosabb lehetséges utak, amelyeket az EAGE jelenleg követ: a szakmai jellegű oktatás támogatása az egyetemi Local Chapterektől az internetes E-Learningig, a tagság bevonása az egyesületi munkába és támogatása a társult szakmai szervezeteken keresztül. Az EAGE kialakult szervezete kellő háttérrel ad ezek megvalósításához.

Magyarországon az EAGE tagság 80–120 fő között változott az utóbbi időben, attól függően több vagy kevesebb, hogy az éves konferencia előtt vagy után nézzük, a konferencián való „teljes” regisztráció ugyanis egyéves EAGE tagsággal is jár. Az EAGE tagok közül majdnem mindenki az Egyesületünknek is tagja.

Nemrégiben az EAGE felmérést végzett a tagság körében az éves nagyrendezvényei helyszínének kiválasztása, a rendezvénynek rendszeresen otthont adó nagyvárosok körének bővítése kérdésében. A bizottsági üléseken rendszeresen szembesülök a kérdéssel: szívesen visszahoznák még egyszer Budapestre a Near Surface konferencia helyszínét is. Ez persze nem csak a helyszín kiválasztásának kérdése, akik szerveztek már konferenciát, azok tudják, mi minden szükséges ehhez.

És végül egy aktualitás: az EAGE évente díjazza az arra érdemes aktív tagjait, amely díjakat a következő éves konferencián ad át. A jelölések feltételei az EAGE honlapján találhatóak, a határidő minden évben október 31.

Törös Endre



Az EAGE vezetősége az MGE standján

Szelvény mentén végzett adatfeldolgozási eljárások – hatókijelölés, frekvenciaszűrés és mélységfókuszálás – alkalmazása a CEL08 vonalon

KISS J.^{1,@}, PRÁCSER E.^{2,&}

¹Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI), 1143 Budapest, Stefánia út 14.

²MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, 9400 Sopron, Csatnai E. u. 6–8.

@E-mail: kiss.janos@mfgi.hu; &E-mail: pracser.erno@csfk.mta.hu

A szerzők (geofizikus és matematikus) közel 25 éves szakmai együttműködésének egyik részterméke ez a cikk. A közös munka célja a nemzetközi szinten megjelent „új” potenciáltér-geofizikai feldolgozási eljárások (többek közt automatikus feldolgozási eljárások) hazai adaptációja, térképi és szelvény menti feldolgozások fejlesztése, továbbá az archív geofizikai adatok ismételt felhasználása és értelmezése volt új földtani ismeretek megszerzése céljából. A cikk a korábban alig alkalmazott, szelvény menti feldolgozási technika gyakorlati alkalmazását mutatja be egy magyarországi mélyszerkezet-kutató szeizmikus szelvény (CEL08) nyomvonalán mentén.

Kiss, J., Prácser, E.: Data processing along a profile – semi-automated source detection, frequency filtering and depth slicing (CEL08 profile)

The authors (a geophysicist and a mathematician) have worked together for more than 25 years; this paper is one of the results of their cooperation. The main goal of the cooperation was to adapt new potential field data processing methods which can be applied either for grid (2-D) or profile (1-D) data. Reprocessing of old data by new data processing techniques not used earlier may result in new geological information. The paper presents a practical example of the adaptation of an earlier not used processing technique for potential field data measured along the deep seismic profile CEL08.

Beérkezett: 2016. június 17.; *elfogadva:* 2016. augusztus 16.

Bevezetés

A litoszférakutatás során a kéreg felső, 25–50 km-es mélységtartományát regionális szeizmikus és magnetotellurikus szelvények segítségével vizsgáljuk. A szelvények országhatártól országhatárig terjednek, így országos alapszelvényekként kezelhetjük ezeket.

A mérési eredmények (sebesség és fajlagosellenállás-szelvények) feldolgozása során a pontosabb földtani értelmezés céljából felhasználtunk minden elérhető (azonos vagy átfedő mélységtartományt vizsgáló) geofizikai mérési adatot. A gravitációs és mágneses adatok bevonásával a sebesség, sűrűség és mágneses szuszceptibilitás együttes értékelésével egy széles mélységtartomány komplex geo-

fizikai modelljének meghatározására nyílt lehetőség. Mente közben kiderült az is, hogy a kéreg sekélyebb, felszínközeli részeinek tanulmányozására is alkalmasak ezek a litoszférakutató szelvények, illetve fontos háttéradatokat jelenthetnek a térképi adatok értelmezése során.

Ennek megfelelően elkezdtük a szelvények szisztematikusan feldolgozását, amit számtalan intézeti belső jelentés és publikáció mutat, például a CEL07 (Kiss 2005, Posgay et al. 2007, Novák 2010), a CEL08 (Kiss 2009a,b) és a PGT-1 (Kiss, Madarasi 2012) szelvények.

A geofizikai adatfeldolgozás mindig komplex tevékenység. Ez részben az adatok komplexitásából adódik, részben az egyes geofizikai módszerek sajátosságaiból. A potenciál-

tér-adatok esetén például számolni kell a szuperpozíció elvével (az eltérő mélységű hatások összeadódnak), ami miatt az adatfeldolgozások során, különböző mélységű hatók összegzett terével egyszerre kell számolni, és a feldolgozásokat – többek közt automatikus feldolgozási eljárásokat – ennek megfelelően kell megválasztani, alkalmazni és paraméterezni.

Ez azt jelenti, hogy az értelmezést megelőző feldolgozásaink során nem elég Bouguer-anomália vagy a mágneses anomália alapértékeit használni (ahogy ez hagyományosan sokáig elfogadott volt), hanem szűrni kell a geofizikai méréseket, és a szűrt értékeken is el kell végezni a digitális feldolgozásokat. A szűrésekkel ki tudjuk emelni a főbb hatásokat, jobban be tudjuk azonosítani az eltérő mélységű hatókat, kizárva az interferenciajelenségek esetleges zavaró hatását.

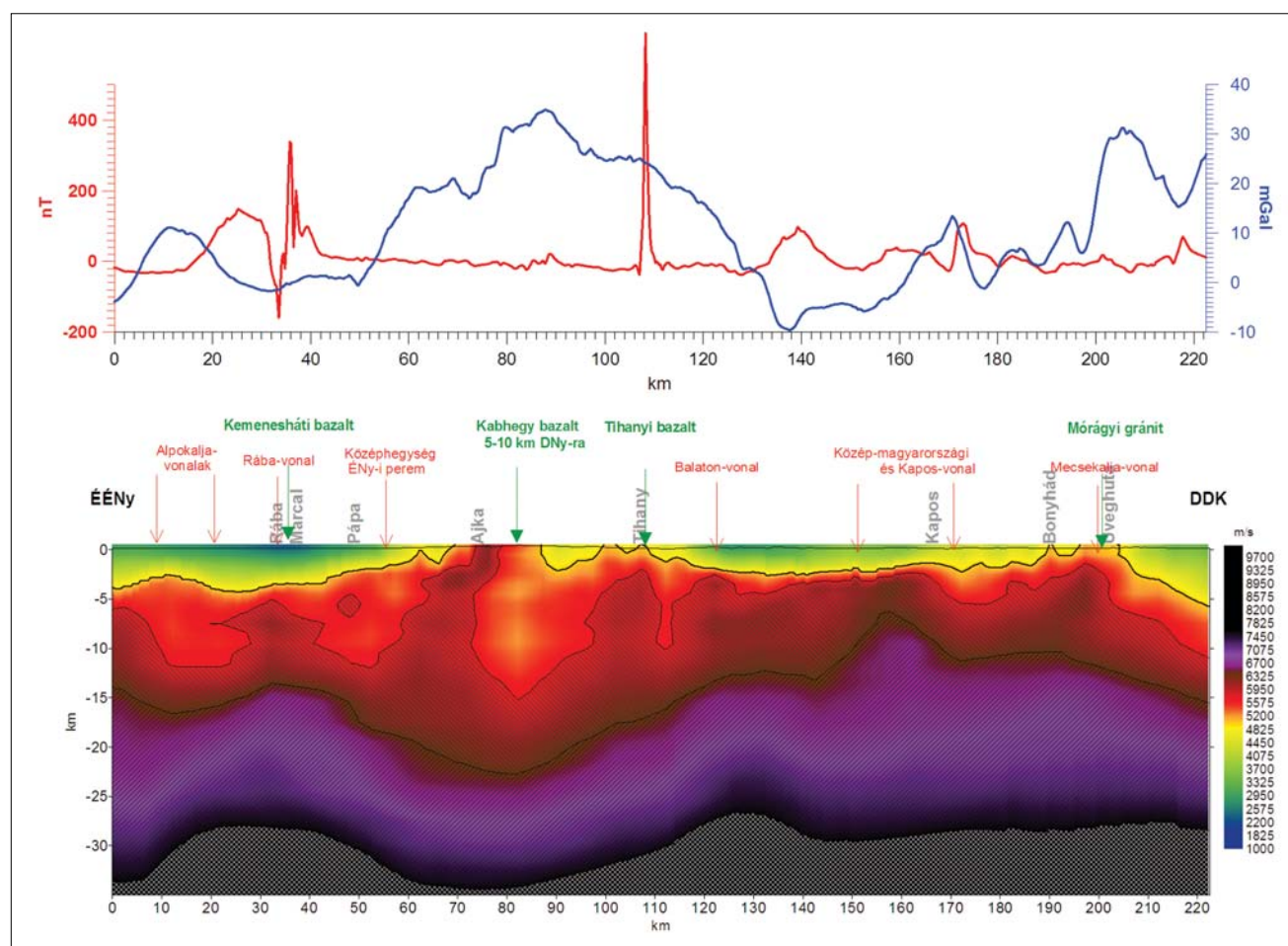
Ilyen feldolgozási sort mutat be cikkünk (annak egyes lépéseit, módszertani alapjait és a feldolgozás eredményeit) a már korábban is vizsgált (Kiss 2009a,b) CEL08 litoszférakutató szeizmikus refrakciós szelvény gravitációs és mágneses adatain (1. ábra), kiegészítve a korábban publikált feldolgozási eredményeket.

Előzmények

A térképi adatrendszerek feldolgozásával itthon Meskó Attila (1966, 1983), illetve Kis Károly (Bodoky et al. 1982) foglalkozott részletesebben saját publikációink megjelenése előtt.

A szelvények menti feldolgozások elvi alapjai régóta rendelkezésre állnak, csak adaptálni kellett őket, és megtanulni, hogy mikor és hogyan kell alkalmazni azokat. A szelvények mentén végzett feldolgozások sokáig csak a kétdimenziós modellezésekre korlátozódtak (pl. Stomfai 1985, Kovács-völgyi 1995, Szafián et al. 1997, Szafián 1999), amihez sokszor kevés volt az a priori adat, és az ekvivalencia miatt bizonytalanok a kapott eredmények. Ezért alakultak ki az automatikus (félautomatikus) feldolgozási eljárások, amelyek a görbealak vizsgálata vagy az egyszerű geometriájú testek hatásának törvényszerűségeit felhasználva „automatikusan” adják meg a lehetséges hatók helyzetét. Mivel az anomáliagörbének az alakja és nem az amplitúdója a fontos, így a legkisebb anomáliára is érzékenyek ezek az eljárások.

Az automatikus feldolgozási eljárások korai megjelenésük ellenére a mai napig nem váltak általánossá a gyakorlat-



1. ábra A CEL08 litoszférakutató szeizmikus szelvény refrakciós tomográfias sebességszelvénye (alul) és a gravitációs, mágneses anomáliák a szelvény mentén (felül)

Figure 1 CEL08 lithosphere exploration seismic profile seismic velocity section from refraction tomography (below) with Bouguer and magnetic anomalies along the profile (above)

ban. Ezek az eljárások közül a legfontosabbak a következők voltak:

1. *Naudy-dekonvolúció*: A mágneses adatokon elvégezhető mélységmeghatározási eljárás (Naudy 1971). A módszer lényege, hogy a mágneses anomáliák szimmetrikus és aszimmetrikus összetevőkre bonthatóak fel, majd a szimmetrikus összetevők alapján egyszerű geometriájú hatók (pl. vertikális hasábok) helyzetére következtethetünk.
2. *Werner-dekonvolúció*: E mélységmeghatározás (Werner 1953) során a mágneses és gravitációs teret végtelenített vékony lemezmodellek hatásából szuperponálódó térként fogják fel, ahol az egyedi modellek helyzete (mélysége) meghatározható. A Werner-módszer továbbfejlesztett változata a Multiple-source Werner-eljárás (Hansen, Simmonds 1993), amelyben a gradiens helyett az analitikus jelet (a térgradienst) használják.
3. *Euler-dekonvolúció*: Az Euler-egyenletek alapján két-dimenziósan Thomson (1982), majd háromdimenziósan Reid et al. (1990) dolgozták ki az Euler-féle mélységmeghatározást, amikor a mágneses és gravitációs tér, valamint azok deriváltjának vizsgálatából következtet a ható helyzetére és a mélységére. A feldolgozás során, ha ismert a ható geometriája, akkor szűkíthetők a megoldások.
4. *Cordell-Henderson-féle kétréteges mélységinverzió*: A módszer (1968) adott sűrűségkontraszt mellett egységnyi területrészek/szakaszok mélységét változtatva számítja ki a gravitációs teret és hasonlítja a mért gravitációs térrel. Ez a közelítő mélységmeghatározó módszer korrelációs vizsgálattal, több iteráció (módosítás) során jut el a végeredményhez, ami adott tolerancia mellett a gravitációs tér változásait követi nyomon.

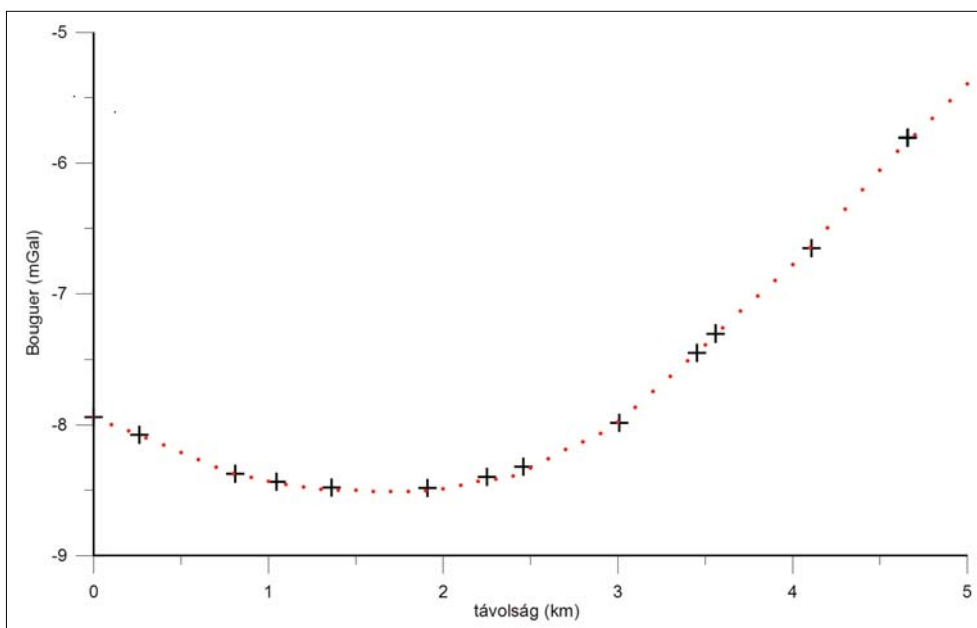
Ezekkel a feldolgozásokkal itthon először 1998-ban a MOL részére végzett ipari erőter-geofizikai feldolgozásokban találkozhatunk (BTIX Kft.), majd a Mórággyi-rög környezetének vizsgálata során kerültek felhasználásra (Kiss, Varga 2003), továbbá 2009-ben egy doktori dolgozat foglalkozott vele (Kiss 2009a). Közele környezetünkben, Pozsonyban, a Comenius Egyetemen mélyedtek el az elméletben részletesebben (Id. Pasteka 2000).

Geofizikai anomáliák – amplitúdó és frekvencia

A potenciáltér-elméletek és -módszerek vizsgálata során megállapíthatók olyan törvényszerűségek, amelyek segítenek minket az adatok feldolgozásában és értelmezésében. Különböző, egyszerű geometriájú testek hatásának leírásakor pontos matematikai formulák írják le a gravitációs vagy mágneses erőtereket, amelyekből kiolvasható, hogy az egyes tényezőknek (pl. fizikai paraméternek vagy távolságnak) milyen hatása van a potenciáltrekekre.

Egy gravitációs vagy mágneses ható felett kialakuló anomália amplitúdója a fizikai paraméterkontraszt (sűrűség- vagy mágnesezettségváltozásnak) nagyságával, míg az anomália térfrekvenciája, elsősorban a hatók mélységével van szoros összefüggésben (mint elsődleges tényezők). A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy azonos mélységű és geometriájú hatóknál az amplitúdó csak a paraméterkontraszttól függ, míg fix paraméterkontraszt és geometria esetén az anomália térfrekvenciája (hullámhosszúsága) alapvetően a mélység függvénye.

Természetesen a hatók geometriai mérete is hatással van a frekvenciára (a jelinterferencia miatt), és a ható fizikai tö-



2. ábra Egy 500 m-es szabályos rácsnak a mintavételezése 25 fokos irányban (fekete kereszt) és átmintavételezése a szelvény mentén, szabályos 100 m-es távolságra (piros szimbólum) „spline” approximációval
Figure 2 Sampling of a regular 500 m grid along a profile with 25 degree azimuth (black crosses) and the result of sampling by 100 m distance (red points) using “spline” approximation

mege (pontosabban térfogata) az anomália amplitúdóját befolyásolja (a szuperpozíció – a hatások összeadásának – elve miatt). Ezeket nevezzük másodlagos tényezőknek.

Az adatfeldolgozásokat azért végezzük, mert nincs elegendő földtani információ (a hatókról, a hatást okozó földtani képződményekről), így a „semmiből” kiindulva az elsődleges tényezőknek a másodlagosok miatti bizonytalansága a szelvény menti feldolgozások során vállalható kockázatnak tűnik. Ezt a fajta bizonytalanságot a földtani információk, illetve a térképi adatfeldolgozások eredményei – ha rendelkezésre állnak – jelentősen csökkenthetik. A kapott eredmények helyes értelmezése szintén segíthet a másodlagos hatások kiszűrésében utólag rámutatva azokra.

Geofizikai adatok a szelvény mentén

Egy szelvény nyomvonala mentén, ha nem történtek célirányosan geofizikai mérések, akkor általában nem állnak rendelkezésünkre egyenküzi mérési adatok, így a területi mérésekből kell azokat kigyűjteni. A területi mérések azonban többnyire nem szabályosan mintavételezettek, ezért célszerű először szabályos hálóba interpolálni az adatokat.

Adott szelvény nyomvonala mentén a szabályos rácsba interpolált adatokból készült leválogatás a mintavételezési iránytól függően szintén egy nem szabályos közü adatrendszer eredményez (2. ábra). Ezeket az adatokat szabályos, egyenküzi adatokká kell átalakítani (mivel a feldolgozó programok többsége a gyors matematikai műveletek miatt ilyen adatot igényelnek), amihez például a „spline” approximációs eljárást alkalmazhatjuk.

Szűrők és mélységi fókuszálás

A szelvény menti feldolgozások során különböző típusú és nagyságú szűrőket használunk. Ezek a feldolgozások szűrőablakok (adott számú adat) alkalmazásával végzik el a műveleteket, de egy szűrőméret csak egy adott mélységtartomány vizsgálatára alkalmas. A szűrő méretének növelésével és csökkentésével fókuszálhatjuk a feldolgozásokat, amit kétféle módon érhetünk el. Az egyik lehetőség magának a szűrő méretének növelése, vagy a másik, hogy ugyanazt a szűrőt használjuk, de egy átmintavételezett (sűrített vagy ritkített) mérési adatrendszeren. Az első módszert használva hamarosan rájövünk, hogy a lehetőségeink fizikailag korlátosak. A második esetben gyakorlatilag nincsenek korlátok.

A nagy mélység irányában egyszerű a továbblépés, mert csak ritkítani kell az adatokat úgy, hogy minden második, harmadik vagy negyedik adatot vesszük figyelembe, miközben ugyanazzal a szűrővel dolgozunk. Ebben az esetben általában a szelvény hosszúsága (mérete) szabhat határt a ritkítésnek. Persze a ritkítéshez használhatjuk a „spline” eljárást is, csak az eredeti mintavételezésnél nagyobb távolságra kell átmintavételezni az adatsort. A harmadik lehetőség az anomáliák analitikus felfelé folytatása, ami csökkenti a

felszínközeli hatásokat, s ezáltal növeli a mélyhatások részarányát.

A kisebb mélység eléréséhez arra van szükség, hogy a meglévő adatrendszeret besűrítsük, de úgy, hogy a görbe jellege ne változzék (ne alakuljanak ki anomáliák a besűrítés miatt). Ez a sűrítés átmintavételezéssel, a „spline” eljárással elvileg bármennyig folytatható, de ezt a gyakorlatban az adatok eredeti mintavételi sűrűsége és a mért jel frekvenciája határozza meg. Egy adott sűrűség után már nincs értelme további sűrítésnek!

A szelvény menti feldolgozásokat, célszerű különbözőképpen megválasztott szűrőmérettel és mintavételi távolsággal elvégezni. Ezzel, a különböző mélységek hatásaira koncentrálna, olyasmint is ki lehet mutatni, ami a mérési alap paraméterekben mélyen elrejtve jelentkezik s az alapgörbék elvégzett feldolgozások számára esetleg láthatatlanok.

Példák átmintavételezéses adatfeldolgozásra

A következőkben a forrásadatok átmintavételezésére és a szűrőablak méretének megváltoztatására mutatunk be példát, illetve azt vizsgáljuk, hogy ezeknek a paramétereknek a megváltozása milyen hatással van a feldolgozási eredményekre.

A CEL08 szelvény mentén leválogattuk az országos adatrendszer gravitációs és mágneses adatait. A gravitációs mérések 500–1000 m-es, a mágneses mérések 1500 m-es nominális mintavételi távolságban érhetőek el. Az országos anomáliatérképek ennek megfelelően 500, illetve 1500 m-es szabályos rácshálózatba interpolálva állnak rendelkezésre. Mivel a szelvény nyomvonala általában nem a rácsháló fő irányában van, így a szelvény átmintavételezése során a felbontás tovább romlik (500–700 m, illetve 1500–2000 m közé).

Az interpolálásnak köszönhetően a mérési zajt minimalizáltuk, az adatok átalakítása egyenküzivé a szelvény nyomvonala mentén egyben sűrítést is jelentett. Ezt „spline” approximációval úgy kellett elvégezni, hogy az eredeti görbe alakja ne változzék, csak az anomália mintázása legyen sűrűbb.

Egy anomália akkor tekinthető megbízhatónak, ha legalább három mérési pont alapján azonosítható. Ez a három pont azonban a hatókimutatáskor alkalmazott automatikus eljárások esetén a megbízható görbevizsgálathoz kevés. Tovább kell sűríteni a mérési adatrendszert, hogy statisztikusan előálljon az az adatmennyiség, amely alapján a feldolgozások megbízható hatókijelölést tesznek lehetővé. A futóablakos görbevizsgálathoz sűrű adatrendszer kell!

Az adatfeldolgozást először a mágneses adatokon fogjuk bemutatni, ahol a Naudy-dekonvolúciót fogjuk használni, érdemes tehát ezt az eljárást részletesebben bemutatni.

Naudy-dekonvolúció

Ez egy olyan automatikus mágneses adatfeldolgozási módszer, amely meghatározza, hogy az adatok milyen kétdimenziós szerkezet (pl. vékonylemezmodell: keskeny, lefelé

végtelen kiterjedésű hasáb) hatásának felelnek meg (Naudy 1970, 1971). A program algoritmus 2000-ben készült el (Prácsér 2000), és azóta használjuk az adatfeldolgozások során.

A módszer alapja az, hogy a jelek (a mágneses anomália is) felbontható egy szimmetrikus és egy aszimmetrikus összetevőre. A szimmetrikus összetevő egy egyszerű ható fő tengelyirányával azonos mágnesezettségű (A), az aszimmetrikus pedig, azzal szöget bezáró, ferde mágnesezettségű (B) terének felel meg. Független fő tengelyű ható esetén ez független (A), illetve attól eltérő irányú (B) mágnesezettséget jelent. A szimmetrikus összetevő alapján nagyobb biztonsággal következtethetünk a ható helyzetére, így érdemes azt használni.

Az A és B jelű adatok lineáris kombinációjával tetszőleges irányú mágnesezettség esetére érvényes adatok állíthatók elő. Ezért Naudy módszerének alkalmazása során – más mélységmeghatározó algoritmusokkal ellentétben – nem szükséges a mágnesezettség irányának előzetes ismerete. A mért görbe komponensekre bontásakor a kapott A és B görbék nagyságának az aránya szoros összefüggésben van a mágnesezettség irányával.

Ha a B típusú görbét pólusra redukáljuk, akkor a ferdén mágnesezett hatókra vonatkozóan is szimmetrikus jelet kapunk. A Naudy által kidolgozott eljárás első lépése az adatok pólusra redukálása, ami a szelvény menti adatokon is elvégezhető. Ezek után egy adott mintavételi távolsággal az

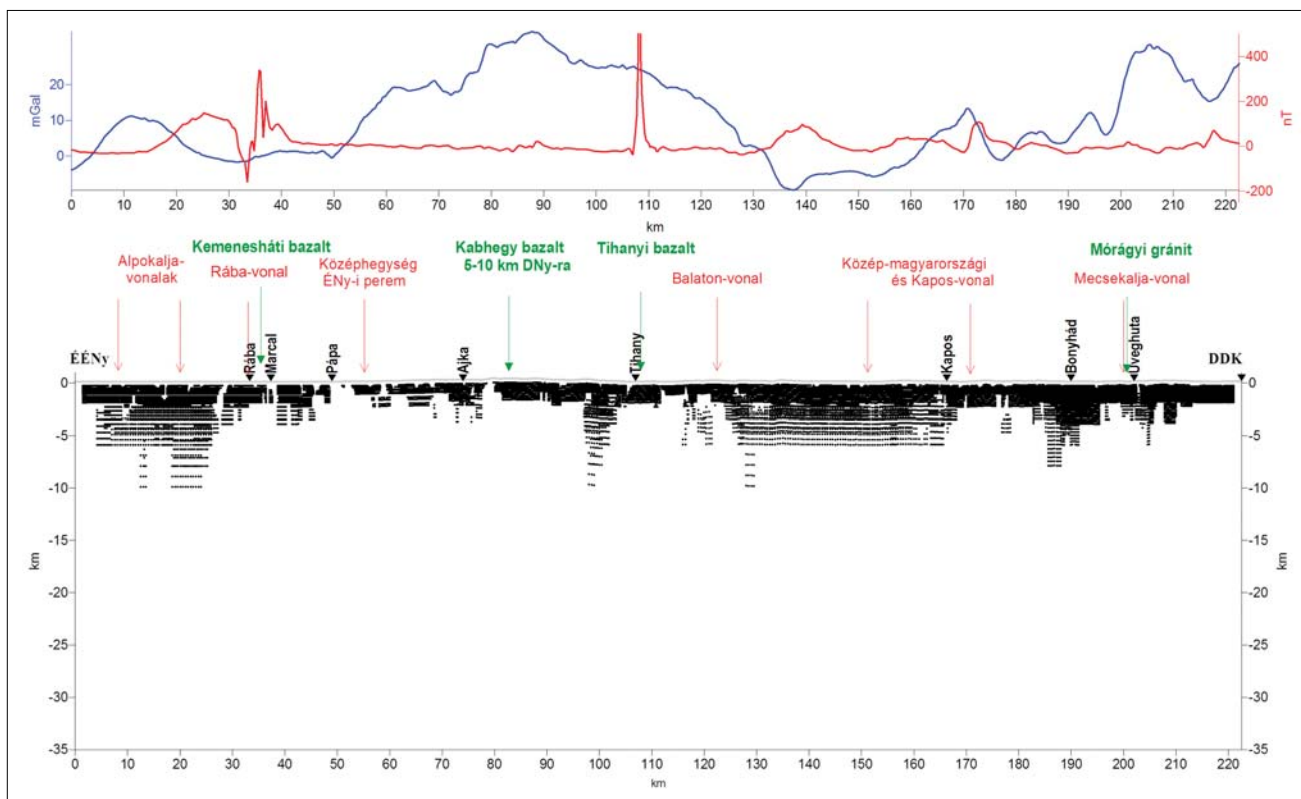
adatsort mintavételezzük, és minden egyes pont környezetében mindkét (az eredeti és a pólusra redukált) adatrendszer szimmetrikus és aszimmetrikus összetevőkre bontjuk. Miután a pólusra redukálást elvégeztük, innentől kezdve már csak a szimmetrikus összetevőkkel foglalkozunk.

A továbblépéshez ki kell számítani egy adott elméleti modell (hasáb) anomáliagörbéjét (mestergörbe), és vizsgálni kell ennek és az eredeti, valamint a pólusra redukált adatrendszer szimmetrikus összetevőjének az eltérését (különbségi paraméter^{a)}). Ha az így kapott két szám súlyozott átlaga a pont környezetében kicsi, akkor feltételezhetjük, hogy a szelvény kiválasztott pontjában az elméleti modellhez hasonló szerkezet okozza az anomáliát.

Még egy paraméterrel – a szórással arányos mennyiséggel – jellemezhetjük az adatrendszer, amely megmutatja, hogy az eredeti adatrendszer anomális-e vagy sem, azaz vannak-e rajta változások vagy nincsenek (anomaliasűrűség^{b)}).

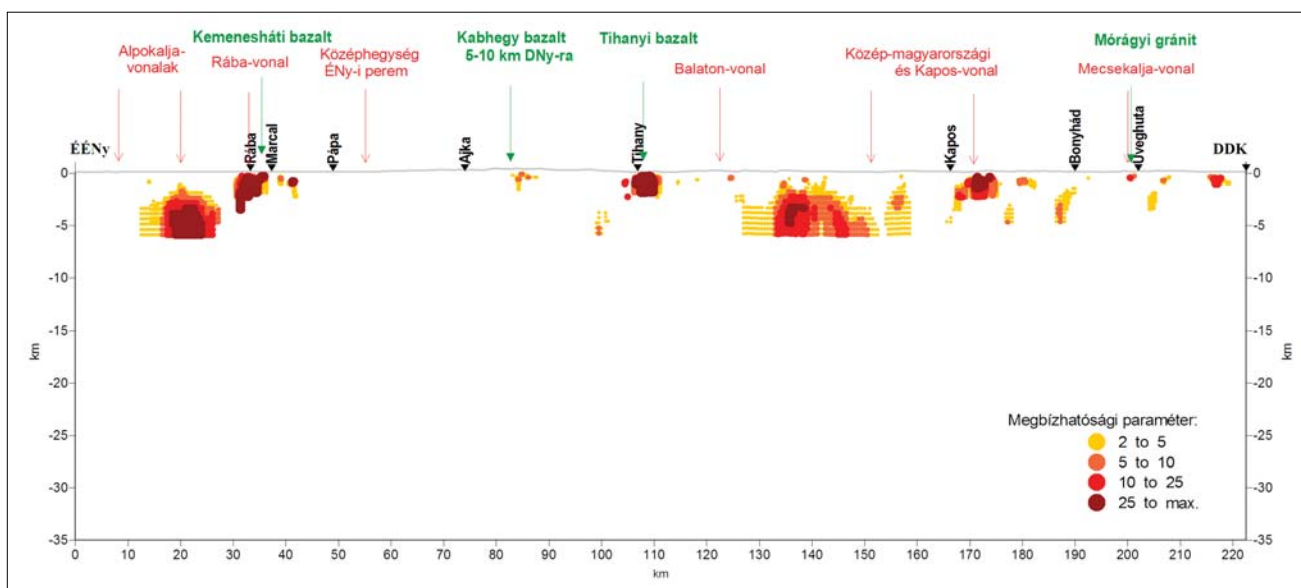
Mivel a modell egy lefelé végtelen kiterjedésű hasáb, így ennek a hasábnak a mélységét jó egyezés esetén hozzárendelhetjük az adott ponthoz. A szelvény pontjain többféle lépésközzel elvégezve a mintavételezést, a különböző mélységszintek esetére az anomaliasűrűség és különbségi paraméterek alapján el lehet dönteni, hogy van-e ott ható, vagy nincs.

A megjelenítés előtt érdemes rangsorolni az adatokat, amire a szűrőablakon belüli szórás nagysága (anomália-



3. ábra Gravitációs- (kék) és mágneses- (piros) anomália-görbék felül, alattuk mágneses Naudy-megoldások 400–2000 m ablakméret esetén (mintavétel: 100 m), rangsorolás nélkül, egységes fekete pontszimbólumokkal

Figure 3 Gravity (blue) and magnetic (red) anomaly curves (above) along the profile and the results of Naudy deconvolution (below) at 400–2000 m window size (sampling: 100 m) without ranking, using a unique size of the symbols



4. ábra | Mágneses Naudy-megoldások 400–2000 m ablakméret esetén (mintavétel: 100 m) megbízhatósági paraméter alapján (a szimbólum színével és nagyságával) rangsorolva

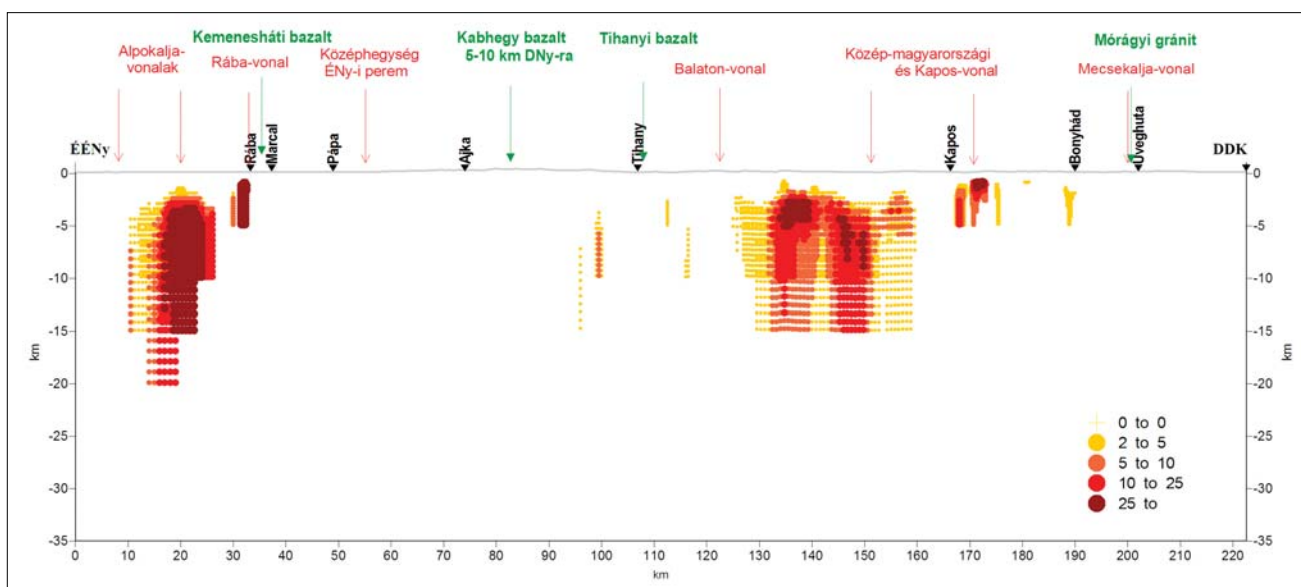
Figure 4 | Magnetic Naudy solutions at 400–2000 m window size (sampling: 100 m) ranking by reliability parameter (see the colour and the size of the symbols)

sűrűség) és a mintagörbével való korreláció nagysága (görbék különbözősége) ad lehetőséget. Minél nagyobb az anomaliasűrűség, annál inkább várható jelenléte, és minél kisebb a különbözőségi paraméter, annál inkább megbízható (illeszthető) az anomália. Arra kell hát törekedni, hogy a nagy anomaliasűrűségű és kis különbözőséggel jellemezhető helyeket határozzuk meg, amit legjobban az anomaliasűrűség/különbözőség arány képzésével érhetünk el. Legyen ennek a paraméternek a neve megbízhatósági paraméter! Minél nagyobb a megbízhatósági paraméter, annál valószínűbb a mágneses ható. Eltérő mintavételezésű ada-

tok és különböző nagyságú szűrők használata esetén sem az anomaliasűrűség, sem a különbözőség külön-külön nem összevethető paraméterek, de azok aránya, azaz a megbízhatósági paraméter feldolgozásaink alapján már egy szűrőmérettől és mintavételi távolságtól majdnem független érték.

Naudy-megoldások^{c)} a gyakorlatban

A 3. ábra a mágneses Naudy-megoldásokat mutatja 100 m-es mintázás esetén egy adott hibahatárig. A 100 m-es minta-



5. ábra | Mágneses Naudy-megoldások 1000–5000 m ablakméret esetén (mintavétel: 250 m) megbízhatósági paraméter alapján (a szimbólum színével és nagyságával) rangsorolva

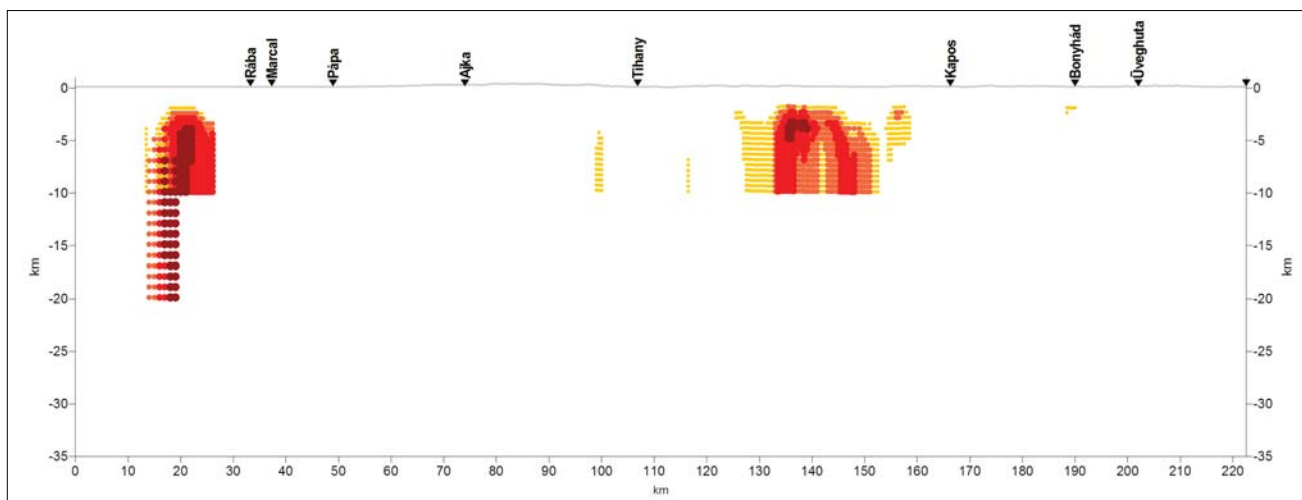
Figure 5 | Magnetic Naudy solutions at 1000–5000 m window size (sampling: 250 m) ranking by reliability parameter (see the colour and the size of the symbols)

vételi távolság mellett 4 és 20 pontos futóablakot (400–2000 m) alkalmazva a görbeletapogatás és -feldolgozás eredményeként kirajzolódnak azok a helyek, amelyek kapcsolatban lehetnek mágneses hatókkal. A 3. ábra alsó része mutatja az összes kapott Naudy-megoldást ugyanolyan nagyságú pontszimbóllummal megjelenítve. Ezek a megoldások nagyon eltérőek lehetnek, és elsőre nem adnak túl sok adalékot az értelmezéshez.

A 4. ábra a megbízhatósági paraméter alapján rangsorolt megoldásokat mutatja be (minél megbízhatóbb a megoldás, annál sötétebb és annál nagyobb a megjelenítésére használt szimbólum). Jól látszik, hogy a 3. ábra megoldásai között vannak olyanok, amelyeknek a megbízhatósága sokkal na-

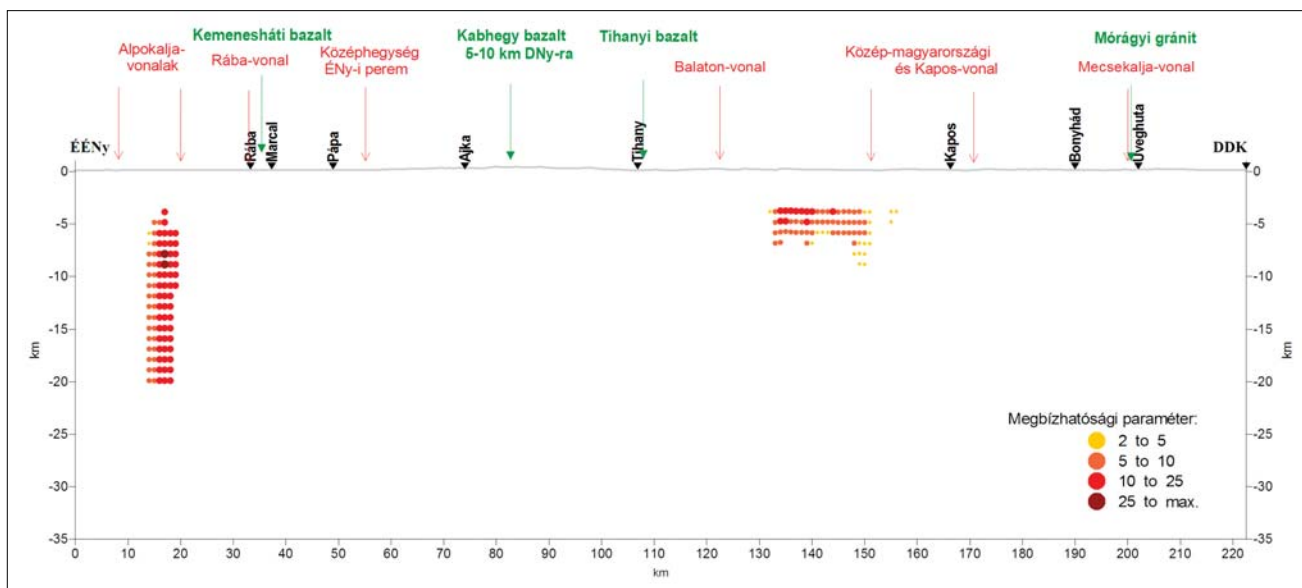
gyobb, mint a többi ponté, s amelyek ebből adódóan nem a mágneses háttérzajtól származnak, hanem a hatók valódi helyzetét mutatják. A 3. és 4. ábra összevetése alapján az is látszik, hogy kis szűrőablak esetén a mágneses anomália-görbe minden apró változására Naudy-megoldásokat kapunk, de ebből a megbízhatósági paraméter alapján csak néhány jelent meg valódi mágneses hatótól származó megoldásként.

A sűrű mintavételezés miatt a mágneses hatókat jellemző pontfelhők a felszíntől azonosíthatók, megadva a mágneses-anomália-görbe nagy amplitúdójú, nagyfrekvenciás részéhez tartozó mágneses hatókat. A megoldások mintavételi távolság függvényében csak egy meghatározott mélységig



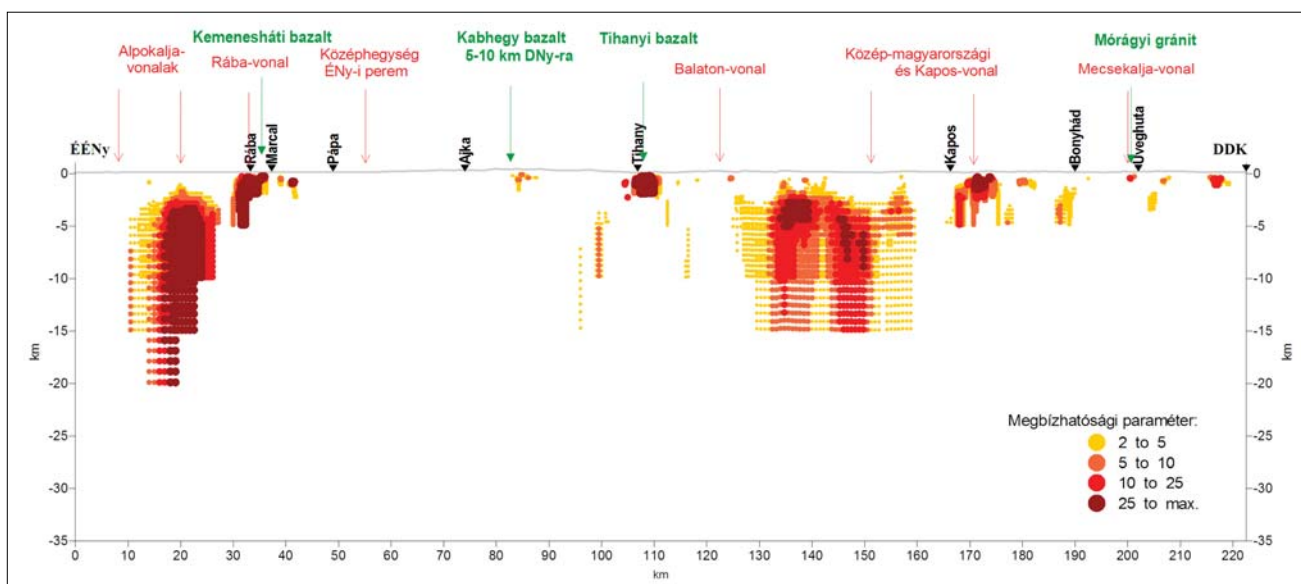
6. ábra Mágneses Naudy-megoldások 200–10 000 m ablakméret esetén (mintavétel: 500 m) megbízhatósági paraméter alapján (a szimbólum színével és nagyságával) rangsorolva

Figure 6 Magnetic Naudy solutions at 200–10 000 m window size (sampling: 500 m) ranking by reliability parameter (see the colour and the size of the symbols)



7. ábra Mágneses Naudy-megoldások 4000–20 000 m ablakméret esetén (mintavétel: 1000 m) megbízhatósági paraméter alapján (a szimbólum színével és nagyságával) rangsorolva

Figure 7 Magnetic Naudy solutions at 4000–20 000 m window size (sampling: 1000 m) ranking by reliability parameter (see the colour and the size of the symbols)



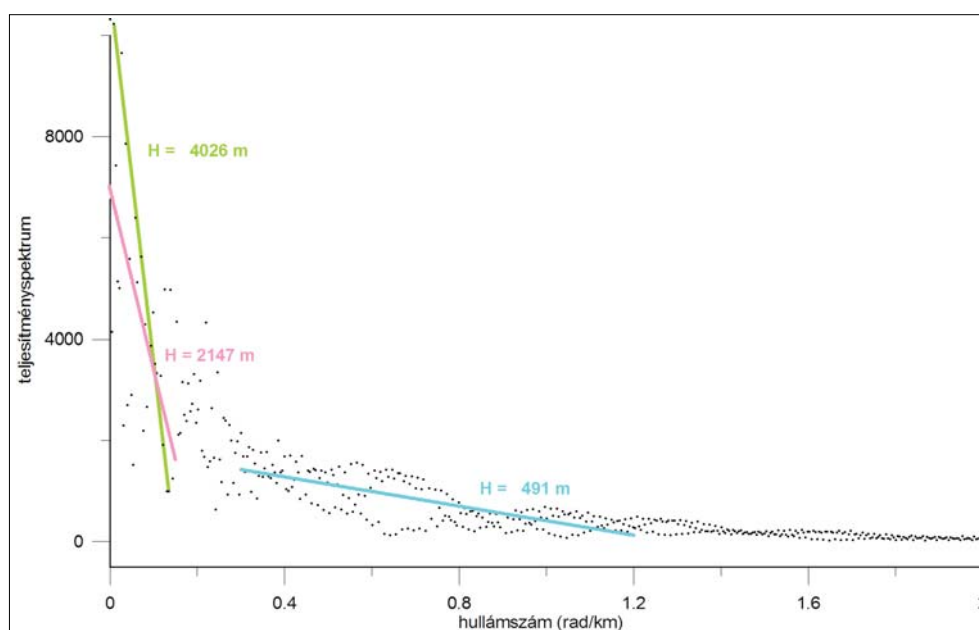
8. ábra | Az összes mágneses Naudy-megoldás megbízhatósági paraméter alapján (a szimbólum színével és nagyságával) rangsorolva
Figure 8 | All magnetic Naudy solutions ranking by reliability parameter (see the colour and the size of the symbols)

(kb. 6 km-ig) mutathatók ki az adott [(4–20)dx méretű] szűrők alkalmazása esetén.

Ha a mintavételi távolságot 100 m-ről 250 m-re növeljük, akkor a legnagyobb amplitúdójú mágneses anomáliáknak a hatóit (pl. Tihany környéki bazaltokat, 1. ábra) a feldolgozás során elveszítjük, azaz nem tudjuk azokat beazonosítani (ld. 5. ábra). Nagyobb mintavételi távolság esetén csak a mélyebben elhelyezkedő mágneses hatókat tudjuk kijelölni, azonosítani. Ennél a mintavételi távolságnál az első feldolgozási eredmények 1–2 km mélységben jelentkeznek, viszont vannak olyan megoldások, amelyek 20 km körüli várható hatómélységet jeleznek a szelvény 10–20 km-e között.

A feldolgozási sorból látszik, hogy a ritkábban – pl. 100 m helyett 250 m-re – mintavételezett adatsorból a felszínközeli hatókat nem lehet kimutatni, noha ezek okozzák a legjobban azonosítható anomáliákat. Ennek oka, hogy a mágneses anomáliák dipólus jellegük miatt nagyon változékonyak (egy egyszerű ható anomáliateret is 1–3 extrémummal jellemezhető), így pontos azonosításhoz sűrű adatrendszer szükséges.

Növelve a mintavételi távolságot 500, illetve 1000 m-re, már csak a mély, 3–5 km-nél mélyebb hatások jelentkeznek (6. és 7. ábra). A megoldások száma jelentősen le-



9. ábra | Egydimenziós mágneses teljesítménysűrűség-spektrum a várható hatómélységekkel
Figure 9 | One-dimensional magnetic power density spectrum with the estimated depths

csökken a ritka mintázásnak köszönhetően, és a megbízhatóság is egyre rosszabb.

A 7. ábra már azt az állapotot mutatja, amely a mérési adatsűrűséghez legközelebb van. Ha nem sűrítettük volna be a mérési adatokat, akkor a feldolgozásunkból csak egy ilyen eredményt kaphatnánk.

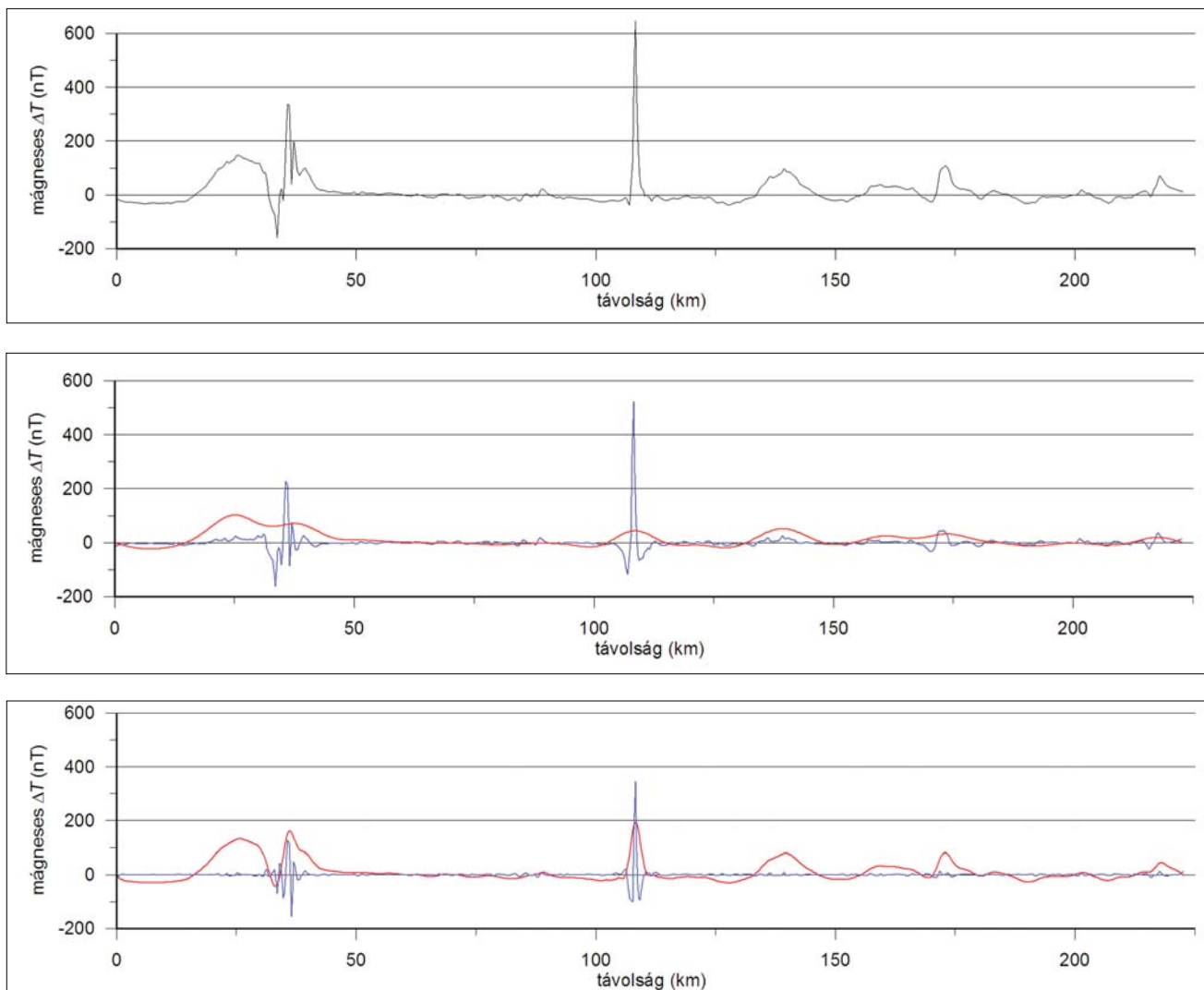
Az automatikus feldolgozásoknál fontos az adatok átmintavételezése, az anomális görbeszakaszok pontos leképezéséhez és a kis mélységű hatók kimutatásához. Fontos továbbá a megbízhatósági paraméter alkalmazása és annak alapján az összes adat (8. ábra) sorba rendezése a megjelenítés során: a fontosabb, megbízhatóbb adatok kerüljenek felülre, azok fedjék el a gyengébb hatásokat és szórt pontokat, és nem fordítva.

Célszerű a fentebb említett mintavételezési és szűrőméretezési eljárásokat együtt alkalmazni (8. ábra) és az eredmények alapján dönteni arról, hogy mit, hol és hogyan fogunk figyelembe venni a földtani értelmezés során.

Még egy lehetőség van a kis és nagy mélységű hatások elkülönítésére. Ez pedig a frekvenciaszűrés, amelyet a következő fejezetben ismertetünk. Ennek az alapja az, hogy a potenciáterek esetében egységnyi hatót vizsgálva megállapítható, hogy minél nagyobb az észlelt anomália hullámhossza, annál nagyobb mélységben található a ható. Ha a különböző hullámhosszúságú hatásokat szét tudjuk választani, akkor ezek a hatások az eltérő mélységű hatók anomáliáit fogják megadni. Tulajdonképpen a jelinterferencia miatt nem látható hatásokat csalogatjuk elő, tesszük láthatóvá és használjuk fel. A spektrálanalízisen alapuló frekvenciaszűréssel azonban érdemes kicsit részletesebben is foglalkozni.

Spektrális szűrés a szelvény mentén

A spektrális vizsgálatokat elvégezhetjük egy szelvény adatsora alapján, vagy a térképi spektrális szűrések ered-



10. ábra | Mágneses ΔT anomáliagörbe a CEL08 szelvény mentén (legfelül) és különböző frekvenciáknál megvágott LP (piros) és HP (kék) szűrt anomália-görbepárok (középen és alul)

Figure 10 | Magnetic anomaly above the CEL08 profile (above) and pairs of LP (red) and HP (blue) filtered anomaly curves (middle and below)

ményeiből is leválogathatjuk az adatokat a szelvény nyomvonalára mentén. A szelvény menti vizsgálatok során egydimenziós Fourier-transzformáció révén végezzük el a szűréseket, amelyeket a spektrum (9. ábra) alapján tervezhetünk meg.

Az egydimenziós mágneses spektrum sokkal zajosabb, mint a kétdimenziós spektrum (ez utóbbi a nagyobb adat-szám miatt átlagolt, ha úgy tetszik, simított), így a mélység-meghatározás is bizonytalanabb. A 9. ábra mutatja a spektrumot, amelyen fekete pontok jelzik az eredeti spektrumot. A kék és rózsaszín egyenesek az adott szakaszokra végzett lineáris görbeillesztési helyeket mutatják, amelyek mentén mélységmeghatározásokat végeztünk. A kék vonal a 491 m-es mélység spektrumát, a rózsaszín a 2147 m mélységre jellemző tartományt adja meg. Egy szórt pontthalmaz esetén az egyenessel való illesztés nem mindig egyértelmű. A világoszöld egyenes (mélysége 4026 m körüli) egy lehetséges mélység hatását jelzi. A kis hullámszámú, zajos tartományban többféle egyenessel közelíthetünk, mivel a szórt pontthalmaz nem teszi lehetővé az egyértelmű mélységbecslést.

Színes feliratok a Spector–Grant-mélységközelítés (Kiss 2013) alapján meghatározott mélységeket mutatják. A 10. ábra bemutatja az LP (lowpass, azaz alul áteresztő) és a HP (highpass, azaz felül áteresztő) szűrők alkalmazásának eredményeit a CEL08 szelvény mágneses adatain. A spektrum alapján többféle szűrőt használhatunk, azaz rengeteg lehetőség adódik, amelyekből csak két lehetséges változatot mutatunk be (10. ábra, középen és alul). Külön művészet, de legalább is gyakorlat szükséges a jellemző frekvenciák (és anomáliák) felismeréséhez és azonosításához.

A különböző hullámhosszúságú LP és HP szűrőpárok alkalmazásával kapott görbék összegzése az eredeti anomáliagörbét adja vissza (LP és HP jelinterferencia).

A szelvény menti adatrendszerek néha félrevezetőek lehetnek, amit talán az oldalhatások megjelenése mutat legszembetűnőbben. A ható a szelvény nyomvonalán kívül (oldalt) található, de a hatása megjelenik a szelvényen, amit megpróbálunk értelmezni, miközben szigorúan véve a szelvény vonalában (alatt) nincs is ható. Az oldalhatások (há-

romdimenziós hatások) kezelése miatt a térképi adatrendszereken elvégzett szűrések megbízhatóbbak, mint a szelvény menti adatrendszerekből kapott szűrések, ezért a különböző mélységhez tartozó anomáliagörbék a térképi adatok spektrális szűrési eredményeiből is leválogathatjuk (11. ábra). Az országos adatrendszereken elvégzett térképi spektrális szűrések eredményeit korábbi cikkek ismertetik (Kiss 2013, Kiss 2014). Ha összefüggő, homogén fedettségű térképi adatrendszer áll rendelkezésre, akkor célszerű ez utóbbi utat választani, azaz az országos szűrésekből kapott eredményeket használni a szelvény menti feldolgozások során.

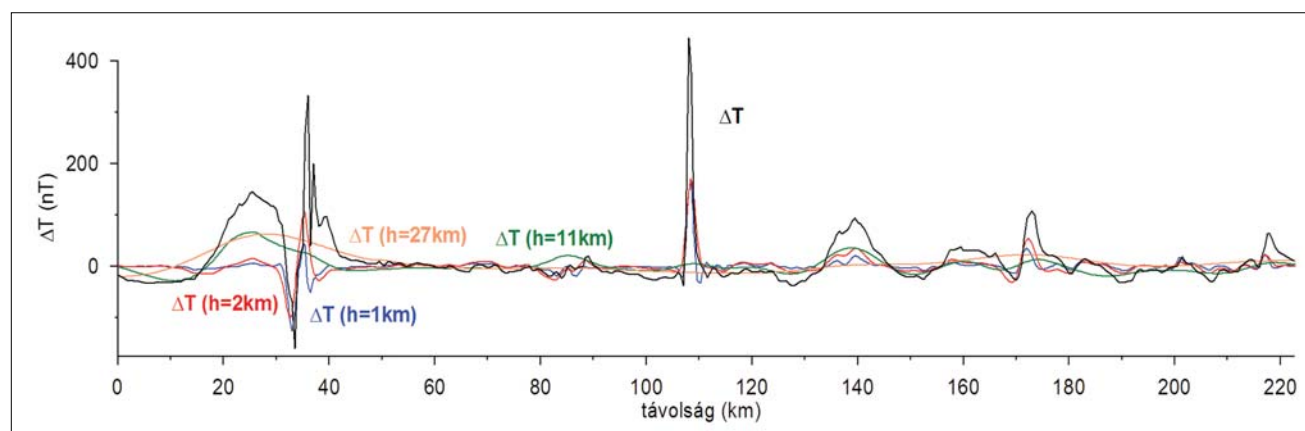
Elvégeztük a CEL08 szelvény menti adatok leválogatását a térképi szűrések eredményeiből, és megjelenítettük az alap- és a maximumértékkel normált görbéket is külön-külön: mágneses adatokra (11. és 12. ábra) és gravitációs adatokra is (13. és 14. ábra). A szűrt adatok felbontják az anomáliákat a domináns jelfrekvencia (azaz mélység) függvényében.

Szembetűnő, hogy a legfelső réteg hatása (frekvencia-szűrt anomáliagörbéje) nagyon kis amplitúdával jelentkezik. Ez abból adódik, hogy kicsi az a tömeg, amely a sűrűség vagy mágneses tulajdonság alapján az anomáliát okozza. Minél nagyobb mélység hatását vizsgáljuk – a szuperpozíció elve miatt – az anomáliák egyre nagyobb amplitúdával jelentkeznek. Míg a paraméterkontraszt alapján egy hatás azonos lehet a felszínen és mélységben, addig a mélységgel jelentkező igen jelentős hatótömeg-növekedés sokkal nagyobb amplitúdójú anomáliákat okoz.

A gravitációs erő Hawking és Mlodinow (2006) szerint az összes kölcsönhatás közül az egyik leggyengébb, kizárólag két tulajdonságának köszönhetően vesszük észre, illetve észleljük:

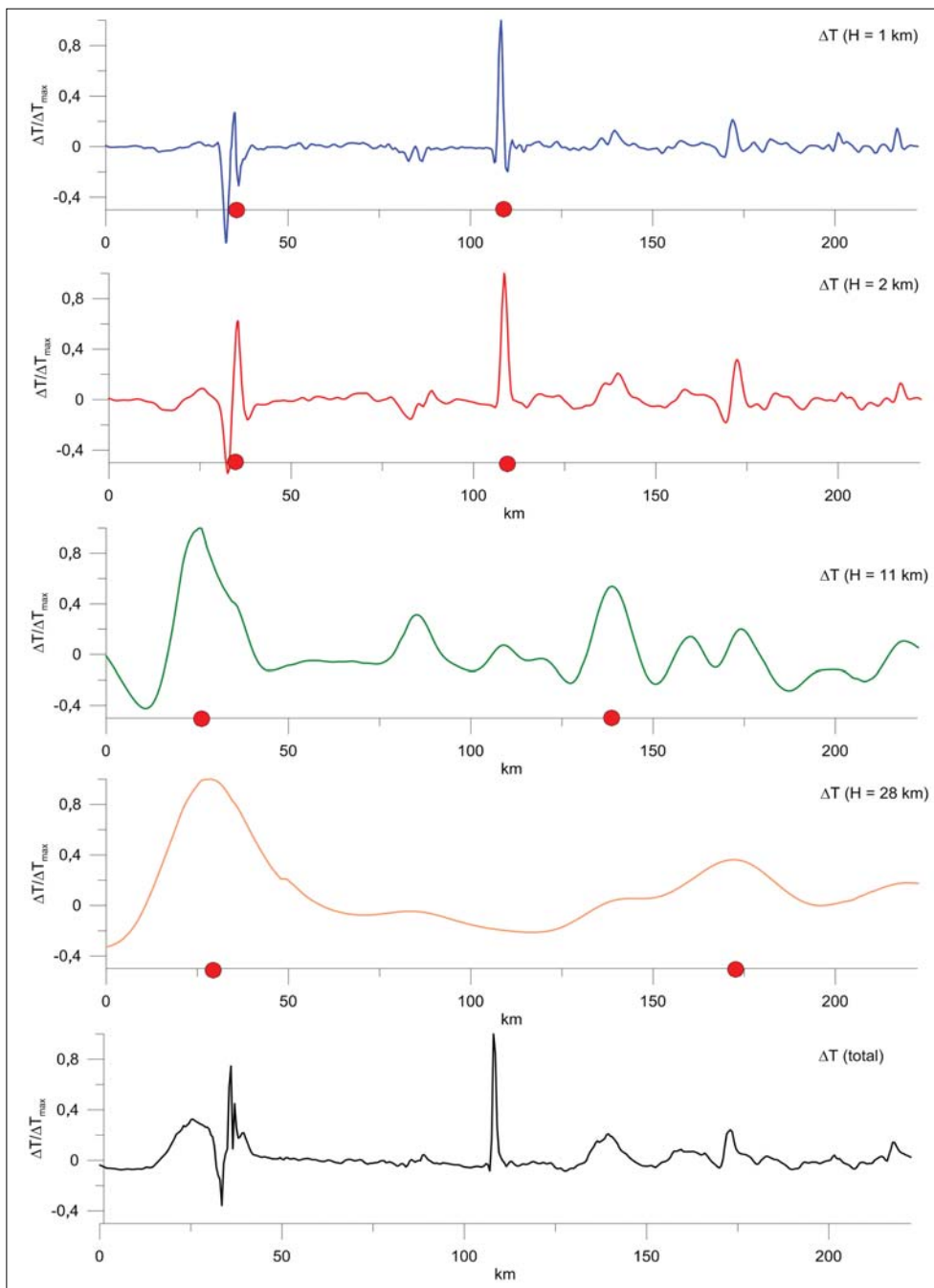
- roppant nagy a hatótávolsága,
- mindig vonzó kölcsönhatás.

Mivel minden gravitációs hatás összegződik, így ez a hatás számottevő nagyságú erőt képvisel. Eötvös Lorándnak köszönhetően azonban ezt a hatást már régóta mérjük és



11. ábra | Az eredeti mágneses ΔT anomáliagörbe (fekete vonal) és a térképi adatok spektrális szűréséből kapott különböző mélységszintek (1, 2, 11, 27 km) anomáliagörbéi

Figure 11 | Magnetic anomaly curve (black) and anomaly curves of different spectral depths (1, 2, 11, 27 km) getting from spectral filtering of grid data



12. ábra A maximumértékkel normált mágneses anomália-görbék (alul az eredeti görbe, majd felfelé a spektrális szűrésből kapott különböző, 28, 11, 2 és 1 km-es mélységekre vonatkozó normált anomáliagörbék). A szelvények mentén jelentkező két legerősebb hatás helyét piros színű szimbólumokkal jeleztük

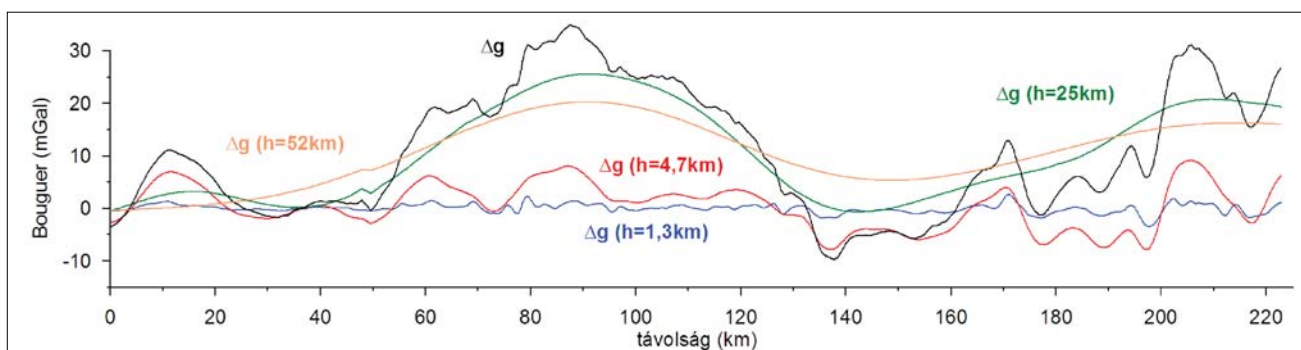
Figure 12 Spectral filtered magnetic anomaly curves normalized by their maximum value. Anomaly curves of 28, 11, 2 and 1 km spectral depths and the place of the biggest effect by red fleck

használjuk a földtani kutatások során (ld. alkalmazott geofizika).

A mágneses erő erősebb kölcsönhatás, de lehet vonzó és taszító is (dipóluster), így a mágneses erőteret egy másik mágneses erőter nemcsak erősítheti, hanem éppenséggel teljesen ki is olthatja. Ezért van az, hogy több kitörési ciklus egymásra települő bázisos vulkáni kőzetei még jelentős vastagságuk ellenére sem adnak időnként értelmezhető mágneses anomáliát. (A kitörések ideje alatt a megváltozó mágne-

ses tér eltérő polaritású mágnesezettséget eredményezett, így összességében a mágneses vektorok eredője nulla lesz.)

A 12. ábra azt mutatja, amikor az anomáliagörbét a maximummal normálva megjelenítjük, akkor a különböző mélységek anomáliagörbéin eltérő helyeken fog jelentkezni a legnagyobb amplitúdójú mágneses anomália, ami a mágneses tömeg mélységi elrendeződésével van összefüggésben. Így például mágneses ható 28 km-es mélységnél 25 km (Kemeneshát, Pásztori vulkán) és 175 km (Kapos-vonal)



13. ábra | Az eredeti Bouguer-anomáliagörbe (fekete vonal) és a térképi adatok szűréséből kapott különböző mélységszintek (1,3, 4,7, 25, 52 km) anomáliagörbéi

Figure 13 | Bouguer anomaly curve (black) and anomaly curves of different spectral depths (1.3, 4.7, 25, 52 km) getting from spectral filtering of grid data

környékén várható. 11 km-es mélységnél – noha mindkét előbbi hatás jelen van – a 175 km-es anomáliánál nagyobb amplitúdóval jelenik meg 130 km-nél, a Közép-magyarországi vonal mentén jelentkező mágneses ható. 1 és 2 km-es mélységnél a 25 km (Kemeneshát) és a 110 km (Tihany) a domináns hatás az ismert tanúhegyek bazaltos képződményeinek köszönhetően.

A normált gravitációsanomália-görbék maximumhelyei alapján (13. és 14. ábra) a fő gravitációs hatások központjai fókuszálhatók. A felszínközélen (1,3–4,7 km mélység) ez 5–10 maximumot is jelenthet, míg a mélység további növekedésével (13–25 km mélység) a maximumhelyek száma néhány darabra lecsökken. A Dunántúli-középhegység és a Baranyai-szigethegység tömbjei által okozott maximumok.

4,7 km mélység Bouguer-anomáliaértékei alapján jól elkülönül az ALCAPA és a Tisza-egység az eltérő alapszint alapján, amelytől D-en csak a Mórág-rög különül el. A felső 1,3 km-ben rendkívül változó a kőzetek sűrűsége.

A spektrális szűrésből kapott normált anomáliagörbék azt jelzik, hogy az eltérő mélységekből származó hatások eltérő, mélységfüggő sűrűségeloszlásokat mutatnak, amelyeket a szűrt görbék alapján végzett automatikus feldolgozásokkal el tudunk különíteni, illetve meg tudunk jeleníteni.

Mélységfókuszált hatókijelölések

Módszertani megfontolások alapján feltételeztük, hogy a kapott szűrt görbéket (különböző mélységek mágneses és gravitációs hatását) ugyanúgy felhasználhatjuk hatókijelölésekre, mint az eredeti anomáliagörbéket. Ezzel tulajdonképpen a szelvény menti feldolgozások mélységbeli fókuszálását érhetjük el. Mélységtartományként vizsgáljuk a lehetséges hatásokat, kijelölve a legvalószínűbb hatók és határfelületek helyét, elkerülve ezzel a különböző mélységű hatók jelinterferenciájából származó bizonytalanságokat.

A 15. ábra a CEL08 szelvény mentén a mágnesesanomália-térkép spektrális szűréséből (13. ábra) kapott görbének automatikus, Werner-dekonvolúciós feldolgozási eredményét mutatja. Az ábrán jól látható, hogy az eltérő térfrekvenciájú anomáliákból kapott hatókijelölések (eltérő

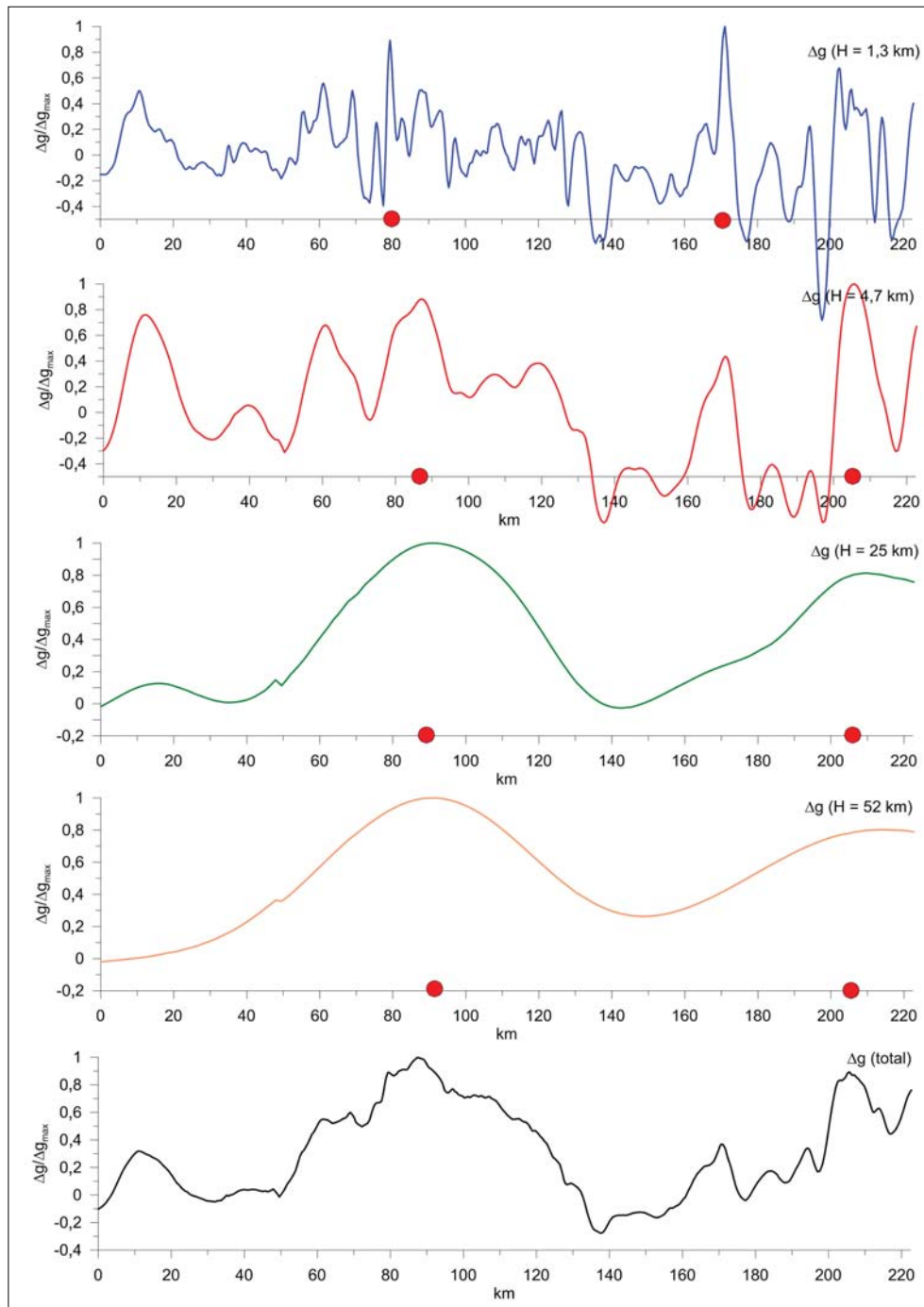
színekkel jelölve) csak adott mélységtartományra jellemzőek. A különböző színű szimbólumok – némi átfedéssel – egy meghatározott mélységtartományban jelentkeznek. Jól látható, hogy minél nagyobb a hullámhosszúságú anomáliákból végeztük a feldolgozásokat, annál mélyebbek a kapott megoldások.

Az eredmény egy viszonylag nehezen kezelhető pontthalmaz, amelyen a megoldások mélységi elkülönülése mellett kisebb-nagyobb besűrűsödések láthatók. Ez ugyan segíthet az értelmezőnek, de nem adja meg egyértelműen a hatók legvalószínűbb helyét. Ismét rangsorolni kell a megoldásokat, amire a 16. ábra mutat be egy lehetséges változatot.

A 15. ábra pontthalmazából csak a legnagyobb kontrasztal jelentkező pontokat emeltük ki. Ebben az esetben a különböző mélységek anomáliái nyilván nem vehetők össze. A szimbólumok nagyságát ebben az esetben a kontraszttól függően minden mélységszintre egyedileg állítottuk be (16. ábra). Vegyük észre egyrészt, hogy a nagy szimbólumok helyzete egyértelműen kapcsolható a jelentősebb anomáliákhoz (ismert hatókhoz: Kemeneshát, Tihany, Kapos-D), másrészt a szórt anomáliák és azok csoportosulása, a 15. ábra egyes pontthalmazai részben eltűntek vagy más jelleget mutatnak a rangsorolás után!

Az egységesen szürke színnel (a korábbiaknak megfelelő szimbólummérettel) megjelenített Naudy-megoldások és a Werner-megoldások között – néhány ponttól eltekintve – szoros korreláció figyelhető meg (17. ábra).

De vajon milyen eredményt ad a Naudy-dekonvolúció a különböző spektrális szűrésből kapott anomáliagörbék felhasználásával? A kapott eredmények (18. ábra) összhangban vannak a korábbi eredményekkel (8. ábra). Három eltérés, illetve három új eredmény azonosítható. Az első a Rába-vonal alatti nagy mélységeig azonosítható megoldások, a másik az Ajka környéki (Kabhegy alatti) vonalszerű pontthalmaz, amely 20 km mélységtől egészen a felszínig követhető, a harmadik a Kapos folyó és Bonyhád között 5–10 km mélységben megjelenő mágneses hatók, amelyek korábban nem jelentkeztek. A feldolgozások feltehetőleg valós földtani ható jelenlétét mutatják, melynek a hatását az eredeti adatrendszeren végzett feldolgozásokkal nem tudtuk kimutatni.



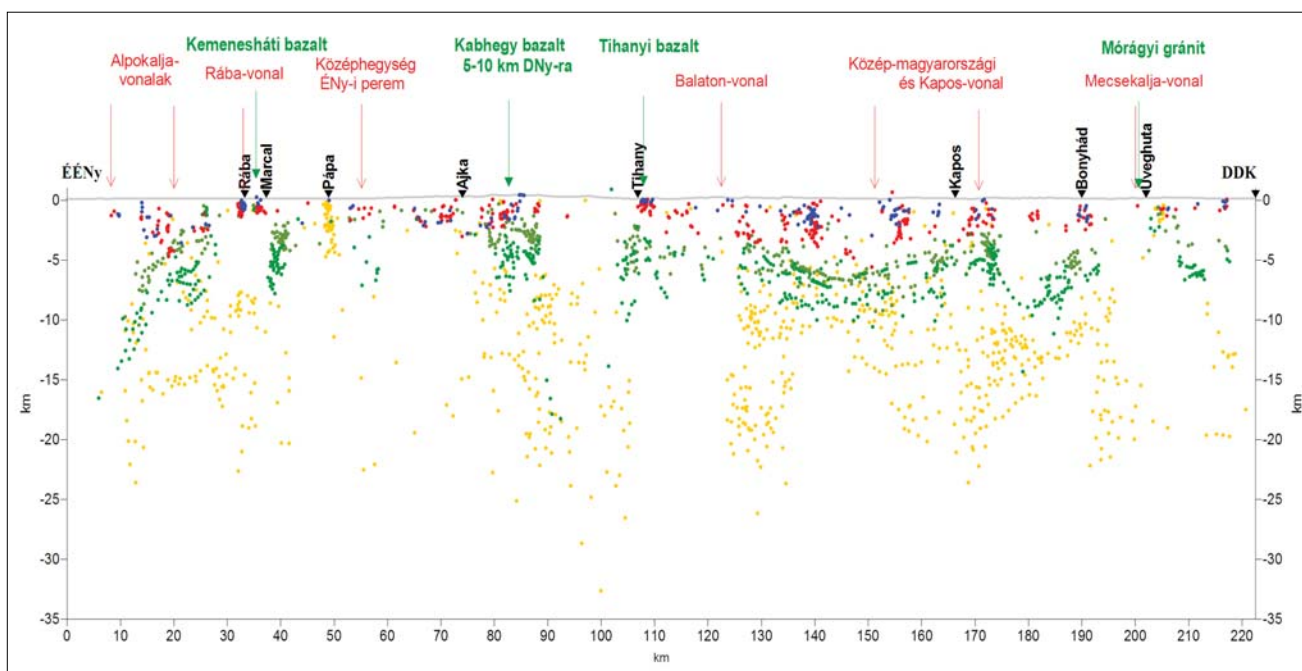
14. ábra | A maximumértékkel normált gravitációsanomália-görbék (alul az eredeti görbe, majd felfelé a spektrális szűrésből kapott különböző, 25, 13, 4,7, és 1,3 km-es mélységekre vonatkozó normált anomáliagörbék). A szelvények mentén jelentkező két legerősebb hatás helyét piros színű szimbólumokkal jeleztük

Figure 14 | Spectral filtered gravity anomaly curves normalized by their maximum value. Anomaly curves of 25, 13, 4.7 and 1.3 km spectral depths and the place of the biggest effect by red fleck

Érdeemes a gravitációs spektrális szűrés görbéin is elvégezni a feldolgozásokat. A megoldások részben a határfelületek mentén (kontaktusmodell), részben a testek közép-vonalában jelentkeznek (lemezmodell). A lemezmodell a kontaktusmodellnek az a szélsőséges esete, amikor a határfelületek közel kerülnek egymáshoz. A mintavételezés is szerepet játszik az egyelőre nem meghatározott modell pontosításában. A sűrű mintavételezés esetén azonosítható

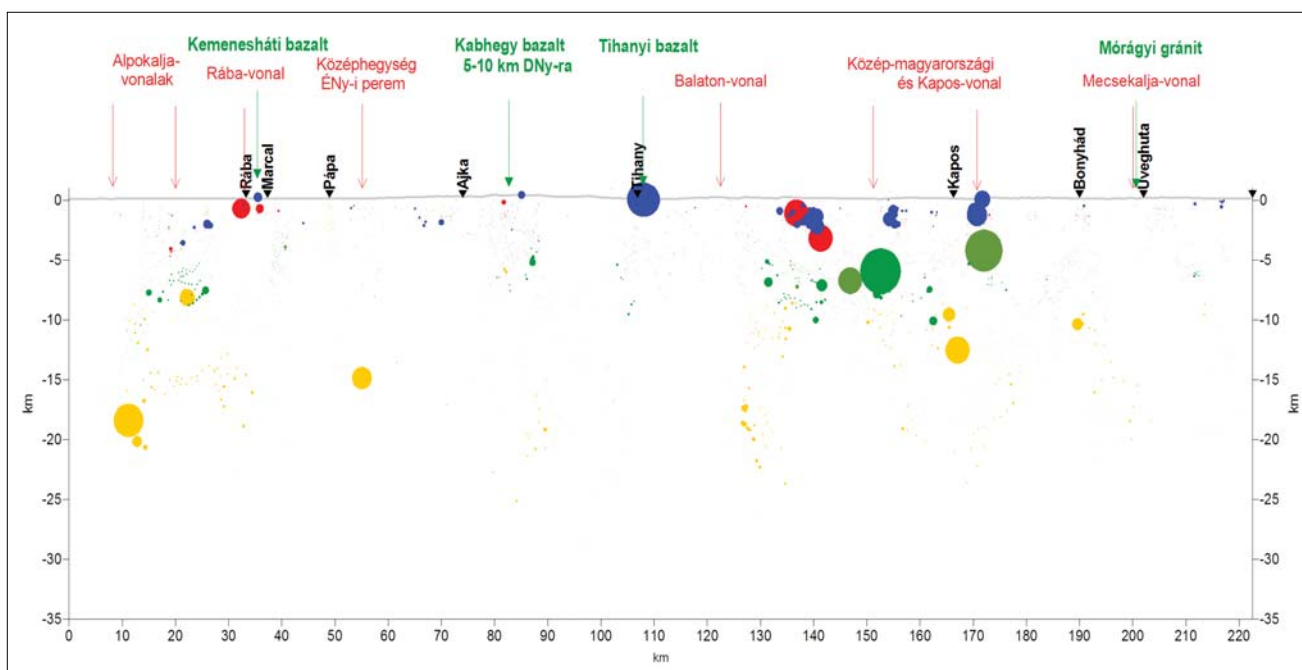
(szétválasztható) kontaktusok a ritkább mintavételezés számára már egyre inkább a lemezmodellnek megfelelő rajzolatokat mutatnak.

A kontaktus (határfelület) vs. lemez (sasbérc) kérdés eldöntéséhez az anomália formáját kell megvizsgálni. A maximumok alatt jelentkező megoldások a lemezmodellt (annak közép-vonalát) rajzolják ki, az inflexiós pontok alatt pedig, a kontaktusmodell azonosítható.



15. ábra Különböző mélységek szűrt anomáliagörbéi alapján kapott mágneses Werner-megoldások a CEL08 szelvény mentén (Spektrális mélység: 1 km – kék, 2 km – piros, 11 km – zöld, 28 km – sárga szimbólummal)

Figure 15 Magnetic solutions of Werner deconvolution based on depth sliced magnetic anomalies (Spectral depths: 1 km – blue, 2 km – red, 11 km – green and 28 km – yellow symbols)



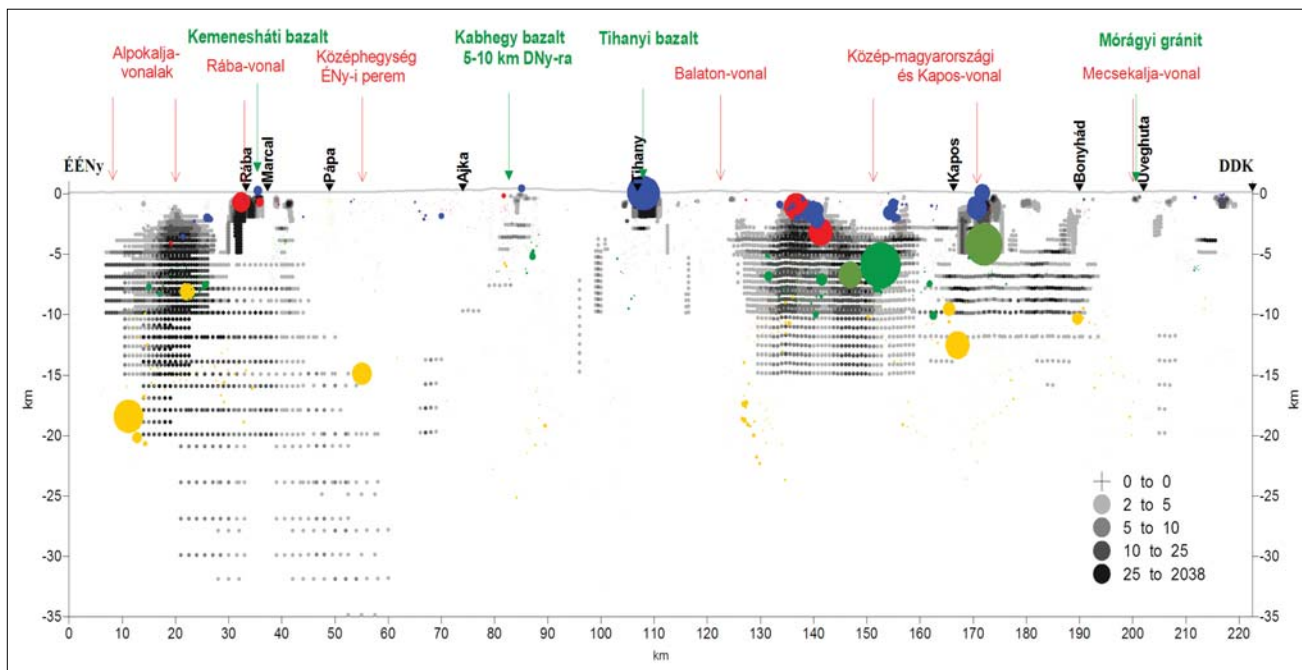
16. ábra Különböző mélységek anomáliagörbéi alapján kapott rangsorolt mágneses Werner-megoldások (Spektrális mélység: 1 km – kék, 2 km – piros, 11 km – zöld, 28 km – narancssárga szimbólummal, körök átmérője a rangsorolást tükrözi)

Figure 16 Magnetic solutions of Werner deconvolution with ranking based on depth sliced magnetic anomalies (Spectral depths: 1 km – blue, 2 km – red, 11 km – green, 28 km orange symbols)

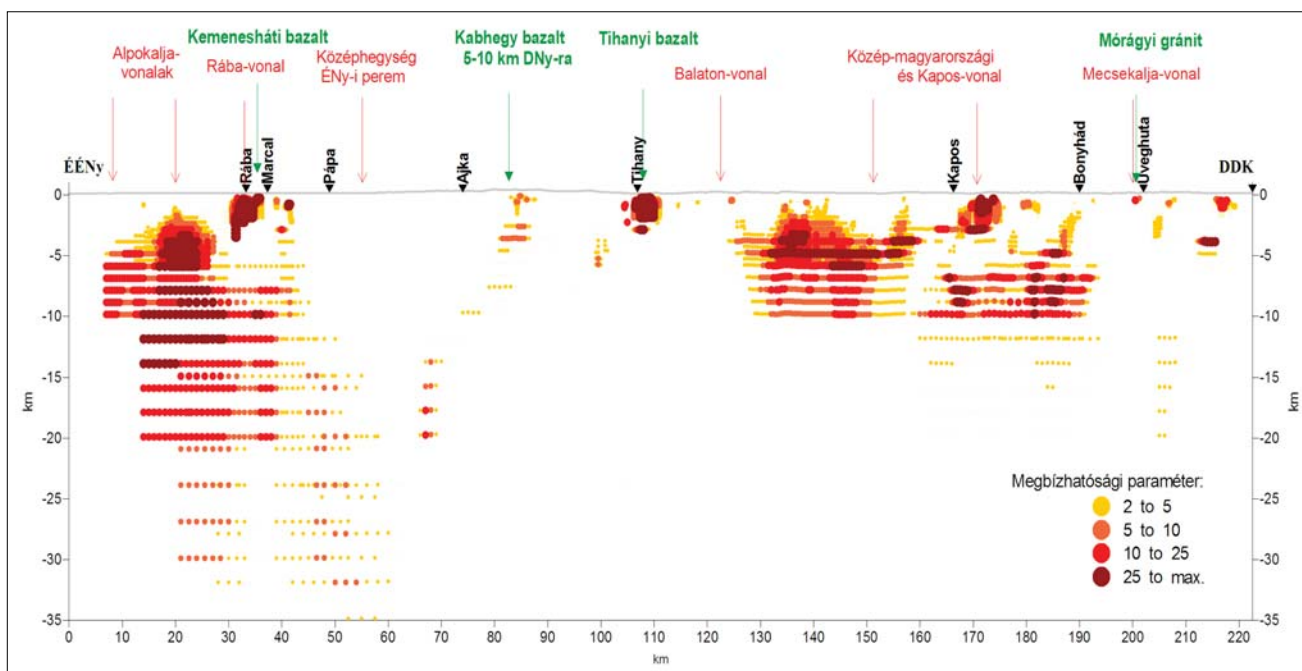
A gravitációs adatok feldolgozásából is látszik, hogy különböző mélységek szűrt anomáliagörbéiből kapott Werner-megoldások adott mélységtartományoknak a hatásait mutatják némi átfedéssel (19. ábra).

Az eredmények értelmezése

A szeizmikus sebességek alapján jól elkülöníthető a laza törmelékes medenceüledékek kis sebessége a medence-



17. ábra | Különböző mélység rangsorolt Werner-megoldásai a szürke színnel megjelenített Naudy-megoldásokon
 Figure 17 | Magnetic solutions of Werner deconvolution based on depth sliced magnetic anomalies with coloured symbols, background Naudy-solutions by grey colours

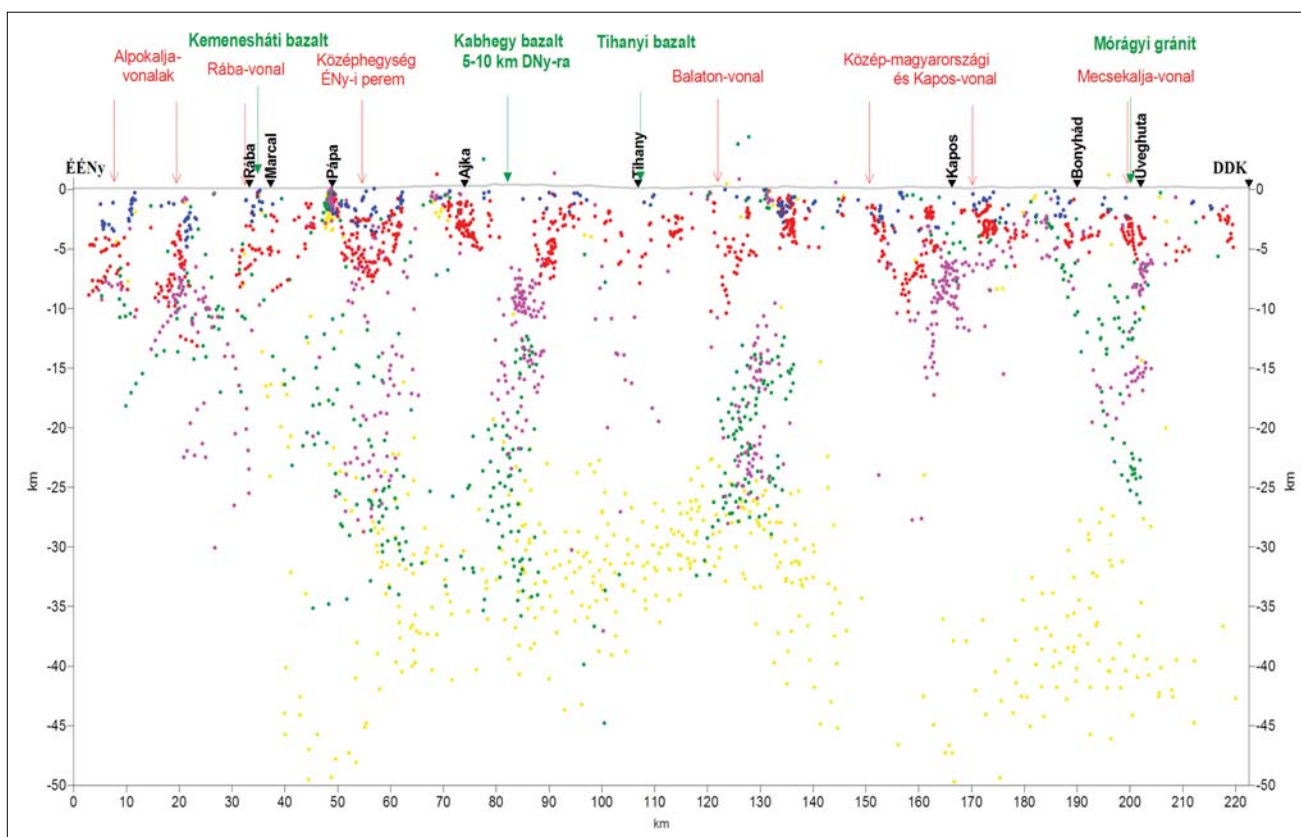


18. ábra | Különböző mélységek anomáliagörbéi alapján kapott rangsorolt mágneses Naudy-megoldások
 Figure 18 | Magnetic solutions of Naudy deconvolution with ranking based on depth sliced magnetic anomalies

aljzat képződmények nagyobb, 5000 m/s feletti sebességétől, amit a zöld és piros színek átmeneti zónája mutat (20. ábra). A következő szintet a felsőkéreg- és az alsókéreg-képződmények határvonala jelenti kb. a 6400 m/s-os sebességértéknél (piros és lila színek közötti átmeneti zóna). A kéreg-köpeny határ vagy a Moho szintje a lila és fekete

színek átmeneti tartományában 7600–7800 m/s sebességnél jelölhető ki.

Ez a Moho-határfelület érdekes módon egybeesik a gravitációs Werner-megoldások alsó szintjével a középhegység alatt. Azonosítható továbbá a Rába-vonal és a Balaton-vonal mint a kéreg-köpeny határfelületig lenyúló közel



19. ábra Különböző mélységek szűrt anomáliagörbéi alapján kapott gravitációs Werner-megoldások a CEL08 szelvény mentén (Spektrális mélység: 1,3 km – kék, 4,7 km – piros, 16 km – lila, 25 km – zöld, 52 km – narancssárga szimbólummal)

Figure 19 Gravity solutions of Werner deconvolution based on depth sliced anomalies along CEL08 profile (Spectral depths: 1.3 km – blue, 4.7 km – red, 16 km – magenta, 25 km – green, 52 km – orange symbols)

függőleges szerkezeti elem (a szelvényeken kétszeres ki-magasítás van!). A Közép-magyarországi vonal és a Kapos-vonal is azonosítható, de csak 10–15 km mélységig. A középhegység fő gerince mentén, kezdetben attól É-ra és D-re 5–10 km mélységig, a kontaktusmodellnek megfelelő gravitációs Werner-megoldások jelentkeznek (19. ábra), majd kb. 10 km-től a megoldások már összefonódva, a lemezmodellnek felelnek meg. A sebességértékek alapján a lemezmodell csökkent sebességű, és csökkent sűrűségű is. A Mecsek-alja-vonal szintén köpenyig nyúló szerkezetnek mutatkozik a gravitációs automatikus feldolgozások alapján.

A Rába-vonal mentén felszínközeli mágneses hatót jeleznek a Naudy-feldolgozások (Kemenesháti bazalt), ettől Ny-ra az Alpok felé nagyobb mélységben, feltételezhetően szerkezethez is kapcsolódó nagy kiterjedésű, eltemetett mágneses ható (metavulkanit vagy bázisos metamorfit) rajzolódik ki, ez a „Pásztori vulkán”.

A spektrális mélységszeletelés után végzett Naudy-feldolgozások egy keskeny, majdnem függőleges csatornaszerű mágneses hatót jeleznek 20 km mélységtől a felszínig (18. ábra) a Kabhegy környékén, amely a nagy sebességű zónával párhuzamosan, attól D-re található.

A szelvény keresztülmegy Tihanyon, ez adja a CEL08 szelvényen a legjelentősebb mágneses anomáliát. A Naudy-megoldások szépen leképezik a felszínközeli részt, de a fel-

áramlási csatornát csak a szeizmikus sebességek alapján lehet azonosítani.

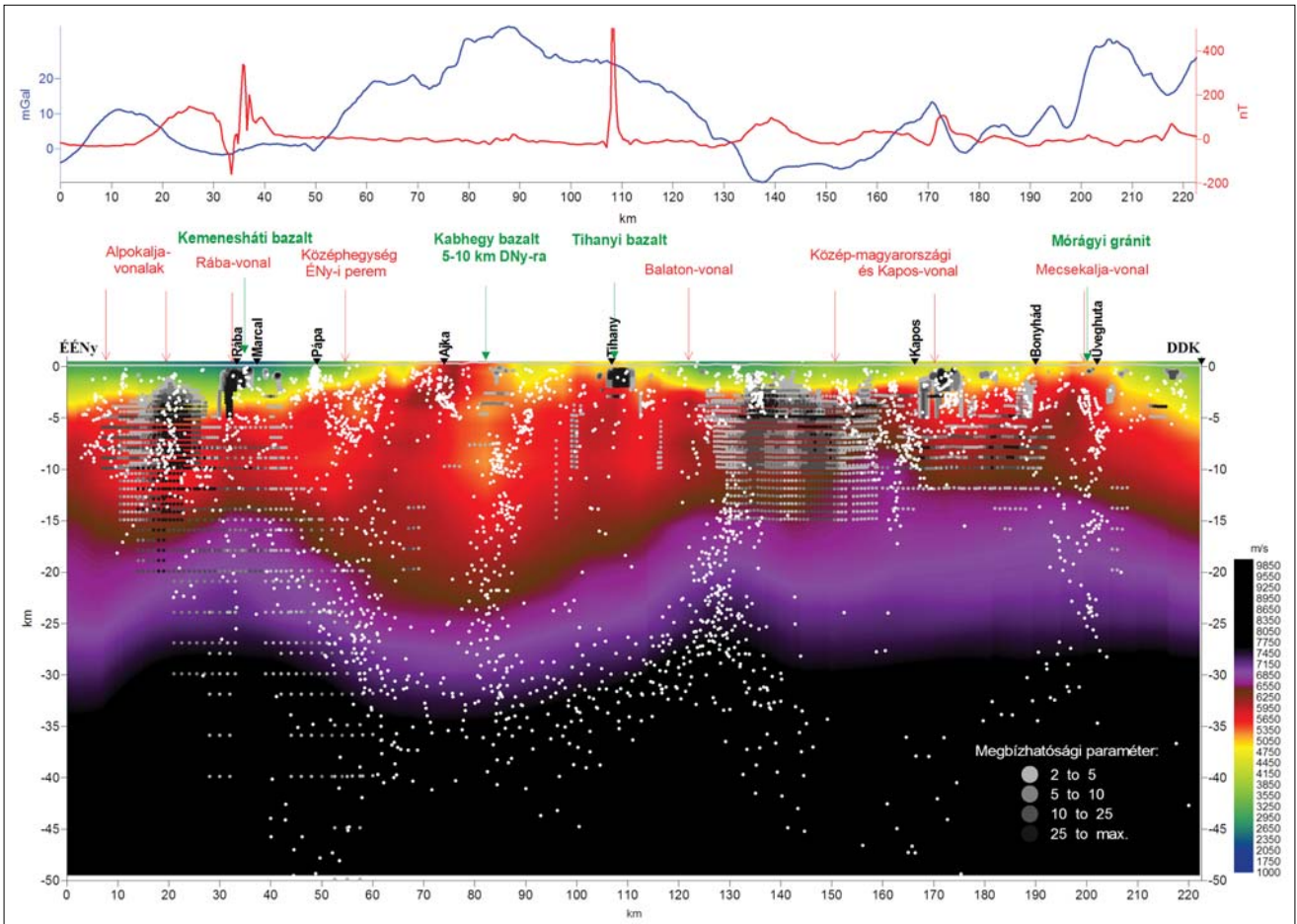
A Balaton-vonaltól a Kapos-vonalig, jelentős mágneses hatókat mutatnak a Naudy-megoldások a medence aljzatában, ami valószínűleg metavulkanit vagy ofiolit.

A Kapos-vonaltól D-re, Kurd magasságában ismét felszínhez közeli mágneses hatók látszanak, amely alatt 5–10 km mélységben nagyobb kiterjedésű mágneses test jelenléte sem zárható ki a mágneses megoldások alapján.

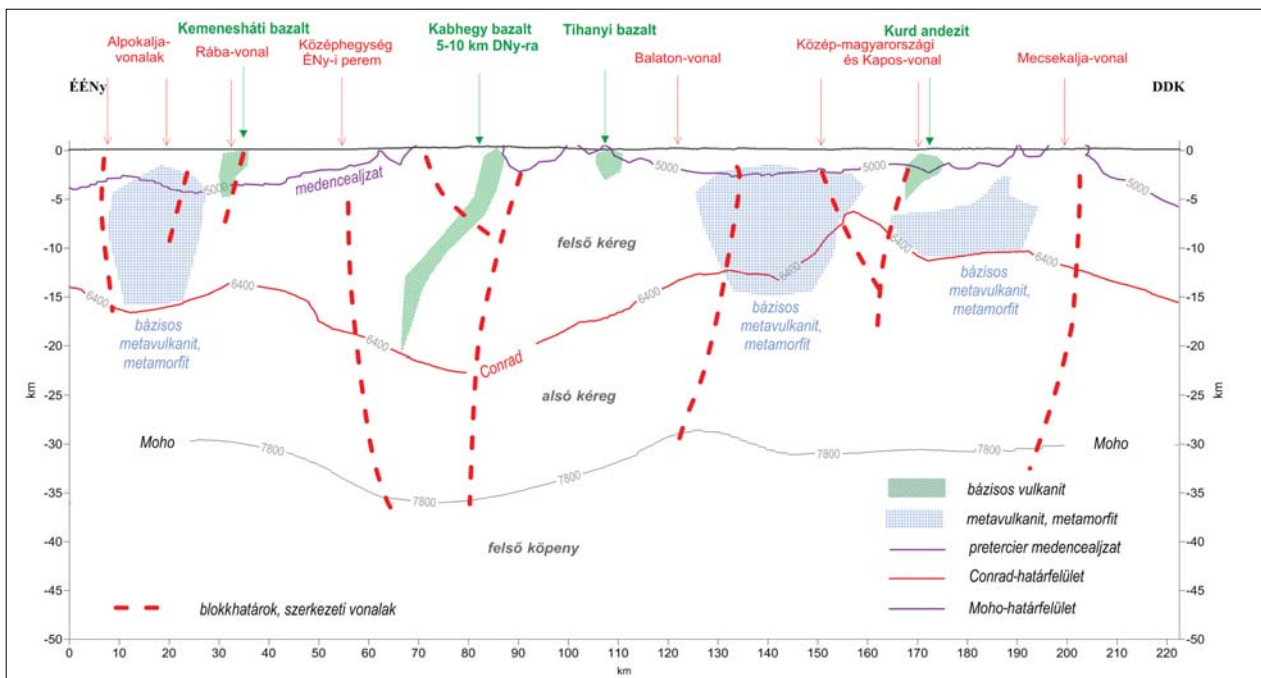
Az eredmények elemzése és az értelmezés persze 3D-ben válik igazán izgalmassá (ezen is dolgozunk). A Naudy-megoldásokat mutatja a 22. ábra, a domborzattal, a pretercier medencealjzattal és a Moho felszínével. Eredményeink újabb lökést adhatnak az archív, néha már elavultnak tekintett geofizikai adatok szelvény menti feldolgozásának.

Köszönetnyilvánítás

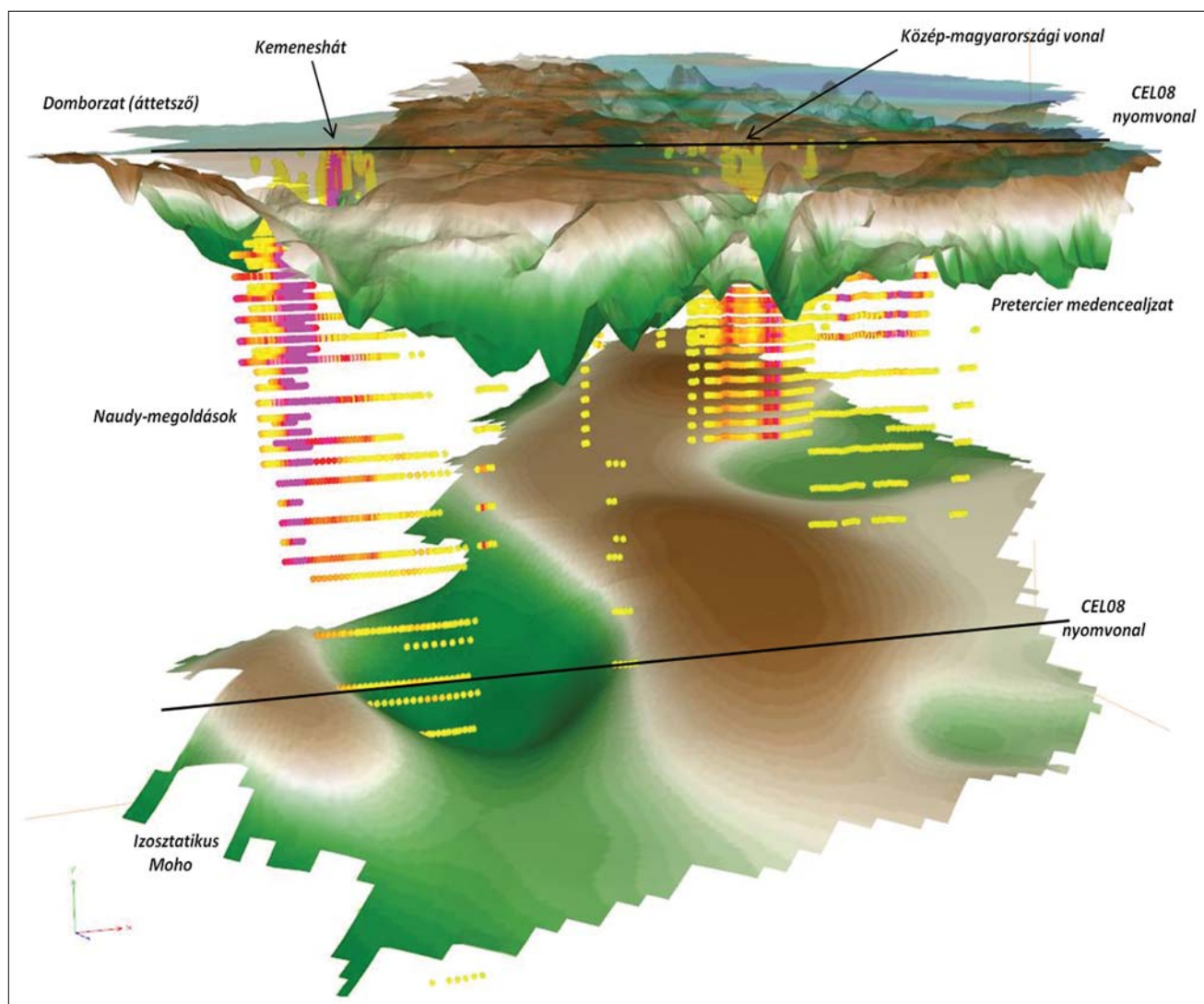
Az ELGI-nek és jogutódjának, az MFGI-nek mai napig klasszikus „állami alapfeladat”-a a földtani-geofizikai adatok kezelése, feldolgozása, amelyből új földtani eredmények szülehetnek. Köszönet tehát az Intézet egykori és mai munkatársainak, akik létrehozták, megőrizték, és adatbázisba szervezték a potenciáltér geofizikai adatait. Köszönet illeti továbbá a BTIX Kft.-t az elméleti munkák támogatásáért. Nélkülük ez a publikáció nem készülhetett volna el.



20. ábra | Szelvény menti geofizikai adatfeldolgozások eredményei. Refrakciós szeizmikus tomográfia: invertált sebességszelvény (színes háttér), mágneses Naudy-megoldások összessége (szürke-fekete színű szimbólumok), gravitációs Werner-megoldások összessége (fehér pontok)
Figure 20 | Results of data processing along the profile. Refraction seismic tomography, inverted velocity section (background colour section), magnetic solutions of Naudy-deconvolution (grey-black symbols), gravity solutions of Werner-deconvolution (white symbols)



21. ábra | Geofizikai hatók, blokkhatárok a sebesség, sűrűség és a mágneses tulajdonságok alapján CEL08 mentén
Figure 21 | Causative bodies based on velocity, density and magnetic properties along the CEL08 profile



22. ábra Naudy-megoldások a CEL08 szelvény mentén három dimenzióban. A domborzat (áttetsző), a pretercier medencealjzat és az izosztázia alapján meghatározott Moho-felszín, DNY felől nézve

Figure 22 Naudy-solutions along CEL08 profile in a 3-D presentation. Digital elevation model (transparent colour), pretercier basement and the Moho surface based on isostasy, sight from SW

A tanulmány szerzői

Kiss János, Prácer Ernő

Jegyzetek

- ^{a)} A különbözőségi paraméter megmutatja, hogy mennyire közelíti meg a szimmetrikus és az aszimmetrikus (pólusra redukálás után szimmetrikus) anomáliagörbe a Naudy-modellgörbét (minőségi jellemzés).
- ^{b)} Az anomáliásűrűség paraméter megmutatja az adatrendszer szórást, azaz azt, hogy a görbe vizsgálata alapján van-e anomális hatás, vagy nincs (mennyiségi jellemzés).
- ^{c)} Naudy-megoldások: a Naudy-dekonvolúció (inverz feladat) megoldásai.

Hivatkozások

Bodoky T., Kis K., Meskó A., Rumpler J., Zsellér P. (1982): A gyakorlati geofizika néhány új módszere. Tankönyvkiadó, Budapest, 271. p.

BTIX Kft., <http://www.btix.hu/referenciak.html>

Cordell L., Henderson R. G. (1968): Iterative three-dimensional solution of gravity anomaly data using a digital computer. *Geophysics* 33, 596–601

Hansen R. O., Simmonds M. (1993): Multiple-source Werner deconvolution. *Geophysics* 58/12, 1792–1800

Hawking S. W., Młodinow L. (2006): Az idő még rövidebb története. Akkord Kiadó, Budapest, pp. 107.

Kiss J. (2005): A CELEBRATION-7 szelvény komplex geofizikai vizsgálata, és a „sebesség-anomália” fogalma. *Magyar Geofizika* 46/1, 1–10

Kiss J. (2009a): Gravitációs és mágneses feldolgozások és modellezések a földtani környezet megismerése céljából. Doktori (PhD) értekezés, NyME Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola, Sopron, pp. 129.

Kiss J. (2009b): A CEL08 szelvény geofizikai vizsgálata. *Magyar Geofizika* 50/2, 59–74

Kiss J. (2013): Magyarországi geomágneses adatok és feldolgozások: spektrálanalízis és térképi feldolgozások. *Magyar Geofizika* 54/2, 89–114

- Kiss J. (2014): Magyarország Bouguer-anomáliatérképének frekvenciatartománybeli vizsgálata és értelmezése. *Magyar Geofizika* 55/4, 163–178
- Kiss J., Madarasi A. (2012): A PGT-1 szelvény komplex geofizikai vizsgálata (nem szeizmikus szemmel). *Magyar Geofizika* 53/1, 29–54
- Kiss J., Varga G. (2003): Gravitációs-földmágneses és magnetotelurikus modellezés (Dél-Dunántúli Régió). Kézirat, Megbízó: MÁFI, MÁFGBA Adattár
- Kovácsvölgyi S. (1995): DK-Magyarország gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése. *Magyar Geofizika* 36/3, 198–202
- Meskó A. (1966): Two-dimensional filtering and the second derivative method. *Geophysics* 31, 606–617
- Meskó A. (1983): A frekvenciatartomány felhasználása gravitációs és mágneses térképek lineáris szűrésében. *Magyar Geofizika* 24/2, 43–75
- Naudy H. (1970): Une methode d'analyse sur profiles aeromagnetiques. *Geophysical Prospecting* 18, 56–63
- Naudy H. (1971): Automatic determination of depth on aeromagnetic profiles. *Geophysics* 36, 717–722
- Novák A. (2010): Elektromágneses geofizikai leképezés tenzorinvariánsokkal: a felszínközeltől a Dunántúli mélyszerkezetig. Doktori (PhD) értekezés, NyME Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola, Sopron, pp. 187.
- Pasteka R. (2000): 2D semi-automated interpretation methods in gravimetry and magnetometry. *Acta Geologica Universitatis Comenianae*, 55, 5–50
- Posgay K., Kovács A. Cs., Csabafi R., Bodoky T., Hegedűs E., Fancsik T., Rigler B. (2007): A CEL07 mélyszeizmikus szelvény újraértékelése, *Magyar Geofizika* 48/3, 87–99
- Prácsér E. (2000): A mágneses és a gravitációs mérések feldolgozásának elméleti alapjai. Kézirat, BTIX Bt. archívum, pp. 21.
- Reid A. B., Allsop J. M., Granser H., Millett A. J., Somerton I. W. (1990): Magnetic Interpretation in three dimensions using Euler deconvolution. *Geophysics* 55, 80–91
- Stomfai R. (1985): Áttekintés a modellszámítást végző programokról (gravitációs, mágneses hatás számítása). Kézirat, MÁFGBA Adattár, MBFH AD-907
- Szafián P. (1999): Gravity and tectonics: A case study in the Pannonian basin and the surrounding mountain belt. PhD, Vrije Universiteit, Amsterdam, ISBN 90-9012373-3, pp. 153
- Szafián P., Horváth F., Coething S. (1997): Gravity constraints on the crustal structure and slab evolution along a transcarpathian transect. *Tectonophysics* 272, 233–247
- Thompson D. T. (1982): EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. *Geophysics* 47, 31–37
- Werner S. (1953): Interpretation of magnetic anomalies at sheet-like bodies. *Sveriges Geologiska Undersök, Ser. C.C. Arsbok* 43/06.

Agocs-díj 2015

A díjat alapító Dr. William B. Agocs professzor szándéka szerint az Eötvös Loránd Tudományegyetem geofizika szakán megvédett, kiemelkedő színvonalú MSc-, illetve PhD-dol-

gozatokat lehet jutalmazni. Az Agocs-díj kuratóriuma, amely a korábbi díjazottakból áll, három MSc-dolgozatot talált jutalmazásra érdemesnek 2016-ban. A díjazott dolgozatok:

Békési Eszter: „Multiple event location analysis of the 29 January 2011 ML 4.5 Oroszlány earthquake and its aftershocks” című MSc-dolgozata

Témavezetők: *Dr. Bondár István* tud. tanácsadó, *Dr. Lenkey László* egy. docens

Darányi Virág: „Vízi szeizmikus kutatások feldolgozása és értelmezése a Nápolyi-öbölben” című MSc-dolgozata

Témavezetők: *Dr. Horváth Ferenc* professzor emeritus, *Kudó István* tud. munkatárs

Lehelvári Tünde: „Háromdimenziós földtani modellezés mélyfúrás-geofizikai szelvények korrelációja alapján” című MSc-dolgozata

Témavezetők: *Buránszki József* és *Dr. Galsa Attila* egy. adjunktus

A díjakat *Dr. Mezey Barna* egyetemi tanár, az ELTE rektor adta át ünnepélyes körülmények között a rektori tanácssteremben, 2016. szeptember 14-én. A díjátadáson jelen volt: *Dr. Horváth Erzsébet*, az ELTE Természettudo-

mányi Karának oktatási dékánhelyettese, a kuratórium tagjai és a díjazottak által meghívott vendégek.

Békési Eszter oklevelét külföldi útja miatt megbízottja vette át.

Kis Károly



Darányi Virág átveszi az Agocs-díjat Dr. Mezey Barna egyetemi tanártól, az Eötvös Loránd Tudományegyetem rektorától



Lehelvári Tünde átveszi az Agocs-díjat Dr. Mezey Barna egyetemi tanártól, az Eötvös Loránd Tudományegyetem rektorától

Eötvös-emlékkiállítás Celldömölkön

Eötvös Loránd Ság hegyi mérésének 125. évfordulója alkalmából emlékkiállítás nyílt meg Celldömölkön, a Kemenes Vulkanpark Múzeumban, 2016. június 24-én.

Az emlékkiállítás gondolata *Pályi András*nak, az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány elnökének és néhány kurátorának, valamint *Söptei Eszter*nek, a celldömölki Kemenes Vulkanpark Múzeum igazgatójának mintegy esztendővel ezelőtti találkozásán vetődött fel. Többszöri találkozás során kialakult a kiállítás tematikája. A megvalósításhoz a fent nevezett két szervezet mellé csatlakozott a Múzeum fenntartója, Celldömölk Város Önkormányzata, továbbá a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet.

A Kemenes Vulkanpark Múzeumban a Földön és a Naprendszerben megfigyelhető vulkáni tevékenység bemutatásával, tudományos ismertetésével találkozunk. A Kárpát-medence vulkanizmusát bemutató teremben a Ság hegy vulkáni képződményként szerepel. A megelőző kiállítás-szervezés tette lehetővé, hogy a Ság hegy kapcsán a rendelkezésre álló, nem túl nagy kiállítási felületen és térben felidézük Eötvös Loránd személyét, tudományos munkásságát, a nagy jelentőségű ingamérését és az Eötvös-inga fejlődését bemutató emlékkiállítást úgy, hogy az harmonikusan illeszkedjen a Múzeum fő profilját jelentő kiállítás-hoz.

Az emlékkiállítás tematikájának összeállítása és a tablók magyar nyelvű anyaga *Szabó Zoltán* kurátor áldozatos munkájának eredménye. A Múzeumban minden szöveges anyag három nyelven, magyarul, angolul és németül olvasható. Az Eötvös-emlékkiállítás angol nyelvű fordítását *Verő László* tagtársunk, a német nyelvűt *dr. Deres János* tagtársunk készítette az ügy iránti elkötelezettségből. Köszönet érte mindkettőjüknek.

Ugyancsak *Szabó Zoltán* nevéhez fűződik a kiállításához szervesen kötődő, Eötvös Loránd munkásságát bemutató dokumentumfilm témájának összeállítása. A filmet a Múzeum vetítőtermében lehet megtekinteni.

Az emlékkiállítás ünnepélyes megnyitására a fenti napon 15 órakor került sor. A Múzeum igazgatója üdvözölte a megnyitón megjelenteket. Felkérte a város polgármesterét, *Fehér Lászlót* üdvözlő beszéde megtartására. A polgármester örömét fejezte ki, hogy számos nehézség és buktató ellenére a kitartó és célra törő munka eredményeként létre jött ez az emlékkiállítás. Büszke arra, hogy Celldömölk város otthont adhatott ennek az emlékkiállításnak. Kiemelte, hogy a város közvéleménye mindig is megkülönböztető figyelemmel ápolta és fogja ápolni a Ság hegyi mérés kapcsán is Eötvös Loránd munkásságát és emlékét.

Az emlékkiállítást az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány elnöke, *Pályi András* nyitotta meg. Megköszönte Celldömölk város polgármesterének, alpolgármester asszonyának, az önkormányzati testületnek a hathatós erkölcsi és



Pályi András, Söptei Eszter múzeumigazgató és Fehér László polgármester az emlékkiállítás megnyitóján

anyagi támogatást. Kiemelte és megköszönte *Söptei Eszter*nek, a Kemenes Vulkanpark Múzeum igazgatójának soha nem lankadó és következetes munkáját a kiállítás létrejöttéhez. Külön megköszönte az Alapítvány kurátorainak, *dr. Baráth Istvánnak*, *Magyar Balázsnak* és *Szabó Zoltánnak* elkötelezett és áldozatos munkájukat, valamint a fordítóknak és a kiállítás kivitelezését és a film elkészítését végző *Narmer Kft.* munkatársainak, *Vasáros Ákosnak*, *Zsarnoczky Renátának*, *Brotesszer Zsuzsannának*, *Práger Kitti*nek, *Kelemen Lászlónak* és *Véner Miklósnak*. Külön kiemelte és megköszönte a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet igazgatójának, *dr. Fancsik Tamásnak*, és fősztályvezetőjének, *dr. Palotás Klárának* a segítségét és erőfeszítését a film elkészítéséhez, és hogy a kiállításon egy



A Ság hegyet bemutató teremben



Szabó Zoltán előadását tartja

olyan Auterbal-ingát is bemutatathatunk, amely részt vett az 1937-es bázakerettyei méréseken és a kínai expedícióban is. Ezt követően röviden ismertette a kiállítás tematikáját, kiemelve a 125 éve történt Ság hegyi mérés tudománytörténeti, valamint a 100 éve végzett egbelli mérés ipartörténeti jelentőségét. Végezetül felhívta a jelenlévők figyelmét, hogy a kiállítás bemutatásával törekedjünk arra, hogy az ide látogató ifjúság Eötvös Lorándban mintaképet láthasson, munkássága, szellemisége követendő példát jelenthessen számukra.

A megnyitót követően megtekintettük az emlékkiállítást, valamint a vetítő teremben az Eötvös Loránd munkásságáról készült, mintegy 6 perces, a helyi tárlat jobb megértését is elősegítő kisfilmet. Ezt követően jól esett a nagy melegben egy kis hűs üdítő ital elfogyasztása. Az ünnepélyes megnyitó záró eseménye Szabó Zoltán kedélyes, nagyon sok ismeretanyagot felvonultató, jó hangulatú előadása volt „A Ság hegyi méréstől az Eötvös-inga világhírnevéig vezető



A kiállított Eötvös-inga és a magyarázó poszterek

út” címmel. Az eseményt a városi tévé felvette, és Szabó Zoltánnal, Pályi Andrással riportot is készített.

A megnyitón jelen volt a helyi tévé is. Az általuk rögzített anyag a következő címen érhető el: <https://www.youtube.com/watch?v=KNdEDlSkIR8>.

Pályi András

Suba Sándor 1934–2016

Szomorú alkalomból, Suba Sándor geofizikus-mérnök búcsúztatására gyűltünk össze 2016. május 26-án a szolnoki Tiszaligetben.

A családdal, barátokkal, sporttársakkal együtt itt rótták le kegyeletüket a május 17-én elhunyt Suba Sándor hamvai előtt egykori munkatársai, kollégái, mindazok, akik tanúi vagy részei voltak eredményes, hasznos, alkotó életének.

Suba Sándor 1934. január 14-én született Beremenden értelmiségi családban. Gyermekéveit szerető, pedáns nevelést adó családjában itt töltötte, alsó iskoláit is itt járta ki.

Középiskolai tanulmányait a mohácsi nyolcosztályos gimnáziumban végezte.

Érettségi után felvételt nyert a soproni Nehézipari Műszaki Egyetem Földmérő-mérnöki kar geofizikus-mérnöki szakára, és itt 1957-ben kitűnő minősítéssel geofizikus-mérnöki oklevelet kapott.

Első és utolsó munkahelye is az alföldi szénhidrogéniparhoz kötötte, itt kezdődött és itt teljesedett ki az a szakmai életút, amely Sándort képességei, szakmai ismeretei, vezetői adottságai alapján szakmánk nagyjai közé emelte.

Első munkahelyén, a Kőolajipari Tröszt Alföldi Kőolajfűrési Üzem karcagi geofizikai részlegénél az átmeneti mérnökhány miatt azonnal jelentős feladatokkal találkozott. Ettől az időtől tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének. Szorgalmazta az Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportja megalakítását, melynek később vezetőségi tagja, titkára és elnöke is volt.

Karotázsszervező csoportot szervezett, új mérési eljárásokat honosított meg, és elindította, végezte az akkor még újszerű neutron–gamma-karotázs kísérleti munkáit.

Egész pályafutása során, később is vezetői beosztásaiban kezdeményezője vagy pártfogója, segítője volt a szakmánk bármely ága megújításának, fejlesztésének.

A mélyfűrési szelvényezéstechnikában szerzett ismeretei után a geofizikai szelvényértelmezésben ért el jelentős eredményeket. Feltehetően nem véletlen, hogy Sándor aktív szakmai tevékenysége egybeesik az olajipari mélyfűrési geofizika rohamos fejlődésével.

Az alföldi szénhidrogénipar egyre növekvő országos jelentőségével együtt nőtt a mélyfűrési geofizikai szakágazat jelentősége is. Ennek megfelelően a szakág szervezete folyamatosan erősödött, az azzal szembeni elvárások nőttek. Sándor évtizedeken át volt első számú vezetője ennek a szervezetnek, így az 1970-es, 1980-as évek szelvényezési

és rétegmegnyitási megújulásában elvülhetetlen érdemei vannak.

Főosztályvezetőként sikeresen lobbizott a mélyfűrési-geofizikai mérési módszerek, technológiák megújítása érdekében. Ennek köszönhetően 1976-ban Gearhart-Owen termelés-geofizikai, 1981-ben és 1983-ban Dresser-Atlas open-hole műszerpark beszerzésére került sor. 1986–87-ben ugyanettől a két cégtől digitalizált CH és OH eszközkarnitúra állt csatasorba.

A fejlett mélyfűrési geofizikai eszközöket forgalmazó cégekkel való szakmai kapcsolatot segítette elő az SPWLA Budapest Chapter megalakítása, amelynek létrejöttében fontos szerepet vállalt.

A feltáró és termelő fűrások terén az információszerezésben továbbra is nagymértékben támaszkodott a hazai fejlesztési központok (ELGI, GAMMA, SzKFI) termékeire.

A Magyar Geofizikusok Egyesületében végzett munkájáért 1986-ban Renner János-émlékéremet kapott, majd 1990-ben az

MGE tiszteleti tagjává választották.

Sándor nemcsak kiváló mérnök és kiváló vezető volt, de szerelmese a kosárlabda sportnak is. Már a középiskolai, később az egyetemi kosárcsapatban nevet szerzett magának.

Szolnokon kezdeményezője és létrehozója volt az Olajbányász Kosárlabda Szakosztálynak. Edzői, játékvezetői képesítést szerzett, aktív játékos volt. Motorja volt a szolnoki kosárlabdaéletnek. Részt vett a kosárlabda sport megyei vezetésében szövetségi titkárként, majd elnökhelyettesként. Munkáját itt is – mint szakmai munkájában – szervezetség, rend jellemezte.

A sikeres életút során mindig biztos háttérrel jelentett szeretett családjá. 1963-ban megnősült, feleségét az ismerősök most is Ciliként ismerik. 1965-ben született Sára lánya, majd 2005-ben teljesült régi vágya: megszületett Rebeka Zorka unokája.

Az aktív élete során Sándor elfáradt, egészsége megrendült.

1989. december 31-én nyugdíjba ment. A nyugdíjas éveket a barátokkal, volt kollégákkal, volt sporttársakkal ápolta kapcsolatokat, a tiszaparti séták és imádott unokája töltötték ki.

Egészsége váratlanul rosszabbra fordult, és egy munkás, eredményes élet után Suba Sándor geofizikus-mérnök 2016. május 17-én elhunyt.

Emlékét megőrizzük!

Böszörményi István, Kánnár Tibor, Kiss Bertalan



Suba Sándor
1934–2016

Majkuth Tamás

1944–2016

Majkuth Tamás, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet egykori tudományos munkatársa 2016 szeptemberében hosszú betegség után Ausztriában elhunyt.

Majkuth Tamás a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán okleveles bányageológus-mérnök-ként végzett 1967-ben. Végzés után az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben helyezkedett el, ahol a terepi munkák ismereteinek elsajátítása után szeizmikus terepi csoportvezetőként végzett lelkiismeretes, sikeres munkát mind a nagyalföldi, mind a hegyvidéki kutatásoknál.

1978-tól tudományos főmunkatársként, Ráner Géza mellett osztályvezető-helyettesi beosztásban, önálló témacsoportot vezetett. Feladata a Velencei-hegység földtani-geofizikai előkutatása volt. Ezzel párhuzamosan az akkor újonnan felfedezett Zsámbék és Tarján barnaköszén-terület, a Bokod-III, a Márkushegy-Ny, a Lencsehegy-D kutatási területek, valamint Nagyegyháza és Mány bányaterület földtani-geofizikai barnaköszén-kutatási feladatain dolgozott. A bányavíz-védelem kérdéseinek fontosságát átérezve, annak megoldási lehetőségeivel előadásaiban és publikációiban foglalkozott.

Az ELGI számos külföldi kutatásának volt aktív résztvevője. 1974–75-ben Mongóliában a vízkutató expedícióban, 1977-ben és 1986-ban Ausztriában szén- és olajkutatások-

ban, 1987-ben Kubában bauxit- és foszforitkutatásban vett részt. E munkák során felsőfokú német, középszintű orosz és spanyol nyelvtudásra tett szert.

1988 végén egészségi állapotának súlyosodó romlása miatt aktív pályafutása megtört. Azonban kényszerű nyugdíjazása után sem szakadt el a geofizikai kutatástól. Első-

sorban a koncessziós köszénkutató területek összefoglaló geofizikai értékelésében, majd az egyes, még kutatás alatti barnaköszén-területek (Zsámbék-É) új földtani-geofizikai eredményeinek értelmezésében vett részt.

Rendkívüli szorgalma, együttműködési készsége párosult a terepi és feldolgozási ismereteivel, komplex értelmezési téren szerzett gyakorlati tudásával és kiváló elméleti felkészültségével. Kutatási jelentései és az ELGI évkönyveibe írt publikáció ma is fontos forrásmunkát jelentenek.

Tevékenységének elismeréseként 1970-ben Igazgatói dicséretet, 1977-ben a Központi Földtani Hivatal Elnöki dicséretét, 1980-ban Kiváló munkáért kitüntetést, 2006-ban pedig a Pro Geophysica Emlékérmét vehette át.

Majkuth Tamás halálával egy kedves, szolgálatkész, nagy tudású kollégánk korán megtört életútja zárult le végleg.

Nyugodjék békében!

Bodoky Tamás



Majkuth Tamás
1944–2016

Rendezvénynaptár

| 2016. október | | |
|----------------------|---|--|
| okt. 16–21. | SEG műszerkiállítás és 86. évi kongresszus (www.seg.org) | Dallas, Egyesült Államok |
| okt. 18. 14.00 h | „Földtudományi határterületek” 2016/5. előadónál Alaputatások a gravitáció területén | MBFH konferenciaterem (Budapest, Columbus u.) |
| okt. 27. | A Budapesti Olajos Kör előadónál <i>Szaniszló Attila</i> : Földgáz importárak alakulása és hatása a hazai piacra | MBFH konferenciaterem (Budapest, Columbus u.) |
| 2016. november | | |
| nov. 14. | Inverziós Ankét | MTA MTB székház, Miskolc, Erzsébet tér 3. |
| nov. 16. | „Földtudományi határterületek” 2016/6. előadónál Barlangkutatás a gyakorlatban és a geofizikai módszerek alkalmazhatósága; <i>Társrendező</i> : MKBT | Budapest, MFGI díszterem (Stefánia út) |
| nov. 24. | A Budapesti Olajos Kör előadónál <i>Körösi Tamás</i> : Magyarország gázellátásának helyzete | MBFH konferenciaterem (Budapest, Columbus u.) |
| nov. 24–25. | Országos Bányászati Konferencia | Egerszalók, Hotel Saliris Resort |
| 2017. március | | |
| márc. 27–30. | 77. DGG közgyűlés (dgg2017.dgg-tagung.de) | Potsdam, Németország |
| márc. 31– ápr. 1. | ISZA 2017 – a Magyarhoni Földtani Társulat és az MGE rendezvénye | |
| 2017. április | | |
| ápr. 23–28. | EGU közgyűlés (www.egu2017.eu) | Bécs, Ausztria |
| 2017. május | | |
| máj. 15–17. | 16. nemzetközi geoinformatikai konferencia (www.eage.org) | Kiev, Ukrajna |
| 2017. június | | |
| jún. 12–15. | 79. EAGE kongresszus és műszerkiállítás (www.eage.org) | Párizs, Franciaország |

További részletek, referenciák a honlapról (www.mageof.hu) érhetők el.

Kakas Kristóf

Túl a Sarkkörön, 1986

foszfátkutatás a Kola-félszigeten



És akik végezték: Gili László, Prónay Zsolt, A. L. Ronyin, N. A. Karajev, Bodoky Tamás

MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

1145 Budapest, Columbus u. 17-23.; Tel./Fax: (1) 201-9815

E-mail: postmaster@mageof.t-online.hu; Honlap: www.mageof.hu

