

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

A MAGYAR
GEOFIZIKUSOK
EGYESÜLETÉNEK
FOLYÓIRATA



JOURNAL OF THE
ASSOCIATION
OF HUNGARIAN
GEOPHYSICISTS

Erratum

Szeniorkirándulás a Ság hegyen

Gerjesztett polarizációs laboratóriumi mérések inverziós feldolgozása

60 éve indult a Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció

Sikeres doktori védések a Miskolci Egyetemen

Aranydiplomások köszöntése

Olcsó átvilágító berendezés elemirészek alkalmazásával

Felhívás

In Memoriam:

Bagi Róbert

Czipó László

Elscholtz László

Thuma Attila



MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

57. évfolyam (2016) 3. szám



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

TARTALOM • CONTENTS

SZERKESZTŐSÉGI ROVAT • EDITORIAL

95 Erratum – *Szerkesztőség*

MGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

96 Szeniorkirándulás a Ság hegyen (Excursion of Seniors to Ság mountain) – *Rezessy G.*

TANULMÁNYOK • PAPERS

- 98 Gerjesztett polarizációs laboratóriumi mérések inverziós feldolgozása (Processing of induced polarization laboratory data in inversion procedure) – *Kiss A., Turai E., Pethő G., Dobróka M.*
- 106 60 éve indult a Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció (On the 60th anniversary of the Chinese–Hungarian Geophysical Expedition) – *Szabó Z.*

HÍREK • NEWS

- 113 Sikeres doktori védések a Miskolci Egyetemen (Successful doctoral degrees at the Miskolc University) – *Szabó N. P.*
- 114 Aranydiplomások köszöntése (Golden diploma awards) – *Kakas K.*
- 115 Olcsó átvilágító berendezés elemirészek alkalmazásával (Low-cost see-through machine by elementary particles) – *T. Mukoyama, Hock G.*
- 116 Felhívás (Announcement) – *Szerkesztőség*

IN MEMORIAM

- 117 Bagi Róbert – *Baráth I.*
- 118 Czipó László – *Berta Zs.*
- 118 Elscholtz László – *Szerkesztőség*
- 119 Thuma Attila – *Nagy Z., Késmárky I.*

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

57. évfolyam (2016) 3. 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

Erratum

A Szerkesztőség elnézést kér *Szongoth Gábortól* és a lap olvasóitól, mert a lap 57. évfolyamának 2. számában megjelent „Merre tart a magyar geofizika?” című cikkben a 63. oldalon Szongoth Gábor képe alatt hibás képaláírás szerepelt, a helyes szöveg: „Szongoth Gábor, a Geo-Log Kft. ügyvezetője”.

Szerkesztőség

Szenior kirándulás a Ság hegyen

A 2016. évi kirándulásunk céljául Celldömölköt és a Ság hegyet választottuk, hogy megtekinthessük Eötvös Loránd 125 évvel ezelőtt végzett nevezetes méréseinek helyszínét.

Szeptember 7-ikén hét óra öt perckor indult a vonatunk. Győri átszállással tíz óra előtt pár perccel érkezünk a celldömölki pályaudvarra, ahol *Pályi András* várt minket a helyi általános iskola vezetőivel. *Danka Adél* igazgató és helyettese, *Viola István* fizikatanár joggal mutatták be büszkén iskolájukat, jól nevelt diákjaikat és nem utolsósorban Eötvös emlékének ápolását.

Celldömölk 1903-ban jött létre Kiscell és Nemesdömölk egyesülésével. A város látnivalói közül a Nagybaldogaszony római katolikus kegytemplomot és a román stílusú romtemplomot kerestük fel. Utóbbi a középkori Pördömölkhöz, míg a kegytemplom Kiscellhez (vagy Kis-Máriacellhez, ahogy az ausztriai Nagy-Mariacellhez fűződő kapcsolata alapján nevezik) tartozott. Idegenvezetőnk a sokat tudó és kifogyhatatlanul mesélő *Szekér Katalin* volt.

Megismerkedtünk a kegytemplom történetével. Bencés szerzetesek jóvoltából már a középkorban búcsújáró hely volt a kolostor, a dömölki templom és annak Szűzanya kegyszobra, a pannonhalmi főapát ajándéka. Sokat látogatott zarándokhely volt mindaddig, amíg a törökök el nem pusztították a klostromot. 1739-ben Koptik Odó cseh születésű hittudóst nevezték ki dömölki apátnak. Az ő tevékenysége nyomán virágzott fel újra az egykori búcsújáró hely. Magával hozta a Nagy-Mariacell-i kegyszobor másolatát, és ennek a szobornak is csodatevő ereje mutatkozott. Hat év múltán püspöki rendelet engedélyezi, hogy „minden keresztény katolikus hívő a csudakép előtt megjelenvén, bármely napon teljes búcsút nyerhet”. A zarándokokat ma is fogadó templomot kívül-belül megcsodáltuk, majd az emeleten kialakított tárházban végignéztük az ősi kegyhely több száz éves kincseit.

Katalin néni a romtemplomnál tovább mesélt múltról és jelenről, bűnbánatot nyert hívők csodálatos gyógyulásai-

ról. Szívesen velünk tartott volna a Ság hegyre is, mondván, hogy mi arról nem tudunk semmit. Ajánlatát nem fogadtuk el.

A hegy oldalában, a szőlők és fenyők közé épült Sághegy Fogadó mellett áll az Eötvös Loránd tiszteletére emelt emlékoszlop. Innen rövid sétányira, a közeli Krisztina Csárdában ebédeltünk, ahonnan szép kilátás nyílik a környékre. Régi tapasztalatunk igazolódott – az étel jó, az árak mérsékeltek, ám a kiszolgálás lassú és amatőr. Valószínűleg türelmesebbek lettünk volna, ha az ebéd előtti program rövidebbre sikerül.

A Kemenes Vulkanpark a tűzhányók felépítését és működését bemutató múzeum. Az épület szürke színű beton és rozsdavörös árnyalatú Corten acélból készült, zárt légtérű (néhányunknak valóban kevés volt a levegő) kockaszerű kuriózum. A legfelső szinten láttuk a 2016. június 24-ikén megnyitott Eötvös-kiállítást, a vetítőteremben pedig az Eötvös munkásságát bemutató filmet néztük meg. A kiállítás előkészítésében Egyesületünk számos tagja és támogató szervezete működött közre, név szerint is kiemelve: *Pályi András* alapítványi elnök nyitotta meg a kiállítást, és *Szabó Zoltán* volt a dokumentumfilm szakértője.

A Vulkanpark megtekintése után csoportunk két részre vált. A vállalkozó kedvűek *Schönviszky László* vezetésével krátertúrán vettek részt, melynek során láthatták az 1934-ben felavatott Trianoni keresztet is. A többiek Csöngére látogattak el. Itt egy szűk félóránk volt arra, hogy megnézzük a Weöres Sándor- és Károlyi Amy-emlékházat. A helyi közlekedést bérelt autóbusz biztosította.

A kiránduláson 37-en vettünk részt, kevesebben, mint az elmúlt években. Talán a program ígérkezett fárasztónak vagy kevésbé érdekesnek? Vagy fogynak a szeniorok? Remélem, hogy akik eljöttek, jól érezték magukat! Köszönet a Magyar Geofizikusokért Alapítvány támogatásáért, amelyből Egyesületünk szenior tagjainak belépőjét és utazási költségeit fedezhettük.

Rezsény Géza



Csoportkép a pórdömölki romtemplomnál



A kiscelli Nagyboldogasszony kegytemplom



Eötvös Loránd Ság hegyi kutatásai emlékére emelt emlékoszlop



A Kemes Vulkánpark bejárata

Gerjesztett polarizációs laboratóriumi mérések inverziós feldolgozása

KISS A., TURAI E., PETHŐ G., DOBRÓKA M.[@]

Miskolci Egyetem, Geofizikai Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

[@]E-mail: dobroka@uni-miskolc.hu

Jelen dolgozatban laboratóriumban végzett gerjesztett polarizációs (GP) mérések eredményeit dolgozzuk fel egy új inverziós eljárás keretében. Bevezetésként rövid áttekintést adunk a gerjesztett polarizációs mérésekről és az egyes polarizációk kialakulásáról, majd részletesen ismertetjük az új adatfeldolgozási algoritmust. Ennek lényege, hogy az érc tartalmú kőzetmintákon mért látszólagos polarizálhatóság adatokat olyan inverziós eljárás keretében dolgozzuk fel, ahol a polarizációs hatásokat tartalmazó időállandó-spektrumot sorfejtéses közelítéssel állítjuk elő. A sorfejtési együtthatók, mint ismeretlenek jelentik az inverzió modellparamétereit. Bázisfüggvénynek intervallumonként konstans függvényeket választottunk, az intervallumokat logaritmikusan egyenként osztoztuk fel. Négy recski és egy mongóliai mintán kapott eredményeinket mutatjuk be. Az előállított időállandó-spektrumon meghatározott időállandóknál jelentkező polarizációs hatásokat különítettünk el.

Kiss, A. Turai, E., Pethő, G., Dobróka, M.: Processing of induced polarization laboratory data in inversion procedure

In this paper data from laboratory induced polarization (IP) measurements are processed in the framework of a new inversion procedure. In the introduction, a short overview of the IP method and the occurrence of certain polarizations are given followed by the description of the new data processing algorithm in details. Its main point is that the apparent polarizability data measured on rock sample containing ore minerals are processed in an inversion procedure, where the time constant spectrum containing the polarization effects is determined with series expansion approximation. The series expansion coefficients as unknowns are the model parameters of the inversion. For basis functions, cell-wise constant functions were chosen with logarithmically equidistant intervals in the time constant. The results obtained on four samples from Recsk and one sample from Mongolia are presented. Polarization effects appearing at specific time constants are distinguished on the produced time constant spectra.

Beérkezett: 2016. december 6.; *elfogadva:* 2016. december 20.

Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben a fosszilis energiahordozók iránti megnövekedett kereslet a földtudományi szakemberek figyelmét a szénhidrogén-kutatás felé terelte. A konferenciákon, folyóiratokban megjelenő publikációk döntő többsége az olajipart kiszolgáló szeizmikus kutatás fejlődéséről, eredményeiről számol be. Ezek mellett háttérbe szorult az érc kutatás kérdése. Pedig a lakosságot kiszolgáló infrastruktúra (vasút, hajózás, hidak) és épületek (lakóházak, áruházak, felhőkarcolók), illetve az egyre népszerűbb modern elektronikus high-tech eszközök gyártásához fémekre van szükségünk. A fémek döntő többsége kis koncentrációban fordul elő a földkéregben. Az érc képző folyamatok so-

rán ezek az ásványok különböző megjelenésű telepekben dúsulnak. Gazdaságos kitermelhetőségük számos tényező mellett függ az érc koncentráció mértékétől. Geofizikai kutatásuk során az elektromos, mágneses és elektromágneses módszerek kerülnek előtérbe, kihasználva az érc és mellék-kőzet közötti elektromos vezetőképességi és mágneses szuszceptibilitási kontrasztokat. A gerjesztett polarizációs méréseket elterjedten alkalmazzák az érc kutatásban (Seigel 1959, Wait 1959, Keller, Frischknecht 1966, Tavakoli és mtsai 2016), kihasználva az érc ásványok hatására fellépő fém polarizáció jelenségét. Jelen tanulmányban érc tartalmú kőzetmintákon laboratóriumi körülmények között végzett GP mérések adatainak sorfejtéses inverzióval való kiértékelésének módszerét és eredményeit mutatjuk be.

Gerjesztett polarizációs mérések

Az 1920-as években Schlumberger volt az első, aki a fajlagos ellenállás mérésekor megfigyelte a gerjesztett polarizáció (GP) jelenségét, azaz, hogy a mérőelektrodák között létrejövő potenciálkülönbség a gerjesztő áram kikapcsolása után nem lesz azonnal nulla. Kezdetben hirtelen csökken az értéke, majd csak egy adott lecsengési idő után lesz zérus. Ennek oka, hogy a kőzet/talaj elektromosan polarizált lesz, ha elektromos áramot vezetünk bele. A polarizációt okozó áram kikapcsolása után a kőzetek fokozatosan veszítik el töltöttségüket és kerülnek újra egyensúlyi állapotba. Bár Schlumberger (1930), Dakhnov (1941) és Bleil (1953) az elsők között volt, akik az indukált polarizáció jelenségével foglalkoztak, annak matematikai leírását nem adták meg. Az első matematikai modell Seigel nevéhez köthető, aki 1959-ben megjelent publikációjában részletesen levezeti az indukált polarizáció jelenségének magyarázatát. Azt találta, hogy a másodlagos és elsődleges potenciál hányadosa – amelyet látszólagos polarizálhatóságnak nevezünk – csak az anyagtól függ, és nem befolyásolja annak alakja vagy az elektródakonfiguráció.

A kőzetek polarizációjának négy forrását különítjük el. A membránpolarizáció ionos vezetőképességű porózus kőzetekben alakul ki az agyagszemcsék negatív felületi töltése következtében, ha a pórusok átmérője nem haladja meg a pozitív ionkoncentrációjú réteg vastagságát. Az elektródapolarizáció során elektrokémiai kölcsönhatás jön létre a kőzetben található elektromos vezetőképességű szemcsék és a pórustérben található ionos oldat között. Filtrációs polarizáció jelentkezik üledékes összetételekben a pórusokat kitöltő vezető fluidumokhoz kötődően, a negatív és pozitív ionok eltérő mozgékonyasága miatt fellépő ionkoncentráció különbsége miatt. Redox polarizáció lép fel oxidatív vagy redukzív kémiai komponenseket tartalmazó talajok és kőzetek esetén, például vegyi szennyeződés hatására. Az említett polarizációs típusok közül az ércutatásban az elektróda- vagy más néven kontakt polarizáció kap szerepet. Megjelenése a szulfidos ércesedések (pirit, kalkopirit, molibdenit, galenit), néhány oxid (magnetit, ilmenit), illetve a grafit indikátora. Alkalmazása az ércutatás mellett környezetszennyezések kutatásánál és jellemzésénél (Viezzoli és mtsai 2006, Turai és mtsai 2016), szerkezetek kutatásánál, szén- és grafitkutatásnál, homokos-agyagos kőzetek szétválasztásánál (Iliceto és mtsai 1982), régészeti kutatásoknál (Abu Zeid és mtsai 2016) kap szerepet.

A GP mérések az elektromágneses geofizikai módszerek közé tartoznak, melyet frekvencia- és időtartományban egyaránt végezhetünk. A frekvenciatartománybeli méréseknél felhasználják, hogy a mérhető látszólagos fajlagos ellenállás értéke függ a gerjesztő áram frekvenciájától, ezért a mérést több frekvencián is elvégzik. Az így mért komplex fajlagos ellenállásokból megadható a fajlagosellenállás-amplitúdó és fázisspektrum. A frekvenciafüggés elsődleges oka az elektróda- és membránpolarizáció.

Az időtartománybeli mérések lényege, hogy a gerjesztő áram bekapcsolásakor a kőzet először elektromosan telítő-

dik. A gerjesztés alatti feszültség stabilizálódása után a gerjesztő áramot kikapcsolják, és adott mintavételezési időközönként regisztrálják a mérőelektrodák között fellépő, monoton csökkenő feszültséget. A másodlagos (lecsengés alatt mért $U(T)$) és primer (gerjesztés alatti maximális U_0) feszültség hányadosa adja a látszólagos polarizálhatóság (η_a) értékét

$$\eta_a(t) = [U(T)/U_0] \cdot 100\%. \quad (1)$$

Gyakran megadott mennyiség a látszólagos tölthetőség (m_a) is, mely a lecsengési görbe alatti területtel arányos. Értéke a $t_2 - t_1$ intervallumban megadható mint

$$m_a = \int_{t_1}^{t_2} U(t) dt / U_0. \quad (2)$$

Jelen tanulmányban időtartományban regisztrált lecsengési görbék kiértékelésével foglalkozunk. Célunk, hogy a mért potenciálkülönbségekből számított látszólagospolarizálhatóság-értékek alapján becslést adjunk az időálló-spektrumra, hiszen ez tartalmazza az összes fellépő polarizációs hatást, ezért számunkra értékes információt hordoz. A feladat megoldására az inverzió eszköztárát hívjuk segítségül.

Adatok feldolgozása sorfejtéses inverziós eljárással

A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén évtizedek óta sikeres inverziós módszerfejlesztés folyik, amelynek középpontjában a sorfejtéses inverziós eljárások fejlesztése áll. A kidolgozott módszerek sikeres alkalmazását számos publikáció támasztotta alá, köztük a *Magyar Geofizika* folyóiratban megjelent ötrészes cikksorozat, amelyben a jelfeldolgozási (Fourier-transzformáció) (Vass, Dobróka 2010), mélyfúrás geofizikai (Dobróka, Szabó 2010), gerjesztett polarizációs (Turai és mtsai 2010), gravitációs (Dobróka, Völgyesi 2010) és geoelektromos (Gyulai és mtsai 2010) geofizikai gyakorlatban való alkalmazhatóságot mutatták be a szerzők. Turai és munkatársai (2010) a terepi gerjesztett polarizációs mérések kiértékelésére sikeresen kidolgozták a sorfejtéses inverziós adatfeldolgozó környezetvédelmi problémák megoldására. Jelen tanulmányban a módszert laboratóriumban, ércertartalmú kőzetmagokon meghatározott gerjesztett polarizációs mérések kiértékelésére, az időálló-spektrum meghatározására és az egyes polarizációs hatások elkülönítésére alkalmazzuk.

A probléma direkt feladatát Turai (1981) az alábbi integrálegenlettel írta le:

$$\eta_a(t) = \int_0^\infty w(\tau) \exp(-t/\tau) d\tau, \quad (3)$$

ahol t a gerjesztő áram kikapcsolása óta eltelt idő, τ az időálló, $w(\tau)$ az időálló-spektrum. Célunk az időálló-spektrum meghatározása, melyre Turai (1981) a TAU-transzformáció műveletét vezette be:

$$w(\tau) = \text{TAU} \{ \eta_a(t) \}, \quad (4)$$

mely több módszerrel is elvégezhető. Közelítő megoldására Turai (1985) polinomos interpolációs és Fourier-soros megoldásokat dolgozott ki. A következőkben a TAU-transzformációt mint inverz feladatot oldjuk meg.

Mivel a $w(\tau)$ időállandó-spektrum ismeretlen függvény, ezért első lépésben diszkretizációra van szükség, azaz véges számú paraméterrel jellemezve kell meghatározni a spektrumot. A diszkretizációt sorfejtés formájában, megfelelően választott Φ_q bázisfüggvényrendszer szerint végezhetjük el. A bázisfüggvények alkalmas megválasztása a feladattól függ, figyelembe véve esetleges előzetes ismereteket (feltevézéseket) is.

A GP módszer korábbi gyakorlatához illeszkedik a Diracféle delta-függvények szerinti sorfejtés, amely az ún. „vonalas” időállandó-spektrum leírására alkalmas (Turai, Dobróka 2011). Általános esetben (numerikus szempontból) hasznos lehet pl. a Legendre-polinomok szerinti sorfejtés, amellyel folytonos időállandó-spektrum írható le. Közvetfizikai szempontból ez a közelítés túlságosan általános, ilyen részletességű ismeretre a mérnöki gyakorlatban nincs szükség. A két szélső eset közé sorolhatjuk a „sávós” időállandó-spektrumot, amelyet az intervallumon konstans függvények szerinti sorfejtéssel diszkretizálunk:

$$w(\tau) = \sum_{q=1}^Q B_q \Phi_q(\tau), \quad (5)$$

ahol a B_q sorfejtési együtthatók jelentik a feladatban meghatározni kívánt ismeretlenjeit, $\Phi_q(\tau)$ pedig az ismert bázisfüggvényeket jelöli:

$$\Phi_q(\tau) = \begin{cases} 1, & \text{ha } \tau_{q-1} < \tau < \tau_q \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}, \quad (6)$$

ahol Q a sorfejtési tagok száma ($q = 1, 2, \dots, Q$). Az időállandó-spektrum (5) egyenletében megfogalmazott sorfejtés felírását behelyettesítve a direkt feladatot jelentő (3) válaszgyenletbe, az alábbi összefüggésre jutunk:

$$\begin{aligned} \eta_a(t_k) &= \int_0^{\infty} \sum_{q=1}^Q B_q \Phi_q(\tau) \exp(-t_k/\tau) d\tau \\ &= \sum_{q=1}^Q B_q \int_0^{\infty} \Phi_q(\tau) \exp(-t_k/\tau) d\tau, \end{aligned} \quad (7)$$

mely megadja a látszólagos polarizálhatóság (elméleti) értékét a gerjesztő áram kikapcsolása utáni t_k időpillanatban ($k = 1, 2, \dots, K$), ahol K a teljes lecsengési görbén mért adatok száma). Vezessük be a G_{kq} jelölést a (7) egyenletben található integrálra, azaz

$$G_{kq} = \int_0^{\infty} \Phi_q(\tau) \exp(-t_k/\tau) d\tau, \quad (8)$$

Mivel (6) szerint a $\Phi_q(\tau)$ bázisfüggvény csupán a $\tau_{q-1} < \tau < \tau_q$ intervallumon különbözik zérustól, az intervallumon felvett értéke pedig 1, ezért a Jacobi-mátrix így számítható:

$$G_{kq} = \int_{\tau_{q-1}}^{\tau_q} \exp(-t_k/\tau) d\tau. \quad (9)$$

Látható, hogy a (9) összefüggés bevezetésével a (3) válaszgyenlet nagyon egyszerű alakot ölt, a látszólagos polarizálhatóság számított értékeit a sorfejtési együtthatók lineáris kifejezéseként kapjuk:

$$\eta_k^{\text{számított}} = \sum_{q=1}^Q B_q G_{kq}. \quad (10)$$

A mért és számított adatok eltérését tartalmazó vektor felírható az

$$\mathbf{e} = \boldsymbol{\eta}^{\text{mért}} - \boldsymbol{\eta}^{\text{számított}} \quad (11)$$

alakban, melynek L_2 normájaként megfogalmazható az inverz feladat célfüggvénye. A nagyobb inverziós stabilitás érdekében a csillapított legkisebb négyzetek módszerét alkalmazzuk

$$E = \|\mathbf{e}\|^2 + \varepsilon^2 \|\mathbf{B}\|^2 = \min. \quad (12)$$

A megoldás az ismert normál egyenletrendszerre vezet:

$$(\mathbf{G}^T \mathbf{G} + \varepsilon^2 \mathbf{I}) \mathbf{B} = \mathbf{G}^T \boldsymbol{\eta}^{\text{mért}}, \quad (13)$$

amelynek megoldása a sorfejtési együtthatókra

$$\mathbf{B} = (\mathbf{G}^T \mathbf{G} + \varepsilon^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{G}^T \boldsymbol{\eta}^{\text{mért}}. \quad (14)$$

Itt ε a csillapítási faktor, \mathbf{I} az egységmátrix. Megoldásként az utolsó iterációs lépésben becült modellparaméter vektorelemeit fogadjuk el, melyekkel számított elméleti értékek a mért adatokhoz legközelebb állnak. A modellparaméterek vektorának meghatározása után, az (5) egyenletbe helyettesítve kiszámítható az időállandó-spektrum, melyet az időállandók függvényében ábrázolva elkülöníthetővé válnak az egyes polarizációs hatások. A becült modell paramétereivel számított és a mért adatok eltérését – azaz az adatillesztés pontosságát – az adattérbeli távolsággal (RMS) jellemezhetjük, melyet az

$$\text{RMS} = \left[\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \left(\frac{\eta_k^{\text{mért}} - \eta_k^{\text{számított}}}{\eta_k^{\text{számított}}} \right)^2 \right]^{1/2} \cdot 100\% \quad (15)$$

összefüggéssel számítunk.

Gyakorlati alkalmazás

Az 1970-es évek végén, 80-as évek elején intenzív módszer- és műszerfejlesztés zajlott a Geofizikai Tanszéken a gerjesztett polarizációs laboratóriumi mérések tekintetében Takács Ernő professzor vezetésével, Turai Endre és Pethő Gábor részvételével (*Kutatási jelentés* 1979, 1984). Ennek eredményeképpen egy nagy pontosságú mérőrendszert fejlesztettek ki, melynek segítségével különböző érces területtől származó magminták GP lecsengési görbáját mérték meg. A mért adatokat a logaritmikusan derivált látszólagos polarizálhatósági görbe számításának és exponenciális komponensekre történő bontásának módszerével dolgozták fel. Jelen tanulmányban ezeket az adatrendszereket felhasználva bemutatjuk, hogy a korábban terepi GP-adatok

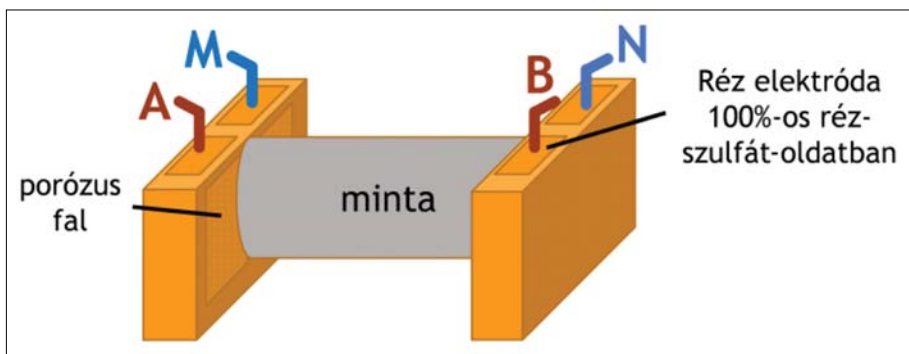
feldolgozására sikeresen alkalmazott (Turai és mtsai 2010) sorfejtéses inverziós eljárás a laboratóriumi mérési adatok esetében is gyors és a mérnöki gyakorlatban jól használható eredményt ad, az előállított időállandó-spektrumon több GP-hatás is elkülöníthetővé válik.

A laboratóriumi gerjesztett polarizációs mérésekre alkalmas műszer kialakítása kitartó kísérletezést és gondos előkészítést igényelt. Elsőként fontos a minták párhuzamos síklapok mentén történő vágása a jó elektromos csatolás érdekében. Mérés előtt a kőzetmintákat 24 órára desztillált vízbe helyezték. Emellett kiemelt szerepe van a közetkez kapcsolódó fém elektródáknál fellépő elektródapolarizációs jelenség csökkentésének, amely a méréseket zajjal terhelné. Ennek érdekében nem polarizálódó elektródákat használtak. Azaz a réz elektródák saját sójuk telített oldatába (100%-os rézszulfát-oldat, melyet agar-aggarral tettek megfelelően kocsonyássá) merültek, és az oldat porózus lapokon keresztül disszociált ioncserével biztosította az elektromos csatolást a minta felé. Az így felépített mintabefogót az 1. ábra mutatja, melyet egy Faraday-kalitikaként működő fémdobozba helyeztek annak érdekében, hogy a mérés környezetében

előforduló elektromos hatásoktól elszigeteljék. Az 1. ábrán jelölt A és B tápelektrodákat egy bipoláris áramgenerátorra kötötték, ezzel három gerjesztettségi állapotot ($I_g = 0, I_g < 0, I_g > 0$) hozhattak létre (Kutatási jelentés 1979). Az előzetesen végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a GP mérések elvégzéséhez a 10 μA erősségű áram alkalmazása célravezető, mely jelen esetekben 1,04 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ áramsűrűségnek felelt meg. A mérés kezdetén meghatározták a természetes potenciál (PS) alapvonalat, azaz megvárták, amíg a mérőkörben stabilizálódott a gerjesztetlen állapotban mérhető feszültség. A látszólagos polarizálhatóság meghatározásához 15 percig tartó gerjesztési idő után az áramforrást kikapcsolták, majd közel 1000 másodpercen keresztül regisztrálták az M és N mérőelektródák között fellépő potenciálkülönbséget. A mintavételezés kombinált lin-log idősor alapján történt a

$$t_{k,i} = t_{0,0} a^k (1 + \varepsilon i) \tag{16}$$

algorithmus szerint, ahol $t_{0,0} = 0,125$ s, $a = 2, \varepsilon = 0,1, i = 0, 1, \dots, 9, k = 0, 1, \dots, 12$. A referenciaidőket a 1. táblázat tartalmazza.



1. ábra | Laboratóriumi GP mérésekhez használt minta befogó rendszer sematikus ábrája
 Figure 1 | Schematic picture of the instrument used for laboratory IP measurements

1. táblázat | GP mérésekhez tartozó referenciaidők másodpercben

k	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0,125	0,138	0,150	0,163	0,175	0,188	0,200	0,213	0,225	0,238
1		0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375	0,400	0,425	0,450	0,475
2		0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900	0,950
3		1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900
4		2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000	3,200	3,400	3,600	3,800
5		4,000	4,400	4,800	5,200	5,600	6,000	6,400	6,800	7,200	7,600
6		8,000	8,800	9,600	10,400	11,200	12,000	12,800	13,600	14,400	15,200
7		16,000	17,600	19,200	20,800	22,400	24,000	25,600	27,200	28,800	30,400
8		32,000	35,200	38,400	41,600	44,800	48,000	51,200	54,400	57,600	60,800
9		64,000	70,400	76,800	83,200	89,600	96,000	102,400	108,800	115,200	121,600
10		128,000	140,800	153,600	166,400	179,200	192,000	204,800	217,600	230,400	243,200
11		256,000	281,600	307,200	332,800	358,400	384,000	409,600	435,200	460,800	486,400
12		512,000	563,200	614,400	665,600	716,800	768,000	819,200	870,400	921,600	972,800

2. táblázat | A vizsgált kőzetminták leírása

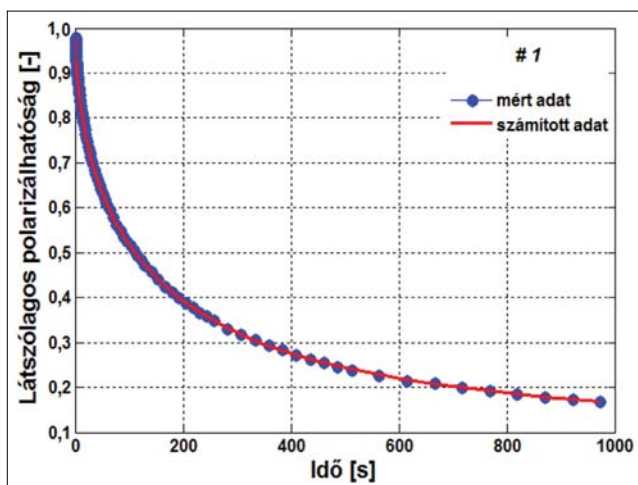
Minta	Leírás	Származási hely
1	Szkarnos Fe, Cu érc	Recsk mélysztint (900 m)
2	Endoszkarn	Recsk mélysztint (700 m)
3	Enargit	Recsk
4	Szkarnos Fe érc	Recsk mélysztint
5	Gabbróban molibdenit, pirit	Mongólia

3. táblázat | Az 1-es mintán mért látszólagos polarizálhatóság értékek %-ban megadva

k	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		97,892	97,787	97,681	97,575	97,471	97,365	97,260	97,154	97,048	96,996
1		96,944	96,838	96,733	96,628	96,521	96,417	96,311	96,206	96,101	96,048
2		95,994	95,837	95,679	95,574	95,467	95,258	95,047	94,889	94,836	94,730
3		94,625	94,309	94,099	93,993	93,782	93,677	93,466	93,150	92,833	92,729
4		92,518	92,202	91,779	91,464	91,201	90,832	90,410	90,199	89,884	89,567
5		89,357	88,830	88,514	87,987	87,460	86,828	86,406	86,195	85,879	85,457
6		85,142	84,299	83,667	82,822	82,086	81,242	80,821	80,084	79,557	79,030
7		78,398	77,344	76,396	75,553	74,815	73,656	72,812	72,075	71,443	70,600
8		69,863	68,493	67,543	66,280	65,226	64,172	63,224	62,065	61,011	60,379
9		59,536	57,850	56,269	55,005	53,635	52,687	51,633	50,579	49,525	48,366
10		47,312	45,837	44,151	42,571	41,201	39,936	38,777	37,829	36,775	35,932
11		34,984	33,086	31,821	30,557	29,398	28,344	27,290	26,343	25,499	24,656
12		23,918	22,655	21,495	20,863	20,021	19,177	18,650	17,913	17,280	16,859

Az 1984-ben készített *Kutatási jelentés*ben 21 kőzetmintán végzett GP mérés adatait foglalták össze. Jelen tanulmányban ezek közül ötöt választottunk ki bemutatásra. Négy minta Recskről, egy minta Mongóliából származott, rövid geológiai leírásukat a 2. táblázat tartalmazza. A labo-

ratórium mérés során a természetes potenciált korrekcióba véve minden mérési (idő)pontra előállt a látszólagos polarizálhatóság (η) százalékos értéke. Példaként az 1-es mintán mért látszólagos polarizálhatóság értékeket mutatjuk be (3. táblázat) a (16) egyenlet indexelési elvét követve. A sorfolytonosan leírt polarizálhatósági értékek grafikus ábrázolását a 2. ábra mutatja. Látható, hogy az 1-es számú minta vas- és réztartalmának köszönhetően jól polarizálódott (az η értéke közel 98%-ról 972,8 másodperc alatt 16%-ra csökkent).

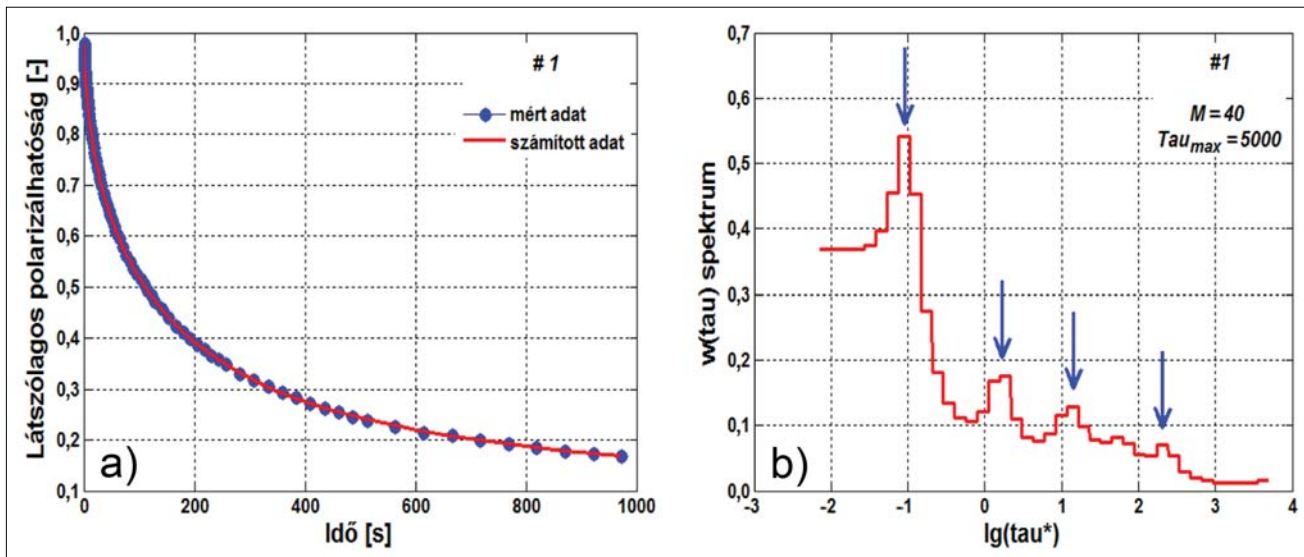


2. ábra | Az 1-es mintán mért látszólagos polarizálhatóság lecsengési görbéje

Figure 2 | Decay curve of apparent polarizabilities measured on Sample 1

Inverziós tapasztalatok

Az inverziós kiértékelések során az 1-es minta esetében 40, a többi mintánál 30 logaritmikusan egyenközű intervallumra osztottuk fel az időállandó-tartományt, azaz az intervallumon konstans bázisfüggvények, valamint a modellparaméterek (sorfejtési együtthatók, ismeretlenek) száma $M = 40$, illetve $M = 30$ volt az adott feladatok diszkretizálása során. Az adatok száma az 1–2–3–4–5 minták esetében rendre 130–120–120–120–110 volt. Látszik, hogy az inverz feladat túlhatározott, ezért a mért látszólagos polarizálhatósági adatokat a csillapított legkisebb négyzetek módszere szerint invertáltuk. A csillapítási faktor kezdeti értéke 0,05 volt, melyet minden iterációban 0,9-es faktorral szorozva csökkentettük.



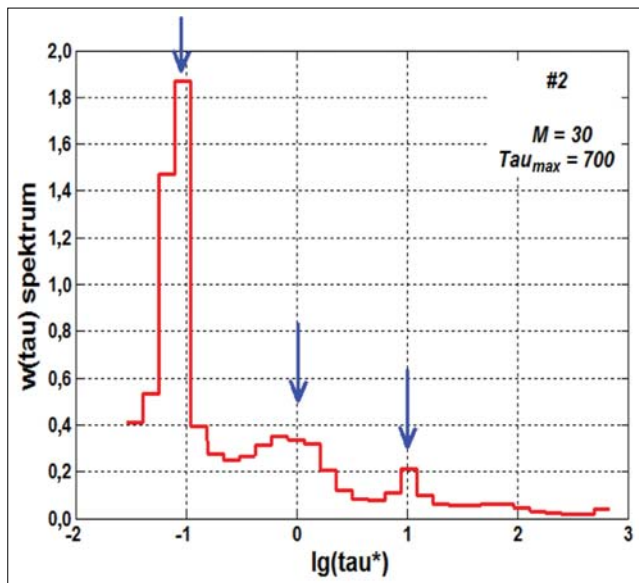
3. ábra a) Mért és számított látszólagos polarizálhatóság lecsengési görbéje. b) Sorfejtéses inverzióval előállított időállandó spektrum az 1-es minta esetén
 Figure 3 a) Decay curve of the measured and calculated apparent polarizabilities. b) Time constant spectrum of sample 1 determined by series expansion inversion

kentettünk. Az iterációk számát minden esetben egységesen 25-nek választottuk, mivel a további ismétlések már nem hoztak lényeges javulást a becült modellparaméterek értékében. A relatív adattérbeli távolságok (15) szerinti értéke az utolsó iterációs lépésben 1% alá került.

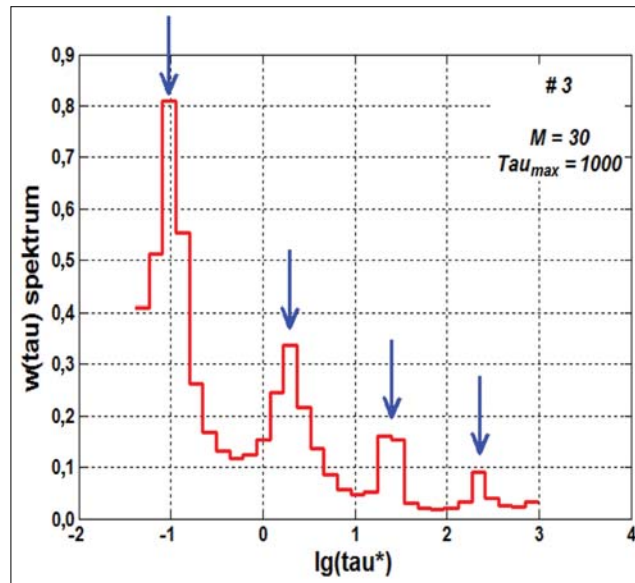
Az inverziós vizsgálatok során elsőként a maximális időállandót határoztuk meg. Az empirikus folyamatban arra törekedtünk, hogy a spektrum a nagy időállandó-tartományban „lecsengő” tendenciát mutasson. Az 1-es minta esetén a maximális időállandó, ameddig a számításokat elvégeztük 5000 s volt. A mért és számított adatok közötti relatív adattérbeli távolság kicsi (0,24%), ez a 3a. ábrán is látható.

Az inverziós eljárásban becült időállandó-spektrumot a 3b. ábra mutatja a ($\tau^* = \tau/\tau_0$, $\tau_0 = 1$ s) normált (dimenzióatlan) időállandó tízes alapú logaritmusának függvényében. Két nagyobb csúcs jelentkezik a $\tau^* \approx 0,1$ időállandónál és kicsivel a $\tau^* \approx 2$ időállandó után, valamint két kisebb csúcs a $\tau^* \approx 10$ és $\tau^* \approx 120$ normált időállandóknál.

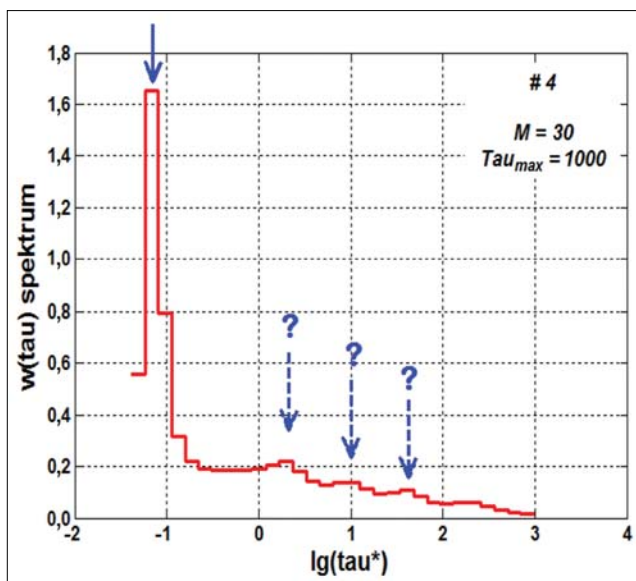
A 2-es mintánál 0,69% relatív adattérbeli távolság mellett kiszámított időállandó-spektrumot a 4. ábra mutatja. Ennél a mintánál $\tau_{max} = 700$ s, az időállandó spektrumon a $\tau^* \approx 0,1$ időállandóhoz tartozó, első nagy amplitúdóval jelentkező csúcstól két kisebb csúcs követi a $\tau^* \approx 1$ és $\tau^* \approx 10$ időállandóknál.



4. ábra Sorfejtéses inverzióval előállított időállandó spektrum a 2-es minta esetén
 Figure 4 Time constant spectrum of sample 2 determined by series expansion inversion



5. ábra Sorfejtéses inverzióval előállított időállandó spektrum a 3-as minta esetén
 Figure 5 Time constant spectrum of sample 3 determined by series expansion inversion



6. ábra Sorfejtéses inverzióval előállított időálló spektrum a 4-es minta esetén
Figure 6 Time constant spectrum of sample 4 determined by series expansion inversion

A 3-as minta esetében $\tau_{\max} = 1000$ s, az RMS értéke 0,91%, az időálló-spektrumon négy jól elkülöníthető csúcs látható (5. ábra). A maximumok a $\tau^* \approx 0,1$, $\tau^* \approx 2$, $\tau^* \approx 18-35$ és $\tau^* \approx 200$ értékek körül jelentkeznek.

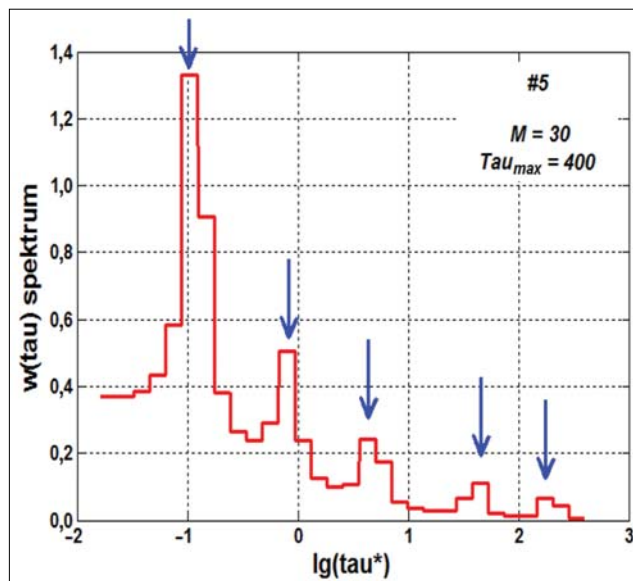
A 4-es minta esetében a maximális időálló értéke 700 s. A minta $\tau^* \approx 0,06$ időállónál mutat maximális csúcsot, melyet nem követ több határozott csúcs, de néhány kisebb gerjesztési esemény sejtethető (6. ábra). (A $\tau^* \approx 1-100$ közötti szakasz részletesen is felbontható, de a többi mintával való összehasonlíthatóság kedvéért ettől eltekintettünk.) Az inverziós vizsgálatban az RMS értéke 0,69% volt.

A 7. ábrán látható, hogy az 5-ös mintánál ismét jelentkezik a $\tau^* \approx 0,1$ időállónál a legnagyobb amplitúdójú komponens, melyet még négy kisebb amplitúdójú követ a $\tau^* \approx 1$, $\tau^* \approx 6$, $\tau^* \approx 45-80$ és $\tau^* \approx 175$, időállónál. Ebben az esetben a mért és számított adatok közötti relatív adattávolság 0,89% volt.

Az eredményekből látható, hogy a látszólagos polarizálhatósági adatok sorfejtéses inverziós eljárásban való feldolgozásával az időálló-spektrum a gyakorlat számára elegendő felbontással előállítható. Ezáltal a polarizációs hatások elkülöníthetőek. További kutatásokat igényel a $\tau^* \approx 0,1$ körüli tartomány részletesebb felbontása és a különböző időállónál megjelenő spektrumcsúcsok közötti összetételrel való kapcsolatának vizsgálata.

Összefoglalás

Az időtartománybeli gerjesztett polarizációs méréseket gyakran használják érckutatási feladatok megoldására. Számos publikáció született a módszer terepi felhasználására. Jelen tanulmányban laboratóriumi GP látszólagos polarizál-



7. ábra Sorfejtéses inverzióval előállított időálló spektrum az 5-ös minta esetén
Figure 7 Time constant spectrum of sample 5 determined by series expansion inversion

hatósági adatokat dolgoztunk fel – a korábbi exponenciális komponensekre bontás helyett – a sorfejtéses inverziós eljárás alkalmazásával. A sorfejtési együtthatók inverziós becslése után kiszámítottuk az időálló-spektrumot, melyet grafikusan ábrázolva több polarizációs hatást különítettünk el. További kutatásokat igényel a különböző időállónál megjelenő spektrumcsúcsok közötti összetételrel való kapcsolatának vizsgálata.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal – NKFIH, K 109441 nyilvántartási számú kutatási projektje támogatta.

A tanulmány szerzői

Kiss Anett, Turai Endre, Pethő Gábor, Dobróka Mihály

Hivatkozások

- A gerjesztett polarizáció (GP) dinamikus közetfizikai paraméterének meghatározására szolgáló módszer-továbbfejlesztése. *Kutatási jelentés*. 1979. Nehézipari Műszaki Egyetem, Geofizikai Tanszék
- Jelentés a kőzetek és ásványok gerjesztett potenciál közetfizikai paraméterének méréséről. *Kutatási jelentés*. 1984. Nehézipari Műszaki Egyetem, Geofizikai Tanszék
- Abu Zeid N., Corradini E., Bignardi S., Morandi N., Nizzo V., Santarato G. (2016): Unusual Geophysical Techniques in Archaeology – HVSR and Induced Polarization, A Case History. Near Surface Geoscience 2016 Conference, Barcelona. Paper We 22 A13
- Bleil D. F. (1953): Induced Polarization, a method of geophysical prospecting. *Geophysics* 18, 636–661

- Dakhnov V. N. (1941): Electrical well logging, interpretation of electric logs. Moszkva.
- Dobróka M., Szabó N.P. (2010): Sorfejtéses inverzió II. Mélyfúrási geofizikai adatok feldolgozása intervallum inverziós eljárással. *Magyar Geofizika* 51/1, 25–42
- Dobróka M., Völgyesi L. (2010): Sorfejtéses inverzió IV. A nehézségi erőter potenciálfüggvényének inverziós előállítás. *Magyar Geofizika* 51/3, 143–149
- Gyulai Á., Ormos T., Dobróka M. (2010): Sorfejtéses inverzió V. Gyors 2D geoelektromos inverziós módszer. *Magyar Geofizika* 51/4, 185–195
- Iliceto V., Santarato G., Veronese S. (1982): An approach to the identification of fine sediments by Induced Polarization laboratory measurements. *Geophysical Prospecting* 30, 331–347
- Keller G. W., Frischknecht F. C. (1966): *Electrical Methods in Geophysical Prospecting*. Pergamon Press, Oxford
- Schlumberger C. (1930): *Étude sur la prospection électrique du sous-sol*. (rev. ed.) Párizs, Gauthier Villars
- Seigel H. O. (1959): Mathematical formulation and type curves for induced polarization. *Geophysics* 24/3, 547–565
- Tavakoli S., Bauer T. E., Rasmussen T. M., Weihed P., Elming S.-A. (2016): Deep massive sulphide exploration using 2D and 3D geoelectrical and induced polarization data in Skellefte mining district, northern Sweden. *Geophysical Prospecting* 64, 1602–1619
- Turai E. (1981): GP time-domain görbék Tau-transzformációja. *Magyar Geofizika* 22/1, 29–36
- Turai E. (1985): TAU-transformation of time-domain IP curves. *Annales Univ. Sci. Budap. De R. Eötvös Nominatae, Sectio Geophysica et Meteorologica*, Tomus I–II
- Turai E., Dobróka M., Herczeg Á. (2010): Sorfejtéses inverzió III. Gerjesztett polarizációs adatok inverziós feldolgozása. *Magyar Geofizika* 51/2, 88–98
- Turai E., Dobróka M. (2011): Data processing method developments using TAU-transformation of time-domain IP data – I. Theoretical basis. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica* 43/3, 283–290
- Turai E., Baracza K., Szilvási M., Tóth M., Szűcs P., Kovács B., Földessy J., Madarász T. (2016): Környezetszennyezések vizsgálata geoelektromos geofizikai módszerekkel. In: Németh Norbert (szerk.) *Természeti erőforrásaink az észak-magyarországi térségben: Az előadások összefoglalói*. 2016. Sárospatak, Magyarország, Magyarhoni Földtani Társulat, p. 11–12
- Vass P., Dobróka M. (2010): Sorfejtéses inverzió I. Fourier transzformáció, mint inverz feladat. *Magyar Geofizika* 50/4, 141–152
- Viezzoli A., Cull J. P., Massie D. (2006): Mapping fly-ash water pond leakage with TEM and IP data at Loy Yang coal-mine (Australia). *Near Surface Geophysics* 4/5, 305–311
- Wait J. R. (1959): *Overvoltage Research and Geophysical Applications*. Pergamon Press, London

60 éve indult a Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció

SZABÓ Z.

E-mail: szabo.zoltan@mfgi.hu

Jelen cikkben a 60 éve indult Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció egykori tagja foglalja össze az expedíció történetét.

Szabó, Z.: On the 60th anniversary of the Chinese–Hungarian Geophysical Expedition

It is 60 years that the Chinese–Hungarian geophysical petroleum exploration took off in China. A former participant of the expedition presents its brief history.

Beérkezett: 2016. december 1.; *elfogadva:* 2016. december 8.

1948-ban a Magyar Amerikai Olajipari Rt. (MAORT) államosítása után a nyugati hatalmak exportzárlatot léptettek életbe a kőolajipari berendezésekre és a geofizikai műszerekre. Az embargó következtében a magyar szakemberek rákényszerültek, hogy a szinte kizárólag nyugati országokban gyártott geofizikai műszerek pótlása céljából intenzív műszerfejlesztésbe kezdjenek. Az erőfeszítések eredményeképpen az 1950-es évek közepére az ELGI-ben elkészült az E-54 típusú Eötvös-inga prototípusa, amelyet a későbbiekben a finommechanikai és orvosi műszereket gyártó FOK KTSz-szel együttműködve sorozatgyártásba vittek. A soproni Bánya- és Erdőmérnöki Egyetem geofizikusai kifejlesztették az első magyar tellurikus berendezést, a Magyar Geofizikai Mérőműszergyár pedig elkészítette az LC-5000 karotázisberendezését, valamint az ELGI közreműködésével gyártásba vitt egy 24 csatornás fotoregisztrációs szeizmikus berendezést.

1955 októberében a Magyar és a Kínai Tudományos Akadémia kezdeményezésére a Nehézipari Külkereskedelmi Export Vállalat (NIKEX) kőolajipari berendezésekből és geofizikai műszerekből kiállítást rendezett Pekingben. A kiállításon szerepeltek a fenti geofizikai műszerek is. A kiállításhoz kapcsolódva magyar szakemberek előadásokat tartottak, és sikeres próbaméréseket végeztek. Mindezek eredményeképpen a kínai földtani minisztérium javasolta egy vegyes kínai–magyar geofizikai expedíció felállítását. Az eseményekről *Gálfi János* az expedíció leendő vezetője az alábbi levélben tájékoztatja *Sédy Lorándot*, az expedíció egyik szeizmikus csoportjának leendő vezetőjét (a levél közlésének engedélyezéséért hálás köszönet illeti *Sédy Jutkát*):

Kedves Lóri! Örömmel olvastam leveledet, amellyel épp karácsony estéjére keresett fel a pekingi posta. Jól esik hallani, hogy odahaza minden rendben van. Köszönöm szíves fáradozásodat váratlanul hosszúra nyúlt kínai tartózkodásom alatt, de vigasztaljon az, hogy pár hét – és nem hónap – múlva már beállhatok segíteni. Kína szép és érdekes, mégis kicsit sok az a csaknem négy hónap, amit otthonról távol kell eltöltenem, bár remélem, hogy ez az utunk végre meghozza azt, amit régóta szeretnénk, az első külföldi mérést. Ha minden jól megy, jövőre talán már mi is beleírhatnánk a hirdetéseinkbe – ha ilyesmi lenne – First in China.

Hosszú volna beszámolni a kínai élményekről, és valóban, ehhez magnetofon kellene – bár néhány jól kiválasztott hanglemez sem lesz utolsó illusztráció – de legalábbis előszó. Egyelőre elég annyi, hogy a pekingi kiállítás szép sikerrel zárult. Bár teljesen zártkörű volt, kb. 6000 látogató volt, és mind meglelégedéssel, elismerően nyilatkoztak. A kínaiak udvariasak és folyton nevetnek, így az elismerésre nem sokat adnék, de ennek kézzelfogható megnyilvánulása is volt: a berendezések gyors megvásárlása és tárgyalás arról, hogy erőteljes beszerzési programot kívánnak lebonyolítani. Második lépés volt dec. 5–28 között a terepbemutató Liu-csin nevezetű kisebb kínai város (csak 40.000 lakos) közelében. Együtt dolgozott itt a szeizmikus, Eötvös-inga és tellurikus csoport. Nekünk szeizmikusoknak egy új típusú 26 csat. szovjet és egy 24 csat. német Askania berendezés által már felmért területen kellett dolgozni. A fűrókocsi két szovjet kocsival (ismered őket a Maszolajtól) mérközött. Bár a verseny számunkra elég hátrányos körülmények között (hideg, szél és sivatagi por) zajlott, fényes győzelemmel végződött. A területet, amelyet mint reménytelenül fel akartak adni,

jövőre a mi berendezésünkkel mérik tovább. Fűrókocsink a versenyben két szovjet berendezést hagyott le. Sajnos, nem tudunk olyan teljesen megsemmisítő fölényrel dolgozni, ahogy szerettünk volna: nincs rendes gyutacsuk és robbanóanyaguk. A töltőpálcát, lándzsát és tört mint eddig ismeretlen csodákat szemlélték. De erről majd szóban többet. Ami a NIKEX számára lényeges volt, azt elértük: az eladást. Ami pedig a mi számunkra lényeges, azt 90% biztonsággal vehetjük eddig: csoport küldését Kínába. Ez ismét olyan kérdés, amiről személyesen kell beszélünk.

Lehet, hogy az események gyorsan zajlanak ezen a vonalon – egy delegátus már jan. 7-én utazik ebben az ügyben Bp-re – és mivel remélem, hogy a nagy Kélgő akit itteni szóhasználatnál nagy és bölcs Teknősbékának kellene neveznem Téged informál az esetleges döntésekről, arra figyelmeztetek, hogy a legnagyobb óvatossággal kellene eljárni és lehetőleg megvárni hazaérkezésünket. A kínai viszonyok teljesen eltérőek a hazaiaktól, geológia, éghajlat, élet és erkölcs tekintetében. Pekingben aránylag kevésbé lehetett ezt tapasztalni, ezért se Rottermann se Bese nincs eléggé informálódva, mi azonban annál alaposabb iskolát jártunk ki Liu-csin-ben. Egyelőre egy komplett csop. kiküldetésről van szó (szeizm., grav., tellurikus) és én nagyon szeretném, ha ez a csoport a Geofizikai Intézet keretei közül kerülne ki, szeizmikus csop. vezetővel. Nem újság számodra, ha azt mondom, hogy más geofizikát művelő intézmények is „versenyezni” fognak. Jó volna erre Ferikét is figyelmeztetni. Gondoltam, hogy mind erről a nagy Kélgőt is informálom, de ismerve természetét, mellőztem. Pillanatnyilag úgy néz ki, hogy jan. 13–14-én indulunk, tehát kb. 26–27-én otthon vagyok. Addig is szeretettel üdvözöllek mindnyájukat, kívánok minden szépet és jót (halgyomorlevest, cápauszonyt és finom 100 napos tojást is beleértve) az új esztendőre, kinek vőlegényt, kinek menyasszonyt, T. Jancsinak kínai pót-kiküldetést:

1956.I.I.

János

Hogy a levélben szereplő nagy Kélgő elnevezés konkrétan kire vonatkozik, azt utólag nem sikerült egyértelműen azonosítani. Vannak elképzelések, de bizonyosság hiányában az olvasó fantáziájára bízom ennek eldöntését. Mindenesetre annyi biztos, hogy az illetőnek jelentős befolyása lehetett az elkövetkezőkben.

A kínai fél javaslatát a magyar fél természetesen elfogadta, hiszen ez volt a kiállítás eredeti célja. Az erre illetékesek az Országos Földtani Főigazgatóságot bízták meg az expedíció megszervezésével. A munkatársak zömét az ELGI biztosította, kiegészülve a Kőolajkutató és Feltárási Vállalat, valamint a soproni Bánya- és Erdőmérnöki Egyetem szakembereivel.

Az expedíció 2 szeizmikus és 1-1 gravitációs (Eötvös-inga) ill. tellurikus kutatócsoportból állt. A magyar szakemberek feladata a szénhidrogén vonatkozású szerkezetkutatás mellett a magyar műszerek kezelésének és a mérési adatok feldolgozásának betanítása volt. A szerződés eredetileg 2 évre szólt, majd egy évvel meghosszabbították, míg végül

néhány szakembert tanácsadói minőségben további két évre foglalkoztattak. Az expedíció induló szakemberlétszáma 46 fő volt (a különböző okokból történő cserék következtében az együttműködés tartama alatt összesen 58 fő). Az akkor érvényben lévő szabályok szerint egy évnél hosszabb külföldi kiküldetés esetén, aki akarta, magával vihetett családját is, így az expedíció teljes időtartama alatt az összlétszám családtagokkal együtt megközelítette a 140 főt. A létszám fokozatosan csökkent: először a fűrómesterek és lövmesterek feladatait vették át a kínai szakemberek, majd fokozatosan a kitűzést, észlelést is. Két év leteltével (1958. augusztus 1-jétől) a terv teljesítéséért már a kínai vezetőség volt felelős. A magyarokra legtöbbször a feldolgozás és értelmezés maradt.

A szakemberek első részlege 1956 májusában indult útnak. A terepi munkára való felkészülés Pekingben történt, a tényleges munka augusztus második felében kezdődött. A kutatómunka két területre koncentrált: az Ordoszfennsíkra, és a Sungliao-síkságra.

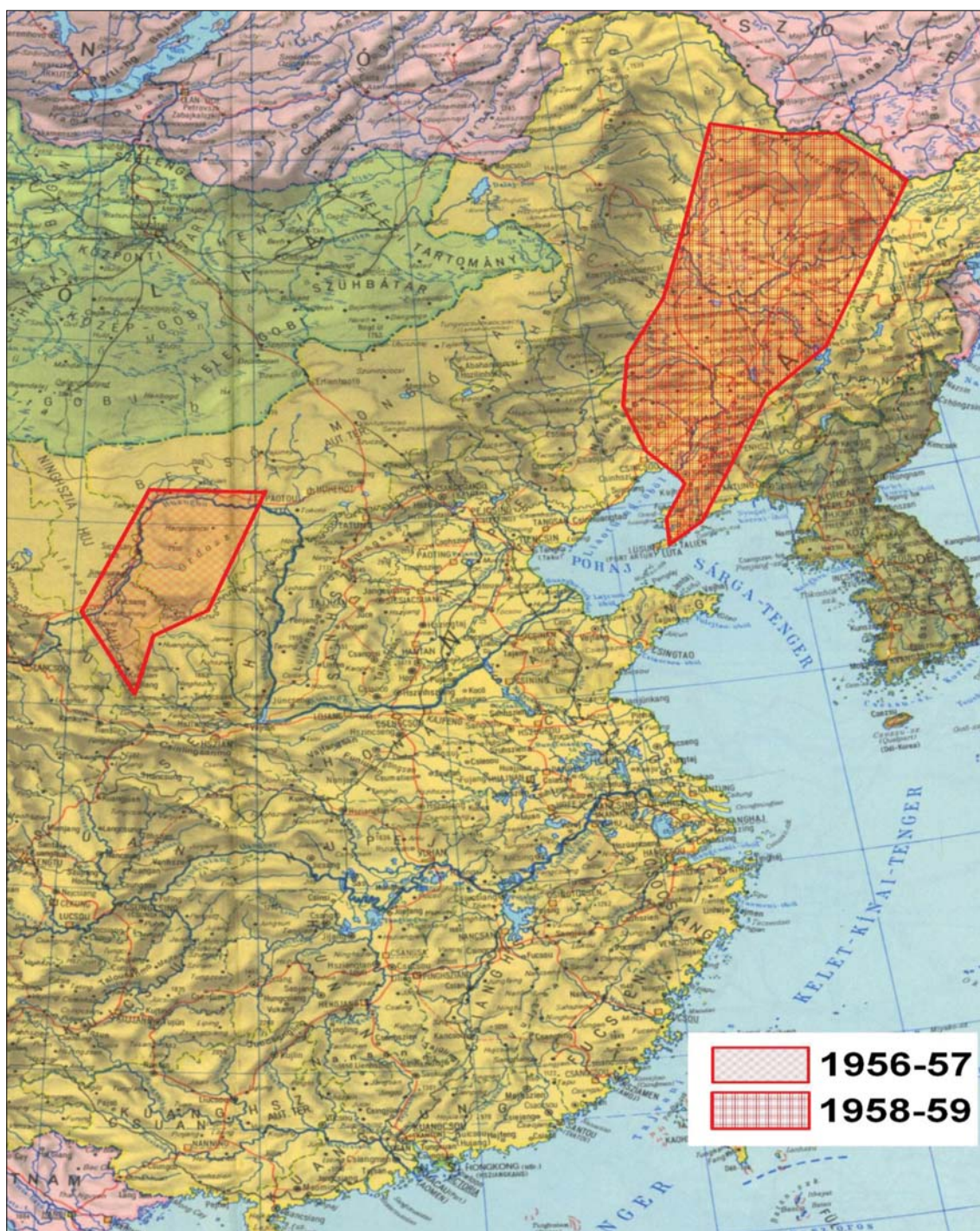
Ordosz, 1956–57

1956-ban a kutatás színhelyéül a kínai földtani minisztérium Kansu tartományt jelölte ki, Guyuan (Kujuan) és Wuzhong (Vucun) terepi központtal; Lanzhou (Lancsou), ill. Xi'an (Szia) téli szállással. A terület a Góbi-sivatag déli peremén fekszik, nyugaton a 2942 m magas Liupan-shan, ill. a 3556 m magas Helan-shan hegység, keleten a Sárgafolyó nagy kanyarulatát kitöltő hatalmas lösz fennsík az Ordosz határolja.

Éghajlata erősen kontinentális, a januári középhőmérséklet 8 °C, a júliusi középhőmérséklet +24 °C. A csapadék évi mennyisége 200 mm. A gyér csapadék zöme augusztus-szeptember hónapban esik.

Lakosságának kb. 70%-a han, a fennmaradó 30% hui nemzetiségű mohamedán. A hui nemzetiség Közép-Ázsiából származik, és a VIII–XIII. század közötti időszakban vándoroltak Kínába. Legelőször 756-ban a híres Alvashid caliph al Monsur küldött arab és perzsa katonákat a Tang császárok segítségére az ÉNy kínai felkelés leverésére. Később folytatódott az arab–perzsa kereskedők beáramlása, akik főleg tengeri úton kerültek Kínába. A legjelentősebb bevándorlás Dzsingisz kán uralkodása idején és az után következett be a X–XIII. században. A bevándoroltak közül sokan beolvadtak a han őslakosságba, egy részük azonban megtartva eredeti vallási és nemzeti szokásait önálló nemzetiségi szigeteket képez. A központi kormányzat nem tekintette megbízhatónak a mohamedán nemzetiségeket, ezért fegyveres kíséretet biztosítottak az expedíció védelmére, elkerülendő az esetleges nem kívánatos atrocitásokat.

A munkaterület földrajzilag félsivatagos, sivatagos zónába esik, egyes részein félsivatagos mezőgazdasággal, Yin-chuan környékén a Sárgafolyó mentén pedig csatornákkal szabdalnt öntözéssel földműveléssel. A terepi közlekedést a löszvidékeken a szakadékszerű vízmosások, az öntözéssel területeken a csatornák sűrű hálózata, a sivatagos részeken a



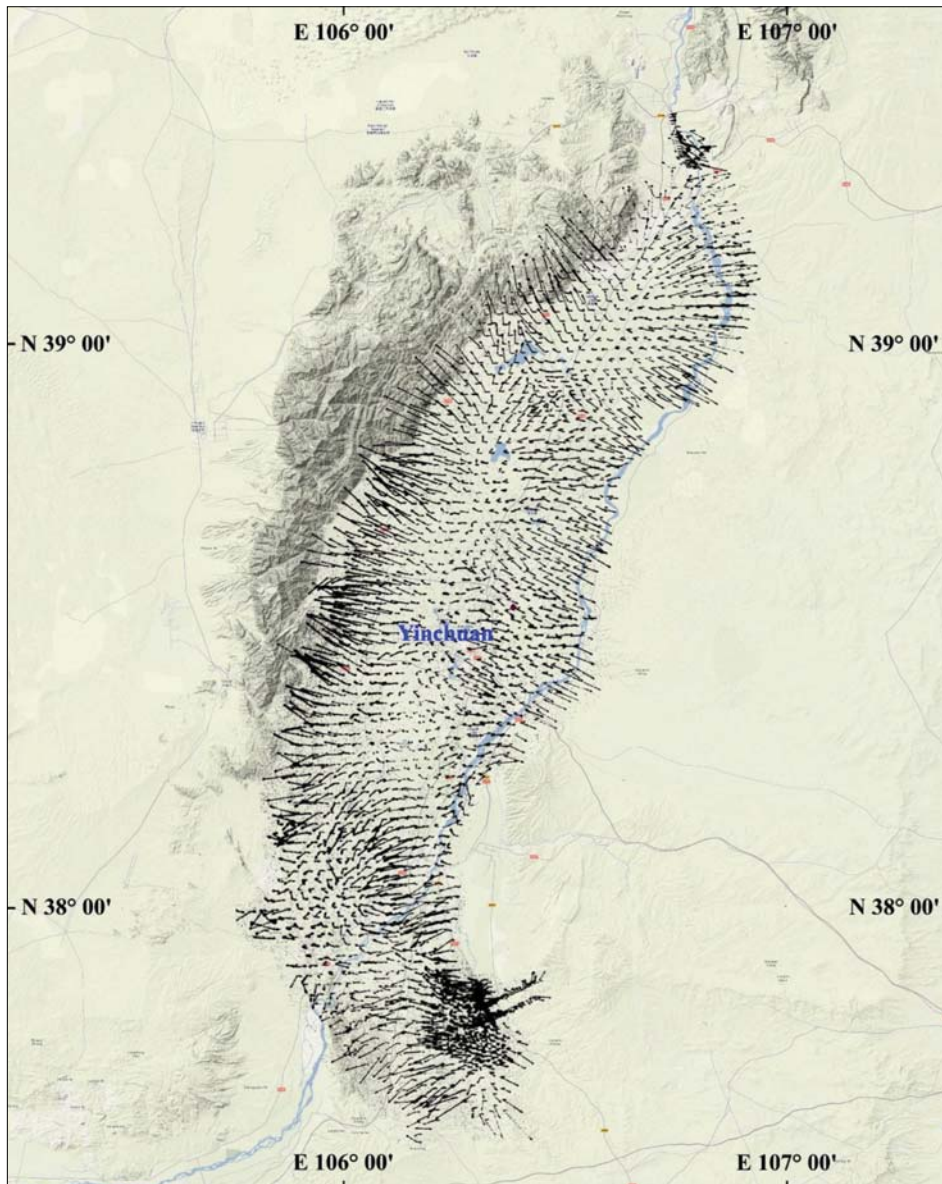
1. ábra | Az expedíció tevékenységi területei
Figure 1 | The locations of activity

vándorló homokdűnék nehezítették. Sokszor éjszakába, sőt hajnalig tartó munkával sikerült csak az elsüllyedt kocsikat kimenteni.

A kezdeti időszakban komoly nehézségekkel kellett megküzdenünk a terepi munka során: a geodéziai munkákhoz nem állt rendelkezésre használható térkép, a kínai munkatársak teljesen tapasztalatlanok voltak, és legnagyobb részük semmiféle idegen nyelvet nem beszélt. A csoportokhoz beosztott egy-egy tolmács, aki a szakmai kifejezésekben

ugyancsak járatlan volt, nem tudta biztosítani a munkához szükséges kommunikációt. Jó időbe telt, míg kialakult egy kínai–magyar keveréknyelv a legszükségesebb közlendők átadására, de természetesen bőven teret hagyva a félreértésekre.

Sok váratlan helyzettel kellett szembenézni, pl. a szeizmikus fúrás a homokon és a löszvidéken lehetetlennek bizonyult: a vizet pillanatok alatt elnyelte a lyuk. E probléma megoldására a csak irodalomból ismert léglövéses technikát



2. ábra | Yinchuan környékének gradienstérképe
Figure 2 | Gravity gradient map of the Yinchuan region

kellett alkalmazni, és ki kellett alakítani az ehhez tartozó feldolgozási eljárást.

Az 1956–57-ben végzett munka eredményeként kiderült, hogy a kutatásra kijelölt területet nagy, mélyreható törésvonalak szabdalják, ezért a néhány sekély szerkezetkutató fúrásban jelentkező kőolajnyom ellenére, nem várható ipari mennyiségű kőolaj-felhalmozódás. Célszerűen adódott, hogy az expedíciót ígéretesebb területre kell irányítani.

Sungliao-síkság 1958–59

Magyar javaslatra, melyet a kínai minisztertanács 1957 novemberében elfogadott, az expedíció 1958 tavaszán áttelepült Északkelet-Kínába (ismertebb, de tiltott nevén Mandzsúriába), ahol Changchun (Csangcsun) székhellyel csat-

lakozott a területen már folyamatban levő kínai–szovjet kooperációban folyó geofizikai kutatásokhoz. A terület legnagyobb medencéje a Sungliao-síkság, ahol számos hatalmas méretű olajpala- és kőszéntelep fordul elő. A kőszéntkutató fúrásokban kis mennyiségű, de jó minőségű kőolajnyomokat találtak. A terület éghajlata szibériai: nyáron páras meleg, télen rendkívül hideg. A hosszú és hideg tél alatt a talaj mélyen átfagy. Tavasszal a napsütés hatására felülről olvadni kezd, de a nedvesség a fagyott altalaj miatt nem tud elszivárogni, ezáltal a felszínen rendkívül marasztaló, vastag dágvány alakul ki, megszámlálhatatlan tengely- és kúp-tányérkerék-törést okozva a műszerkocsikban.

A medencét középhegység jellegű vonulatok határolják. A síkság egy része művelhető mezőgazdasági terület, de nagyobb része nehezen vagy alig járható mocsár. Folyóvízhálózata sűrű, úthálózata ottlétünkör ritka és nagyon rossz



3. ábra Csoportkép a majdnem teljes létszámú induló expedíció tagjaival Wu-chungban 1956. november 21-én, Li Siguang földtani miniszter-helyettes látogatása alkalmából

Figure 3 Tableau of the Hungarian experts and their families in Wu-chung when they were visited by the Chinese deputy minister of geology on 21st of November, 1956

Legfelső sor balról jobbra: (?), Máté László (lőmester), Petrovics Lajos (lőmester), Lakatos Lajos (főfűrómester), Sziráki József (fűrómester), Bíró Józsi, Takács Ernő (tellurikus csop.vez.), Gu Ko-fu, (német tolmács), Hincz Károly (autószerelő), Bíró József (lőmester), Proch Zoltán (rádiós), Ruzsa Béla (tellurikus csop.tag), Szabó Zoltán (Eötvös-inga csop.tag), Hartner Mihály (tellurikus csop.tag), Asztalos Dezső (geodéta), Béli Ferenc (tellurikus csop. tag), Honfi Ferenc (Eötvös-inga csop.tag), Komáromy István (Eötvös-inga csop.tag), Ihász János (Eötvös-inga csop.tag), Gellert Ferenc (geodéta), Grimm Éva (rajzoló), Grimm Lajos (kítűző), Rumpf Pál (fűrómester), Lendvai Károly (szeizmikus kiértékelő), Németh Károly (Eötvös-inga csop.tag), Kiss Lajos (Eötvös-inga csop.tag), (?) Petőcz Viktor (szeizmikus észlelő), Cseróka Antal (lőmester), (?) György Elemér (autószerelő), Reich Lajos (geológus)

Második sor: Lu Lin-szen (Charley, angol tolmács), Pacsirszky Éva, Annau Edgár (szeizmikus csop.vez), Ujfalusy Éva, Mihály Károly (szeizmikus kiértékelő), Mihály Terike, Takács Ernőné, Bognár Erzsike, Sédy Jutka (szeizmikus kiértékelő), Szentesi Gyöngyi, dr. Szentesi Endre (orvos), Honfi Jutka, Herbály Rózsika, Gál Elemémé, Gál Elemér (autószerelő), Komáromy Elzike, Rumpf Piri, Lendvai Hédi, Németh Klári, Kiss Lajosné, Petőcz Mari, Cseróka Antalné, Komáromy Erzsike

Harmadik sor: Bíró néni, Petrik Iván (tolmács), (?), (?), Szun Co-lin (minisztériumi összekötő), Ádám Oszkár (főgeofizikus), Gálfi Eta, Gálfi János (expedícióvezető), Li Sziguang (földtani miniszterhelyettes), Szurovy Géza (főgeológus), Szurovy Thea, (?), Horváth Árpád (szeizmikus észlelő), Horváth Nusi

Negyedik sor: Ujfalusy Antal (szeizmikus kiértékelő), Pacsirszky László (szeizmikus észlelő), Bognár János (tellurikus csop.tag), Kaszás János (fűrómester) és a gyerekek: Pacsirszky Lacika, Ujfalusy Gábor, Pacsirszky Bea, Szentesi Zsuzsi, Herbály Kati, Szentesi András, Szurovy Kisgéza, Herbály Öcsi, Gálfi Öcsi, Horváth Zsolt, Gálfi István, Kiss Jutka, Kiss Márti, Horváth Árp

Hiányzók: Szilárd József, Banai Gyula (+Melinda, Gyuri, Gyuzsi), Pálos Miklós (+Ilu), Sédy Loránd, Herbály Imre, Ádám Erika + Eszter

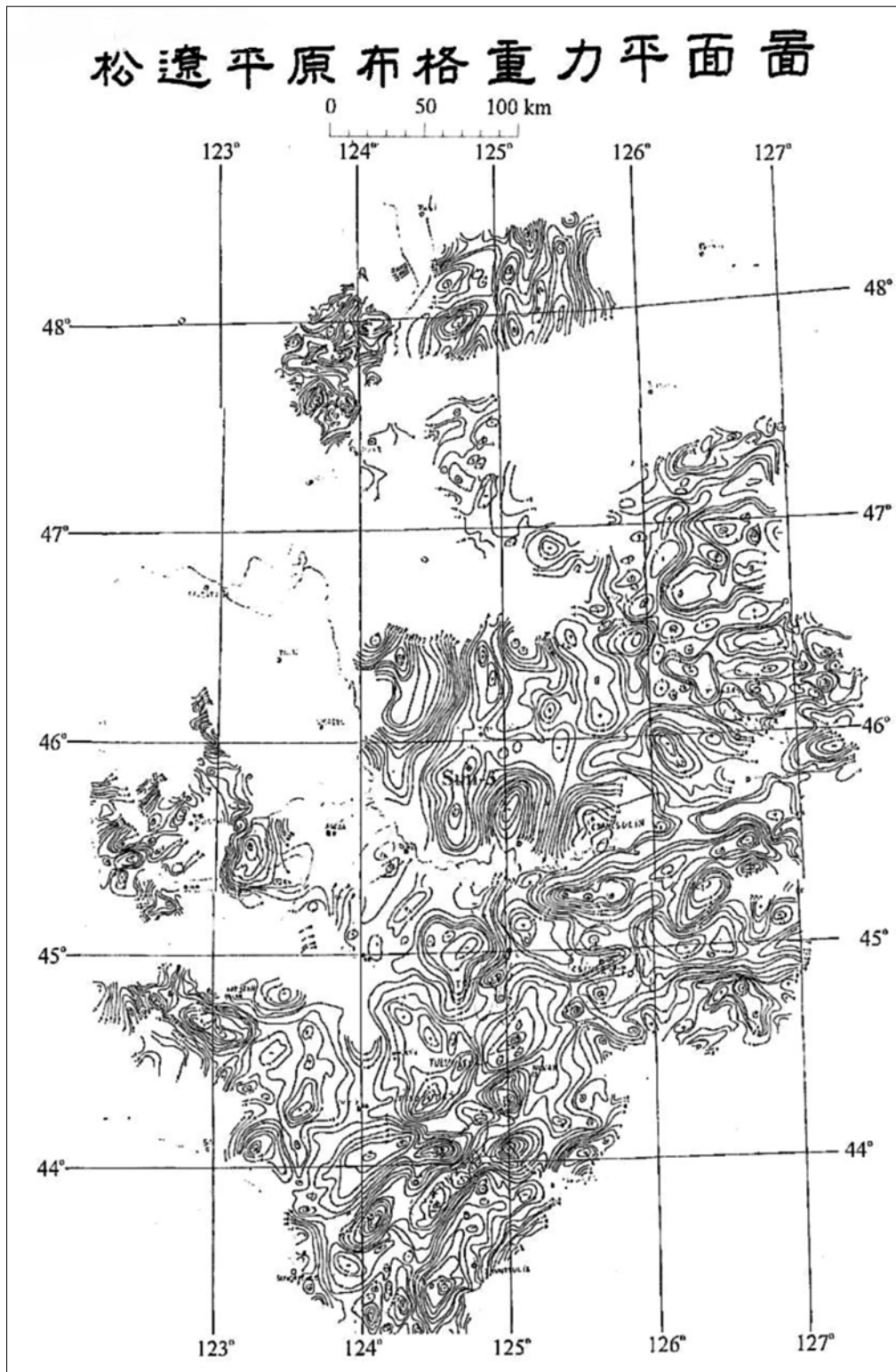
állapotú volt. A további romlást megakadályozandó, a nem ritkán előforduló esők esetén egyszerűen lezárták az utakat, lehetetlenné téve a terepi munkát.

A területen a földtani és a kőolajipari minisztériumnak már számos csoportja dolgozott, szovjet szakértők közreműködésével. 1958 folyamán az expedíció fokozatosan átalakult: a tervteljesítés felelőssége augusztus 1-jétől a kínai munkatársakra hárult. Ennek ellenére a magyar szakértők többségének szerződését egy évvel meghosszabbították, hogy a további önállósodás zökkenőmentes legyen. Az év végén a kialakult kínai–szovjet politikai nézeteltérések miatt a szovjet szakértőket hazahívták, és a korábban általuk irányított kínai csoportok szakmai felügyeletét is a magyarokra bízta.

1958–59-ben az expedíció közelítőleg felderítette a medence szerkezetét, kijelölte a kőolajkutatásra legalkalmasabb területeket, és több szénhidrogén-előfordulás szempontjából ígéretes szerkezetet körvonalazott. Az 1959 nya-

rán Dadongzhen (Tatungcsen) helység közelében lemélyített Sun-3 jelű fúrás ipari jelentőségű olajréteget harántolt. A későbbiekben kiderült, hogy Kína máig legnagyobb kőolaj-előfordulását sikerült megtalálni, melynek évi termelése az 1960-as évek közepén megközelítette az évi 50 millió tonnát. A helység nevét ezért Daqingra (Tacsin, Nagy Ünne) változtatták.

A siker, széles körű csapatmunka eredménye volt, annak ellenére, hogy a hivatalos Kína szerint a felfedezés Li Siguang, Angliában végzett geológus, földtani miniszter, valamint Wang Jinxi (Iron man Wang) fűrómester érdeme. Pedig a kettőjük közötti úrt, a munka érdemi részét végző szovjet, magyar és kínai geofizikus csoportok töltik ki, amiben jelentős szerep jutott a magyaroknak. A kínai Földtani Minisztérium magyaroknak adományozott falikártpija szerint: „A Sunliiao síkságon megtalált ipari jelentőségű kőolaj a kínai–magyar barátság kikristályosodása.”



4. ábra | A Sungliao-síkság graviméteres és Eötvös-ingamérésekből szerkesztett Bouguer-anomáliatérképe
Figure 4 | Bouguer anomaly map of the Sungliao plain compiled from the results of gravimetric and Eötvös-balance measurements

1959–60 fordulóján a magyar szakértők zöme hazatért, csak néhányan maradtak, hogy továbbra is közreműködjenek a mérési eredmények értelmezésében és a magyar műszerek karbantartásában. 1961 végén fejeződött be a magyar geofizikusok kínai tevékenysége.

A mai napig legnagyobb külföldi magyar geofizikai expedíció tagjai a jól végzett munka tudatában, szakmai és kulturális tapasztalatokban gazdagon tértek haza. Miközben itthon a szomszédos országok meglátogatása is csak igen szűk korlátok között volt lehetséges, az expedíció tag-



5. ábra | A kínai Földtani Minisztérium által az expedíciónak adományozott falikárpit
Figure 5 | The tapestry donated by the Chinese Geological Ministry to the Hungarian experts

jai, szabadságuk alatt (néhány elzárt terület, pl. Tibet kivételével) beutazhatták a hatalmas országot. 60 év távlatából

visszatekintve, a rendkívül feszített munkatempó és a spárta körülmények emléke elhalványult, már csak az érdekes tapasztalatok, a humoros epizódok és a szabadságkörütek izgalmas, szépséges látnivalói dominálnak emlékezetünkben.

A tanulmány szerzője

Szabó Zoltán

Hivatkozások

- Posgay K. (2003): A kínai expedíció (1956–1961). In: Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet története I. rész (szerk. Polcz Iván), pp. 290–297, ELGI kiadás, Budapest
- Szurovy G. (1993): Kínában is fellendül a kőolajipar. In: A kőolaj regénye, szerk. Fehér György, pp. 352–360. Hírlapkiadó Vállalat, Budapest
- Takács E. (2001): A Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció tellurikus csoportjának munkája 1956-tól 1959-ig. A Miskolci Egyetem Közleménye, Geotudományok. „A” sorozat, Bányászat 52, 49–85

Sikeres doktori védések a Miskolci Egyetemen

A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara 1994 óta nyújt lehetőséget akkreditált PhD-képzésre kezdetben doktori programok, majd 2000-tól a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola keretében. A Doktori Iskola a földtudományok széles területén tevékenykedik. A geotechnikai rendszerek és eljárások, fluidumtermelő és -szállító rendszerek, környezeti eljárás technika és nyersanyag-előkészítés, alkalmazott földtani és hidrogeológiai kutatások, természet- és társadalomföldrajz, valamint az alkalmazott geofizikai kutatások tématerületeken belül további témacsoportokban zajlik a kutatás. A felvételt nyert geofizikus hallgatók képzési tervüknek megfelelően geofizikai inverzió és tomográfia, mérnökgeofizika és környezetgeofizika, szeizmika, elektromágneses, mélyfúrás geofizika, geofizikai modellezés, kőzetfizika, geofizikai informatika és térinformatika témákban végezhetnek kutatást és írhatják meg értekezésüket. A geofizika területén eddig PhD fokozatot szereztek: *Ahmed Ayad Amran* (1996), *Kis Márta* (1999), *ifj. Takács Ernő* (2001), *Nyári Zsuzsanna* (2001), *Farkas István* (2003), *Csathó Beáta* (2004), *Szabó Norbert Péter* (2004), *Scholtz Péter* (2004), *Vass Péter* (2010), *Sörös László* (2011), *Somogyiné Molnár Judit* (2013), *Paripás Anikó Noémi* (2014) és *Baracza Mátyás Krisztián* (2014). A törvényi rendelkezéseknek megfelelően „dr. univ.” cím átminősítésével *Kardeván Péter* (1997), kandidátusi fokozat alapján *Gyulai Ákos* (1996), *Ormos Tamás* (1996), *Pethő Gábor* (1996), *Turai Endre* (1996), *Szűcs Péter* (1997) és *Fancsik Tamás* (2001) kaptak PhD fokozatot.

A Doktori Iskola tudományterületein van joga a Miskolci Egyetemennek habilitációs eljárás lefolytatására és ennek alapján egyetemi magántanári kinevezés átadására. A Geofizikai Tanszék javaslata alapján *dr. Posgay Károly* (2004), *dr. Bodoky Tamás* (2005) és *dr. Ormos Tamás* (2007) kapták

meg ezt a kitüntetést. Ugyancsak a Doktori Iskola (korábban Doktori Program) jogosult javaslat tételre tiszteletbeli doktori (*doctor honoris causa*) cím adományozására. A Geofizikai Tanszék kezdeményezésére a Miskolci Egyetem dr. hc. címet adományozott *dr. V. S. Jamsikov* (Moszkvai Bányászati Egyetem), *dr. Lothar Dresen* (Ruhr Egyetem, Bohum), *dr. Markku Peltoniemi* (Helsinki Műszaki Egyetem), *dr. Ádám Antal* (Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Sopron), *dr. Takács Ernő* (Miskolci Egyetem), *dr. Ettore Cardarelli* (La Sapienza Egyetem, Róma) és *dr. Jadwiga Jarzyna* (AGH Egyetem, Krakó) részére.

2016. október 28-án a Miskolci Egyetemen *Kavanda Réka* tagtársunk, okl. környezetgeofizikus-mérnök és okl. bányá- és geotechnikai mérnök, szerzett PhD fokozatot. Doktori értekezésében *Gyulai Ákos* és *Ormos Tamás* téma vezetése mellett elért sorfejtéses inverzió alapuló geoelektromos módszerfejlesztési eredményeit és ehhez kapcsoló téziseit mutatta be. A geoelektromos gyakorlatban a multielektrodás mérések adatrendszerének feldolgozásában fontos a számítási idő csökkentése. Ez a törekvés elfogadhatóvá teszi különböző egyszerűsítések, közelítő megoldások alkalmazását. Az értekezésben tárgyalt eljárások az előremodellezésben végeznek egyszerűsítést lokálisan 1D direkt feladat megoldás alkalmazásával. *Kavanda Réka* vizsgálatai megmutatták, hogy a módosított integrálközep és a továbbfejlesztett súlyozott integrálközep módszerekkel műszakilag elfogadható pontosság mellett a számítási idő (a 2D módszerekhez képest) nagyságrendileg csökkenthető. A nyilvános vitát követő eredményhirdetésen a Bírálóbizottság javasolta a *Mikoviny Sámuel* Doktori Iskola Tanácsának a doktori cím odaítélését. A PhD doktori fokozatot a Miskolci Egyetem Doktori Tanácsa 2016. december 6. ülésén ítélte oda.

Szabó Norbert Péter

Aranydiplomások köszöntése

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Szenátusa aranydiplomát adományozott „50 éven át kifejtett értékes szakmai tevékenységük elismeréseként” többek között 5 tagtársunknak. Az aranydiplomát 2016. október 25-én vette át

dr. Tátrallyay Mariella, Kakas Kristóf, Kónya Albert, Rezessy Géza és Viola Balázs. A mellékelt kép 1966 őszén készült a geofizikus hallgatók diplomaosztásakor a Trefort-kertben. A képen szereplők közül sokan már nincsenek közöttünk.

Kakas Kristóf

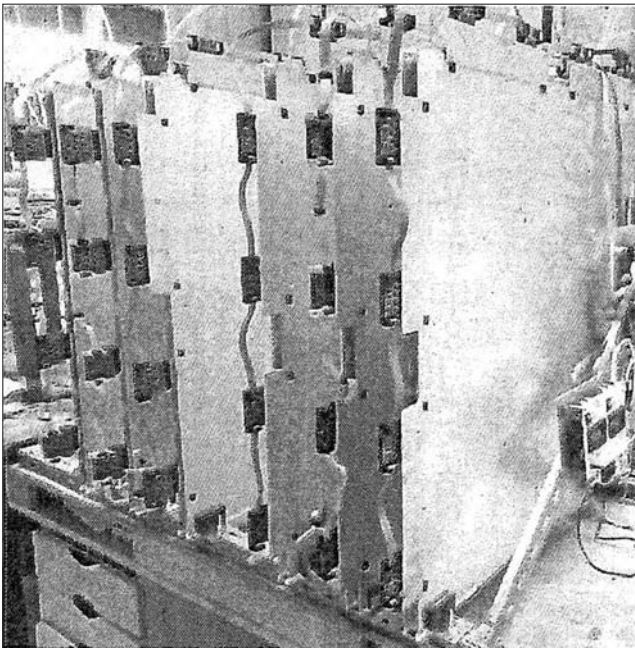


A képen balról jobbra: Uhlmann Norbert†, Viola Balázs, Sipos József†, Rezessy Géza, Kónya Albert, Fejes Imre†, Tátrallyay Mariella, Kakas Kristóf. Hiányzik a képről Fekete Gyula†

Olcsó átvilágító berendezés elemirészek alkalmazásával

Infrastrukturák vizsgálata 1/10-ed költséggel

A Tokiói Egyetem és a Magyar Tudományos Akadémia egy új precíziós berendezést fejlesztett ki azzal a céllal, hogy a világűrbeli érkező müonok segítségével beleláthassanak vulkánok és nukleáris erőművek belsejébe. Hagyományosan szcintillátorokat használtak eddig a detektorrendszer központi egységeként, az újonnan kifejlesztett rendszerben viszont ezeket gáztöltésű számlálókkal cserélték fel. Ezáltal a berendezésnek mind a súlya, mind pedig az előállítási ára mintegy 1/10-edére csökkent. Terv szerint a berendezés kifejlesztését 100 000 yenben határozták meg, valamint hogy az egyaránt alkalmas legyen infrastrukturális és más biztonsági feladatok ellátására. E fejlesztésen *Hiroyuki Tanaka* professzor (Tokiói Egyetem) és *dr. Varga Dezső* (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont) működtek együtt.



A detektorrendszer 6 parallel egységet tartalmaz, amelyben gázzal töltött csövek vannak közé zárva (MTA)

A müon elemirészesek több km vastagságú kövön, betonon is képesek áthatolni, nagy sűrűségű anyagok mégis képesek valamennyire abszorbeálni azokat. Ezt a körülményt kihasználva – hasonlóan a röntgensugárzás hétköznapi alkalmazásához – képesek vagyunk szerkezeteken átlátni. Ezt a technikát bevetve sikerül tanulmányozni vulkánok magmatöletének mozgását vagy nukleáris reaktorok fűtőelemeinek alakulását.

Ebben az újfajta berendezésben a szcintillátorokat Ar-nal és CO₂-dal töltött csövekkel cserélték fel, amelyek a müonokat detektálják – akár csak a röntgenkészülékekben a filmek –, a berendezés súlyát ezáltal jelentősen lecsökkentve. Nagyfeszültségen működtetve a gázok ionizálódnak, amikor pedig müonok haladnak át a csöveken, észlelhető jelként jelentkezik a feszültségváltozás.

A tesztberendezéssel 10-szer nagyobb felbontást sikerült elérni, és mintegy 1 cm átmérőjű objektumokat sikerül észlelni. A detektorrendszer működtetési költsége 200 000 yen/m², ami az 1/10-edé a hagyományosnak. Emellett ennek súlyát is az eredetinek mintegy 1/7-edére, 10 kg-ra lehetett csökkenteni.

Ha sikerül egy pehelykönnyű és nagy precízitású detektorrendszert kifejleszteni, azzal lehetőség nyílik épületek és autópályák vasbeton elemeinek átvizsgálására, nem mindennapi jelenségek, mint törések, anyagihiányok, elhasználódások felderítésére. Olvasztókohók tartalmának állapota, annak minőségi kontrollja válik ezzel vizsgálhatóvá. Alkalmazható biztonságtechnikai (pl. antiterrorista elhárítási) feladatoknál, épületekben elrejtett nukleáris anyagok felderítésére.

A magyar csoport nagy gyakorlattal rendelkezik gáztöltésű számlálók kifejlesztésében. Ezúttal müonok regisztrálására alkalmas olyan új detektort fejlesztettek ki, amely kevésbé érzékeny a vibrációra és a hőmérséklet-változásra.

Nikkei Shinbun, 2016. május 9.

T. Mukoyama (angol ford.),
Hock G. (magyar ford.)

Felhívás

A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara felhívást intéz az Alma Mater egykori hallgatóihoz, akik 1947-ben, 1952-ben, 1957-ben, illetve 1967-ben (70, 65, 60, 50 éve) vették át diplomájukat a Bányamérnöki Karon Sopronban vagy Miskolcon. Kérjük és várjuk jelentkezésüket, hogy részükre – jogosultságuk alapján – a rubin-, vas-, gyémánt- vagy aranyoklevél kiállítására érdekében szükséges intézkedéseket meg tudjuk kezdeni.

Kérünk minden érintettet, hogy 2017. március 24-ig jelentkezzen levélben vagy e-mail-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán. Adja meg nevét, elérhetőségét (lakcím, telefonszám, e-mail cím), illetve az alábbi címre küldje meg oklevelének fénymásolatát, a kiadványban megjelentetni kívánt rövid szakmai életrajzát (maximum egy A/4 oldal, a kiadvány korlátozott terjedelme miatt) és egy db igazolványképet.

Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar
Dékáni Hivatal
3515 Miskolc-Egyetemváros
Telefon: +36/46/565-051
E-mail: mfkshiv@uni-miskolc.hu

Hudák Éva
hivatalvezető

Bagi Róbert 1932–2016

1932-ben született Békésszentandrás. A középiskolát Szarvason végezte. 1951-ben a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen kezdte, majd 1953-ban Sopronban a Műszaki Egyetemi Karon folytatta felsőfokú tanulmányait, és ott szerzett geofizikus-mérnöki oklevelet 1956-ban. Ebben az évben került első (és utolsó) munkahelyére az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe (ELGI).

1968-ig az Intézet Gravitációs Osztályán dolgozott, ahol részt vett a terepi gravitációs mérések minden fázisában, beleértve a geodéziai, észlelői és feldolgozóit, valamint a kiértékelési munkákat is. Foglalkozott gravitációs módszerfejlesztéssel (hatószámítás, analitikus lefelé folytatás stb.), valamint a gravitációs erőterévszázados változásának terepi mérések alapján történő vizsgálatával. Ezekről cikket írt és előadásokat tartott. Egyik legjelentősebb cikke a „Gravitációs tér évszázados változásának tanulmányozása céljából végzett graviméteres mérések” a *Geofizikai Közlemények* 1966-os számában jelent meg.

1967-és 1968-ban részt vett a Nemzetközi Gravitációs Alaphálózat méréseiben és azok feldolgozásában, majd 1969-ben és 1970-ben a Mongol–Magyar Vízkutató Expedícióban.

1971-ben az ELGI Mélyfúrási Geofizikai Főosztályára került, ahol témavezetőként víz-, szén-, érc-, bauxit- és

egyéb nyersanyagkutató fúrásokban végzett mélyfúrás-geofizikai mérések intrpretációjával foglalkozott. Részt vett a Főosztály módszertani feladatainak megoldásában is különösen a lignitkutatás területén.



Bagi Róbert
1932–2016

Mélyfúrás-geofizikai témákban számos jelentést, cikket írt, előadást tartott.

1977–1978-ban tagja volt az ELGI iráni graviméteres expedíciójának.

1989-ben nyugdíjba ment, de továbbra is szorgalmasan, kitartóan dolgozott az ország geofizikai megkutatottságának karotázsrészeivel.

Összeállította társával az ELGI Karotázs Szelvénytár I. és II. kötetét (1953–1999) és az ELGI Mélyfúrás-geofizikai jelentések, összefoglalók, tanulmányok (1939–2003) c. kötetet.

Munkáját számos kitüntetéssel ismerték el, amelyek közül különösen nagy becsben tartotta a Pro Geophysica-t. Valóban ez a kitüntetés fejezte ki legjobban hűségét az Intézethez, eredményes, értékes szakmai munkáját.

Társai tisztelték és becsülték nemcsak szakmai munkájáért, hanem kedves, emberséges és segítőkész viselkedéséért is.

Ez év november 14-én kísértük utolsó útjára a Farkasréti temetőben.

Kedves Robi, nyugodj békében! Emléked megőrizzük.

Dr. Baráth István

Czipó László 1938–2016

Czipó László, a Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV) egykori munkatársa 1938. december 2-án Pécsen született. 1957-ben az építőipari, majd 1966-ban a bányaiipari technikumot végezte el. 1957-től 10 éven át volt a MÉV I. üzemének föld alatti operátora. A korabeli uránbányászat embert próbáló geofizikai munkakörében kiváló munkát végzett. Munkája során a vajúvégi bányászokkal együttműködve, osztozva mostoha munkakörülményeikben, kellett mérési alapján kijelölnie a fejthető érc helyzetét. Precizitása, nagy munkabírása révén már akkor kiemelkedett társai közül. 1968-tól már a MÉV Geofizika Osztályának munkatársaként a különböző üzemek föld alatti geofizikai méréseinek ellenőrzése volt egyik fő feladata. Később a Geofizikai Osztály egyéb kísérleti méréseiben vállalt oroszlánrészt, bejárva a hazai ércbányák jelentős részét. Ötletgazdag, fáradtságot nem ismerő munkája nagyban elő-



**Czipó László
1938–2016**

segítette a MÉV bányageofizikai hírnevét. A hosszú évek során összegyűlt föld alatti műszakszáma alapján 1991-től a külszínen, a GEO-S Bt. munkatársaként számos terepi geofizikai munkában vett részt. Többek között nagyszerű munkát végzett a bátaapáti, bodai kutatásokban és az uránipari rekultiváció geofizikai mérései során egyaránt.

A Magyar Geofizikusok Egyesület Mecseki Csoportjának évtizedeken át volt összekötője. Kiváló szervezőképessége révén hosszú éveken át szervezte a Mecseki Csoport legendás évzáró-évnnyitó találkozóit.

Laci fáradhatatlan kolléga, nagyszerű ember és őszinte barát volt. 2016. július 18-án Pécsen helyezték örök nyugalomba.

Nyugodjék békében, emlékét megőrizzük!

Berta Zsolt

Elsholtz László 1933–2016

Fájdalommal tudatjuk, hogy Elsholtz László tagtársunk, a Mecsekérc Rt. volt



**Elsholtz László
1933–2016**

hidrogeológusa 83. életévében, 2016. október 22-én elhunyt.

Nyugodjék békében!

Szerkesztőség

Thuma Attila

1946–2016

Életének 70. évében, 2016. október 22-én eltávozott közülünk volt közeli munkatársunk, Thuma Attila, akivel mintegy 25 éves együttműködés kötött össze minket a kőolajipari geofizikai kutatásban.

Mezőgazdasági technikumban érettségizett Baján, majd 1964-ben felvételt nyert az ELTE Természettudományi Karára. 1970-ben a fizikus szakon szerezte meg oklevelét.

Első munkahelye gyakornokként a törökbálinti Ipari Szerelvény és Gépgyár anyagvizsgáló laboratóriuma volt, ahonnan egy év letelte után, az ELGI-hez került.

1972-től állt a kőolajipari geofizikai kutatás szolgálatába, a Geofizikai Kutató Vállalat Fejlesztési Osztályának megbecsült munkatársaként.

A szeizmikus méréseknek a digitális technikára 1971-ben történt átállását a GKV geoelektromos kutatásainál a 80-as évek kezdetén követte hasonló, gyors fejlődés. Ez a Geoelektromos osztály apparátusának megerősítését igényelte számítástechnikában, programozásban tapasztalt szakemberekkel. Így került a GKV geoelektromos vonalára Thuma Attila is, aki ezen a területen dolgozott egészen a 2000. évig. Munkájában eredményesen kamatoztatta a szeizmikus fejlesztésnél előzőekben szerzett tapasztalatait.

Elsősorban a magnetotellurikus módszerhez kapcsolódó szelvény szerkesztések, majd később a 2D modellszámítások és inverziók feladatait látta el nagy odaadással. A 80-as években a GKV és a lengyelországi Geofizika Kraków kö-

zötti terepi kutatási együttműködésben Attila lengyel nyelv ismerete is nagy segítséget jelentett.

A MOL Rt. megalakulását követő átszervezések a GKV Geoelektromos és Gravitációs osztályait 1993-ban egyesítették Erőtér-geofizikai Csoport formájában, és a MOL Rt Kutatási Üzletágához helyezték. Az akkor Békásmegyeren létrehozott Kutatás-Művelési Mérnöki Iroda (KUMMI) állományában a GES Kft. által végzett gravitációs és elektromágneses mérések feldolgozása és értelmezése volt az új csoport feladata.

Ebben a munkában Thuma Attila a kutatási jelentések összeállításában is kulcsfeladatokat látott el, harmonikus együttműködésben a team munkatársaival, akik között az új helyzet követelte egymásra utaltság a későbbi időkre is megmaradt baráti szálakat szőtt.

A MOL Rt. által 1999 végén végrehajtott stratégiai változások következtében a

KUMMI intézményét és benne az Erőtér-geofizikai Csoportot is megszüntették. Ezzel vége szakadt az együttműködésünknek, azonban az ezt követő években a volt „erőteres” kollegák gyakran összejöttek találkozókon, ahol Attila vidám és kedves természetének kisugárzása mindig egyéni hangulatot is biztosított.

Sajnos erre a jövőben már nem kerülhet sor, helye a találkozók asztalánál üresen marad. A Fiumei úti temetőben búcsúztunk Tőle, 2016. november 10-én. Emlékét megőrizzük, nyugodjék békében!

Nagy Zoltán, Késmárky István



Thuma Attila
1946–2016

Rendezvénynaplár

2017. január		
jan. 31. 14.00 h	Sierd Cloething székfoglaló előadása: „From the deep Earth to human habitat”	MTA székház, Felolvasóterem
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	Hotel Kapos, Kaposvár
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
2017. július		
júl. 9–13.	WPC – 22. World Petroleum Congress (www.22wpc.com)	Isztambul, Törökország
2017. szeptember		
szept. 3–7.	Near Surface – Geoscience’17 (www.eage.org)	Malmö, Svédország

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

Kakas Kristóf

Uránkutató Iránban, 1991 – 1992



Akik végezték:
Szongoth Gábor, Kasza Zoltán,
Kenéz Gábor, Salamon Batur,
Rigler György, Tonka Péter



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

