

A hazai geoelektromos kutatások története II.

A tanulmány I. fejezete — A geoelektromos módszer- és módszerfejlesztés eredményei — a Magyar Geofizika 45. évfolyamának különszámában (50 éves a Magyar Geofizikusok Egyesülete) jelent meg. Ugyanitt megtalálhatjuk az itt csak rövidítve írt munkahelyek teljes nevét is.

II. A GEOELEKTROMOS MÓDSZEREK HOZZÁJÁRULÁSA A HAZAI FÖLDTANI-GEOFIZIKAI KUTATÁS EREDMÉNYESSÉGÉHEZ

1. A geoelektromos módszerek szerepe a regionális földtani és kéreg–köpeny kutatásban

1. Medenceterületeink regionális geoelektromos kutatását — mélységi viszonyainak, aljzatuk közettani felépítésének, szerkezeti elemeinek vizsgálatát — a tellurikus és magnetotellurikus mérések bevezetése tette lehetővé.

A tellurikával mindenekelőtt az üledékes medencék aljzatának mélysége és az üledék átlagos fajlagos ellenállásának laterális változása kutatható, ami elsősorban a szénhidrogén-kutatás szempontjából érdekes. Ezért a mérések főként olajipari megbízásból, részben állami forrásokból a Központi Földtani Hivatal regionális kutatási programjai keretében, az utóbbi időben pedig — kisebb volumenben — OTKA támogatással folytak. A tellurikus mérések legnagyobb volumenben az ELGI és a GKV, kisebb részben az ME-GT és a GGKI végezte. A tellurikus mérések a 70-es évek elejéig nagymélységű egyenáramú, később magnetotellurikus és alkalmanként nagymélységű tranzienst — elektromágneses térbeállítás (EMT) — szondázással egészültek ki.

Az első olajipari megbízások 1960-tól az ME-GT részére az ÉK-magyarországi sávot, az ELGI részére a Hortobágyot jelölték meg, ezeket a dél-dunántúli mérések követték. A KFH „Országos, Rendszeres, Egységes, Átfogó Kutatási Program”-ja 1964-ben indult. A program azután több törést is szenvedett, de végül a változó olajipari és KFH megbízásokkal — a Duna–Tisza közének mintegy 10 000 km²-nyi területétől eltekintve — az ország medenceterületeinek tellurikus felmérése megtörtént.

1981-ben az ELGI a Geofizikai Közlemények tematikus kiadványa mellékletként megjelentette a Tiszántúli tellurikus térképét. Megszerkesztéséhez a különböző csoportok méréseinek bázishálózatát tellurikus összeméréssel hozták közös szintre. A kiadvány az areatérképpel együtt tartalmazta az üledékes összlet átlagos fajlagos ellenállásának térképét, és a tellurikus térkép transzformációjából származó üledékvastagság-térképet is [NEMESI et al. 1981]. E térképek továbbfejlesztett változata a 2003-ban OTKA támogatással készített [MADARASI 2001]. A Dunántúlon korábban alkalmazott eljáráshoz hasonlóan a magnetotellurikus mérésekkel kapott átlagos horizontális vezetőképességből számították át az area értékeket ún. tellurikus

vezetőképességgé, ami a 25 s-os periódusidőre vonatkozik. Különösen érdekes a dél-alföldi tellurikus kép. Ugyanis itt a 6–8 km mélységű medencékben a gravitációs Bouguer-anomáliák nem korrelálhatók a medencealjzat mélységével, szerkezeti viszonyaival. A tellurika viszont jól leképezte azokat. Az üledékellenállás-korrektciók után szerkesztett mélységtérképek először adtak részletes és hű, mára fűrészekkel is jórészt igazolt szerkezeti képet. A Nyírség és a Hajdúság miocénkorú vulkanitokkal átjárt medencéiben a tellurikus mérések — még csak az analóg magnetotellurikával és EMT mérésekkel kiegészítve is — jelentősen hozzájárultak a földtani viszonyok tisztázásához.

2000-ben — szintén a Geofizikai Közlemények tematikus számaként — jelent meg NEMESI, VARGA, MADARASI [2001]. A tellurikus vezetőképességet a terület 33 bázisán végzett magnetotellurikus méréssel határozták meg. A kiegészítő méréseket, a térkép megszerkesztését, a kiadvány megjelenését az OTKA támogatta. A térkép regionális jellemvonásai törésvonalakkal, nagyszerkezeti vonalakkal — Rába-vonal, Balaton-vonal — esnek egybe. A térképen számos olyan anomália található, amely a korábbi geofizikai mérésekből nem volt ismert. Ilyenek például a Péctől DNY-ra található magyarmecskei vagy a Sümeg környéki nagygörbői, nagy vezetőképességre utaló, kör alakú anomáliák.

A tellurikus térképek megszerkesztésével gazdagodott a magyarországi geofizikai paraméterterképek köre, ami a földtani információ túl bővíti a területi integrált értelmezés lehetőségeit is.

A Geofizikai Közlemények fent említett kötetei tanulmányaikkal páratlan színvonalú és tartalmú reprezentánsai a tellurikus szakirodalomnak.

A 70-es évek közepétől az egyre jobb műszerekkel végrehajtott digitális magnetotellurika fontos szerepet kapott a KFH által finanszírozott regionális kutatásokban. Így például a „Földtani Alapszelvények”, a „Kisalföld Komplex Kutatása”, az „É-magyarországi medence területek kutatása”, a „Somogy–Baranya” programokban, a „DANREG” osztrák–szlovák–magyar együttműködésben, vagy a GGKI és ELGI által elnyert, — az OTKA által támogatott — kéreg- és köpenykutatásokban. Eredményeivel hozzájárult a medencealjzat belső szerkezeti viszonyainak tisztázásához, a szerkezeti egységek határainak megállapításához, a kéregkutatásban és a szeizmikus veszélyeztetettséggel kapcsolatos kutatásban a komplex értelmezés fontos eleme lett. Kiemelhetők az újabb 2-D-s feldolgozású eredmények, mint pl. a korábban sokat vitatott Rába-vonal egyértelmű kimutatása, vagy a Bécsi-medencében a Mur–Mürz szerkezeti vonal MT leképezése [NEMESI et al. 1997].

2. A földkéreg és felső köpeny geoelektromos kutatásának első hazai eseményei a GGKI relatív tellurikus frekvenciaszondázásai voltak, amelyek először utaltak a kéreg vezetőképesség-anomáliáira [ÁDÁM, VERŐ 1964]. Az ezt követő magnetotellurikus szondázások már kezdetben új eredményekhez vezettek az asztenoszféra helyzetével kapcsolatban. A mérési és adatfeldolgozási technika fejlődésével és a mérések számának növekedésével az eredmények egyre jobban kikristályosodtak. A magnetotellurikus mérés-

sek a litoszférában több vezetőképeség-anomáliát fedeztek fel [ÁDÁM 1965].

Az ÉNY-dunántúli vezetőképeség-anomáliát először a GGKI tellurikus frekvenciaszondázásai indikálták, majd az ME-GT olajipar által megrendelt magnetotellurikus szelvénye tárta fel mintegy 4–5 km mélységben a Dunántúli-középhegység ÉNy-i előterében a nagy vastagságú mezozoós képződmények alatt [TAKÁCS 1968]. A GGKI — majd később az ELGI — magnetotellurikával és speciális módosulataival (Wiese-vektorok) részletesen kutatták az anomália területét [VARGA 1987; WALLNER 1977]. A mintegy 300 szondázás eredményét elemezve megállapítást nyert, hogy a vezetőképeség-anomália két részből áll: feltehetően paleozoós jólvezető réteg és a tektonikailag legyengült zónákban az ebből kiágazó dike-ok. Az adatok inverziója három nagy dike-rendszert mutatott ki, melyek közül a középső széles zóna szoros kapcsolatot mutat a bright spotokkal. Ezért a nagy horizontális vezetőképeséget okozó grafit mellett a folyadék szerepét — grafit szállítás — is ki kell emelni az anomália létrejöttében. E képlékeny anyagoknak jelentős szerepük lehet a Dunántúli szeizmicitásának alakulásában [ÁDÁM 2001a; 2001b].

A Pannon-medencében egy kb. 80 km-es MT szelvény részletes statisztikus vizsgálata arra utal, hogy a középső/alsó kéregben mintegy 17 km körül egy jólvezető réteg található. Az orogén területek jellemzője, hogy nagyobb hőmérsékleten dehidratációval folyadék szabadul fel, amelyet egy impermeabilis réteg csapdázhat [ÁDÁM, LANDY, NAGY 1989].

A magnetotellurikus mérések egyik első eredménye volt, hogy az asztenoszféra a Pannon-medence alatt a nagy hőárammal összhangban mintegy 60 km mélységbe emelkedik. Az asztenoszféra a Pannon-medence közepéről egyértelműen elmélyül a peremek, a Kárpátok és az Alpok felé. A Békési-árok extenziós területén a szeizmikával együtt a MT is valószínűsítette a köpeny intrúzióval együtt az asztenoszféra megemelkedését [ÁDÁM 1978; ÁDÁM et al. 1996].

A felső köpenyben levő fázisátmenetek 400 és 670 km-en szintén vezetőképeség-növekedéssel járnak, amelyeket kedvező esetben magnetotellurikus és magnetovariációs mérésekkel ki is mutattak [SEMENOV et al. 1997].

HIVATKOZÁSOK AZ 1. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A. 1965: Einige Hypothesen über den Aufbau des oberen Erdmantels in Ungarn. *Gerlands Beitr. zur Geophysik* **74**
- ÁDÁM A. 1978: Geothermal effects in the formation of electrically conducting zones and temperature distribution in the Earth. *Physics Earth Planet. Interiors* **17**
- ÁDÁM A. 2001a: Relation of the graphite and fluid bearing conducting dikes to the tectonics and seismicity (Review on the Transdanubian crustal conductivity anomaly). *Earth, Planets, Space* **53**
- ÁDÁM A. 2001b: Deep tectonics under the thick limestone in NW Transdanubia by means of magnetotellurics. *Acta Geol. Hung.* **44**
- ÁDÁM A., LANDY K., NAGY Z. 1989: New evidence for the distribution of the electric conductivity in the Earth's crust and upper mantle in the Pannonian Basin as a "hotspot". *Tectonophysics* **164**

ÁDÁM A., SZARKA L., PRÁCSER E., VARGA G. 1996: Mantle plumes or EM distortions in the Pannonian Basin? (Inversion of the deep magnetotelluric (MT) soundings along the Pannonian Geotraverse). *Geophysical Transactions* **40**

ÁDÁM A., VERŐ J. 1964: Ergebnisse der regionalen tellurischen Messungen in Ungarn. *Acta Technica* **47**, 1–2

MADARASI A. 2001: Kelet-Magyarország tellurikus vezetőképeség térképe. ELGI, Cartographia Kft.

NEMESI L., HOBOT J., VARGA G., DRASKOVITS P., CSÖRGEI J. 1981: A Tisza-vidék és a Tiszántúl mélyszerkezetének geoelektromos kutatása. *Geofizikai Közlemények* **27**

NEMESI L., SEFARA J., VARGA G., KOVÁCSVÖLGYI S. 1997: Results of deep geophysical survey within the framework of the DANREG project. *Geophysical Transactions* **41**

NEMESI L., VARGA G., MADARASI A. 2001: Telluric map of Transdanubia. *Geophysical Transactions* **43**

SEMENOV V. Y., ÁDÁM A., HVOZDARA M., WESZTERGOM V. 1997: Geoelectrical structure of the Earth's mantle in the Pannonian Basin. *Acta Geod. Geoph. Hung.* **32**

TAKÁCS E. 1968: Anomalous conductivity of the upper crust in the foreground of the Bakony Mountains. *Acta Geod. Geophys. Mont. Hung.* **3**

VARGA G. 1987: A dunántúli vezetőképeség-anomália vizsgálata. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1986. évi jelentése

WALLNER Á. 1977: The main features of the induction arrows on the area of the Transdanubian conductivity anomaly. *Acta Geod. Geoph. Mont. Hung.* **12**

2. A geoelektromos módszerek szerepe a szénhidrogén-kutatásban

1. Az 1963–1999 közötti időszakban az olajipar geofizikai kutatási tevékenységében alkalmazott geoelektromos módszerek, szerepe és felhasználásuk célja többször is megváltozott [NAGY 2002].

Az 1963–1973 közötti kezdeti évtizedben a tellurikus térképezés, valamint a szeizmikus vonalak mentén végzett VESZ sekélyszondázások domináltak [NAGY 1972].

A tellurikus mérések a szeizmikus mérések tervezéséhez, a szelvények optimális telepítéséhez szolgáltattak alapinformációt [LANTOS, NAGY, NEMES 1966]. Előfordult azonban, hogy a felszíni okok miatt nem kielégítő szeizmikus adatok következtében a tellurikus térképen kimutatott szerkezeti információk szolgáltattak alapul az eredményes kutatófúrás kitűzéséhez, mint Nagybakónak térségében a 80-as évek kezdetén.

A VESZ sekélyszondázások kedvezőtlen felszínközeli viszonyok mellett a szeizmikus robbantási mélységek megválasztásához nyújtottak segítséget.

A mesterséges áramterű frekvenciaszondázások (FRSZ), majd a korszerű jelrögzítési technológiákkal végzett MT mérések bevezetésével egyrészt jelentősen bővültek, pontosabbá, részletesebbé váltak a földtani információk, másrészt a szénhidrogén-kutatás szempontjából specifikus, új ismeretekre is lehetett jutni. Részben emiatt, részben a geoelektromos kutatás volumenének a szeizmikához viszonyított kis részaránya következtében, a geoelektrika felhasználása speciálisabb feladatokra irányult, az ún. komplex kutatások — vagy későbbi megnevezéssel az integrált értelmezés — célkitűzéseivel [KOVÁCS et al. 1973; KARASNÉ, NAGY, PÁZSITNÉ 1977]. Ilyen célokra természet-

tesen a már korábban mért tellurikus eredményeket is felhasználták, először pl. a Makói-árok területén, ahol még a Hód-I. fúrás lemellyítése előtt, a részben kérdéses szeizmikus eredmények helyes értelmezéséhez a tellurikus adatok használható támpontot jelentettek a 6 km-nél nagyobb üledékvastagság bizonyításához.

A magnetotellurika szerepe a regionális szelvények és a kiterjedt területi hálózatok méréseiben, valamint az aljzat felszíne alatti, mélyebb tartományból származó információk szerzésében volt domináns. A frekvenciaszondázások folyamatos, részletező szelvénymerést biztosítottak kb. 5 km mélységtartományban.

Ezek a mérések egyrészt a kedvezőtlen szeizmikus adottságú területek — például vastag vulkáni takaró az aljzat felett — földtani modelljének jobb megismeréséhez járultak hozzá, mint pl. a somogyi kutatási térségekben. Másrészt — főleg a magnetotellurika nagy lehatolási képességét kihasználva — a harmadidőszaki összlet aljzatának felszíne alatti mélységtartományból eredményeztek újabb információkat. Így például a Kisalföld keleti peremén az aljzat takarós szerkezetének megismerését, vagy a Duna-Tisza közén, Kiskunhalas térségében a mezozoós korú, aljzati kis ellenállású képződmények kimutatását — amelyek a szénhidrogén-kutatás számára potenciális anyaközetként voltak értelmezhetők — eredményezték [NAGY 1981; DZWINEL, NAGY 1985].

A nyolcvanas évek közepe — külföldön felismert geokémiai-geofizikai hatásmechanizmusok alapján — egy paradigmaváltás kezdetét jelentette, mind az MT, mind az FRSZ módszernek a szénhidrogén-kutatásban betölthető szerepét illetően. A CH-telepekhez kapcsolódó másodlagos migráció a geoelektrika által kimutatható elektromos vezetési anomáliák okozója. Ez a sokáig vitatott „direkt detektálás” lehetőségét alapozta meg, ami azonban a 90-es évek során már elfogadottá vált. A direkt detektálás hazai lehetőségének első bizonyítéka az volt, hogy egy lengyel kutatócsoportnak az OKGT számára Kelet-Magyarországon végzett speciális elektromágneses (WEGA-D) méréseivel Sáránd és Kokad térségében kimutatott telepanomáliáját produktív kutatófúrások igazolták. Ezt követően a MOL Rt. több más geoelektromos direkt kutatási projekt eredményeit használta fel a 90-es évek folyamán szénhidrogén-kutató tevékenységében [DZWINEL, NAGY 1985; NAGY 1997].

2. Az ELGI tellurikus méréseinek nagyobb része és magnetotellurikus méréseinek is jelentős hányada a kőolajipar megrendelésére készült, amit nyilvánvalóan az olajipari kutatási koncepciók szabtak meg. A 80-as évek első felében a CH-telepanomáliára alapozva gázlencsék lehatárolását végezték FRSZ és GP mérésekkel [ERKEL, CSÖRGEI 1984].

HIVATKOZÁSOK A 2. FEJEZETHEZ

- DZWINEL J., NAGY Z. 1985: New achievements of field application of the WEGA-D system. EAEG Meeting, Budapest
- ERKEL A., CSÖRGEI J. 1984: Szénhidrogén-kutatás geoelektromos módszerekkel. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1983. évi jelentése
- KARASNÉ T. ZS., NAGY Z., PÁZSIT I-né1977: A magnetotellurikus módszer új lehetőségei a digitális technika alkalmazásával. Magyar Geofizika **XIII**, 2

- KOVÁCS F., NAGY Z., SZANYI B., VÁNDOR B. 1973: Geofizikai adatok integrált értelmezése. Magyar Geofizika **XIV**, 5–6
- LANTOS M., NAGY Z., NEMES I. 1966: A komplex geoelektromos módszer alkalmazásának tapasztalatai a Bugyi–Nagykátai rög-vonulat területén. Magyar Geofizika **VII**, 2–3
- NAGY Z. 1972: Geoelektromos mérések. In: A felszíni geofizikai kutatás 20 éve a kőolajiparban. GKÜ kiadás
- NAGY Z. 1981: A felszíni elektromágneses kutató módszerek helyzete és fejlődése, alkalmazásuk újabb eredményei a hazai szénhidrogén-kutatásban. Magyar Geofizika **XXII**
- NAGY Z. 1997: Szerkezetkutatás és direkt detektálás: A geoelektromágneses szondázások paradoxona. Publ. Uni. of Miskolc. Series A Mining **52**, 1
- NAGY Z. 2002: A hazai kőolajipari geofizika geoelektromos kutatási tevékenysége (1963–1999). In: A felszíni geofizikai kutatás 50 éve a kőolajiparban. GES kiadás

3. A geoelektromos módszerek szerepe a bauxitkutatásban

A hazai bauxitgeofizikának — amely a nemzetközi élvonalba tartozott — meghatározó szerepe volt geoelektromos kutatásaink történetében. Több egyenáramú szelvényező eljárás kifejlesztésén eredményezte és lehetővé tette új elektromágneses módszerek hazai bevezetését. Ezen a területen alakult ki a vállalatok és a földtani-geofizikai kutatásokat végző intézetek legszorosabb együttműködése, a fúrási és a geofizikai kutatás optimális összhangja, egymásra épülése. A fúrások költségének mintegy 20%-át a geofizikára fordították. Mindez szükségessé tette a számítógépes feldolgozás intenzív fejlesztését, a kutatásirányítás rendszerének megalkotását is.

A geofizikai kutatást az kényszerítette ki, hogy bauxitlehelyeink modelljei meglehetősen bonyolultak. A geofizika számára kedvező telepes kifejlődés mellett gyakori típus a kis kiterjedésű bauxittest, amely tektonikai árkot, vagy karsztvíznyelőt tölt ki, sokszor jelentős vastagságban. Ehhez járul még helyenként a fedő eocén mészkő árnyékoló hatása [SZABADVÁRY 1987; SZABADVÁRY, NYERGES 1995].

A hazai bauxitkutatásban már 1950-ben — amikor a kibúvások túlnyomó többségét már ismerték és a fedő rétegek alatti kutatás kezdődött — felismerték a geofizika szükségességét. 1951–53 között a MASZOBAL bauxitkutató expedíciója kezdetleges módszertani megalapozással, műszerezettséggel és kiértékelési lehetőséggel vertikális elektromos szelvényezésekkel próbálkozott.

Az ELGI első, kifejezetten bauxitkutatási céllal végzett munkájáról — a Sümeg környéki VESZ mérésekről — 1957-ben írtak jelentést. Ezt követően évekig csak alkalmoszerűen fordult elő egy-egy ilyen megbízás, pl. 1962-ben a Bakonyban, 1966-ban Óbarok, Vázsonypusztá és Nyirád környékén [SZABADVÁRY 1962; SZABADVÁRY, SZABÓ 1964; SZABADVÁRY 1966].

1966-tól azonban a KFH megbízásából rendszeressé vált és csaknem két évtizeden át folyt a Dunántúli-középhegység és peremvidékeinek rendszeres komplex geofizikai kutatása. Alapvető célja a belső medencékben és a peremvidékeken a triász–jura aljzat mélységének, szerkezeti formáinak 1:25 000-es léptékű megkutatása volt. A „medencealjzat-térképezés” jó kiindulópont volt a regionális fúrásos szén-, bauxit- és uránkutatás tervezéséhez. A

komplex kutatás gravitációs — néha mágneses — felmérésből, hálózatos refrakciós szelvényezésből és szelvény menti VESZ mérésekből állt. A bauxitkutatás szempontjából az integrált értelmezés alapján el lehetett különíteni a 400 m-nél nagyobb aljzattmélységű területeket — nagyobb mélységből nem volt lehetséges a bauxit kitermelése — és a szondázásokkal le tudták határolni a nagy ellenállású karbonátos aljzat — ahol bauxit képződhetett — elterjedését. Ily módon a fúrásos kutatás reménybeli területeit nagymértékben csökkenteni tudták [OTTLIK, SZABADVÁRY 1971]. Egyes területeken azonban az eocén mészkő árnyékoló hatást fejtett ki [JÓSA 1967], továbbá a tektonika és a karsztosodás miatt az aljzat és a bauxit közetfizikai paraméterei megváltozhatnak.

1969-ben felismerték, hogy az eddig alkalmazott módszerek túl drágák és túl durvák az elsősorban fontos, közepes — 50–200 m — aljzattmélységű területeken, ahová a részletesebb kutatást tervezték. Világossá vált, hogy a bauxitkutatás csak többféle geofizikai módszer együttes alkalmazásával és komplex értelmezésével, új geoelektromos módszerek kifejlesztésével vagy bevezetésével lesz megoldható. 1970-ben a Vértes belső medencéiben és peremén, 1971-től a bakonyoszlói bauxit-előforduláson sikerrel alkalmazták a potenciáltérképezést (PM), mint erre a mélységre és erre az ellenállásmodellre jó felbontóképességű, gyors és gazdaságos eljárást [KAKAS, SZABADVÁRY 1971; 1972]. Ekkortól beszélhetünk „geofizikai mérésekkel előkészített” fúrástelepítésről. A fúrástelepítés igényeivel a műszerfejlesztés — GE-P2, GE-P4, GE-27 — és az elméleti megalapozás is — invariáns vezetőképesség — lépést tudott tartani. 1973-tól kifejlesztették a potenciáltérképezés „fúrások utáni” változatát is a már megütött bauxittest lehatárolására (felszín-fúrólúkelektrodás gradiens-térképezés, FFG). A 80-as évek elején pedig kidolgozták a fúrás-fúrás közötti egyenáramú átvilágítás — BFG — módszerét is [SIMON 1974; 1982].

A szovjet–magyar bauxit–alumínium egyezmény egyre növekvő készletigényeit a Bauxitkutató Vállalat elsősorban a felszínközeli bauxittelepek kutatásával és az évi 100 km-es fúrásteljesítmény elérésével kívánta kielégíteni. A gazdaságos és nagytömegű fúrástelepítéshez, a meddő fúrások számának csökkentéséhez gyors és megbízható geofizikai előkészítést kellett biztosítani. Ehhez egyrészt új, nagy felbontóképességű, elektromágneses módszereket alkalmaztak a megfelelő műszerek beszerzése után. Másrészt meg kellett gyorsítani az adatfeldolgozást, beleértve az értelmezés integrációját a BKV és az ELGI szervezeti egységei között. Az áttörést az iharkúti és bakonyoszlói előforduláson végzett munkák jelentették. 1974 őszén VLF ellenállás-térképezéssel 3 nappal hamarabb mutatták ki az Iharkút-I. bauxittest határát, mint az első peremi fúrás [KAKAS et al. 1976]. Később több mint 10 bauxittestet detektáltak geofizikai módszerekkel, jóval a fúrások előtt. 3 éven át folyamatosan ki tudták szolgálni az erőltetett fúrástelepítés igényeit. A zárójelentés adatai szerint minden, geofizikai mérésre fordított 1 Ft a fúrásos kutatás költségeit 26 Ft-tal csökkentette. Hasonlóan sikeres volt a bakonyoszlói kutatás is, ahol elsősorban FFG és PM méréseket használva, 1976-tól éveken át folytatták a terepi számítógépekkel támogatott „dinamikus fúrástelepítést” [REZESSY, SZABADVÁRY, TÓTH 1981].

Az elért földtani és gazdasági eredmények lehetővé tet-

ték újabb eljárások alkalmazásának és fejlesztésének folytatását. Így került sor a többfrekvenciás TURAM térképezés bevezetésére. A VLF mérés nagyon jól bevált a felszínközeli kutatásánál. A nagyobb mélységekre pedig a két legsikeresebb elektromágneses szondázó eljárás a Maxi-Probe és a tranziens szondázás volt. Az előbbi igen jó vertikális felbontóképessége, az utóbbi gyorsasága és az oldalhatásokkal szembeni érzéketlensége miatt jutott meghatározó szerephez. Az 1980-as években ezekkel a módszerekkel a megfelelő földtani modelleknél már gondolni lehetett magának a bauxittestnek a lehatárolására, szerkezeti felépítésének kimutatására [FARKAS, SZABADVÁRY 1986; BALOGH et al. 1986]. A 80-as évek végén azonban a mélyszinti bauxit-előfordulások kutatását a felszínhez közeli kutatása váltotta fel, így a tranziens módszer ezen a területen már nem nyert a Maxi-Probe módszeréhez hasonló, nagyobb volumenű alkalmazást.

1988–92 között a felszínközeli kutatást — a korábbi VLF mérések helyett — külföldi együttműködéssel a nagy területek gyors bemérését lehetővé tevő légi elektromágneses mérésekkel végezték. Ezekkel a perspektivikus és meddő területeket — a mintegy 10 m mélységi intervallumban — korszerű számítógépes értelmezési és képfeldolgozási módszerekkel a fajlagos ellenállás alapján el lehetett különíteni [BALOGH et al. 1990; BODROGI et al. 1992].

1990-ben a Bauxitkutató Vállalat geofizikai és geodéziai részlegéből megalakult a Terratest Kft., ahol azután már csak alkalmanként végeztek sekélymélységű kutatásokat.

A bauxitbányászatban a műveléshez kapcsolódóan is folytak bányabeli geoelektromos mérések. 1970 elején a Bauxitkutató Vállalatnál bánya-geofizikai csoport kezdett működni. A vágat alatti bauxitfekü domborzatának, vagy a fekében haladó feltáró vágatok fölötti ércfekü megismerésére, továbbá tektonikai, ércminősítési céllal több alkalommal végzett különböző módszerfejlesztési — kísérleti, egyenáramú és rádiófrekvenciás méréseket az ELGI, a MÉV és az ME-GT [KAKAS, NYERGES, SZABÓ 1975; ERDÉLYI et al. 1984; YI et al. 1989].

1993-tól a bauxitgeofizika gyakorlatilag megszűnt. Módszer- és műszerfejlesztési eredményeire azonban ma is szükség van és biztosítják az azóta előtérbe került mérnök-geofizikai, környezetvédelmi hazai és külföldi feladatok ellátását.

HIVATKOZÁSOK A 3. FEJEZETHEZ

- BALOGH Gy., CSATHÓ B., GYÖRGY T., PRÁCSER E., SZILASI Gy., TÓTH Cs. 1990: Légi geofizikai mérések alkalmazása a bauxitkutatásban. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1988–89. évi jelentése
- BALOGH Gy., KAKAS K., PRÁCSER E., SÖRÉS L., ÚJSZÁSI J. 1986: Példák a tranziens mérések felhasználására. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1985. évi jelentése
- BODROGI M., CSATHÓ B., GULYÁS Á., KISS J., SZILÁGYI I. 1992: A légi geofizikai mérések földtani értelmezése. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- ERDÉLYI T., GÉRESI Gy., NYERGES L., SZABÓ J. 1984: Resistivity profiling in mine galleries and its application to production planning in the Halimba III bauxite mine. *Geophysical Transactions* 30, 3

FARKAS I., SZABADVÁRY L. 1986: Bauxitgeofizikai előkutatás 1981–1985-ben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1985. évi jelentése

JÓSA E. 1967: Geoelektromos ellenállásmérés a Bakony É-i peremvidékén. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1966. évi jelentése

KAKAS K., NYERGES L., SZABÓ J. 1975: Bányavágatok alatti bauxitfekü kutatása geoelektromos mérésekkel. BKL Bányászat **108**, 8

KAKAS K., NYITRAI T., REZESSY G., SIMON A., SZABADVÁRY L. 1976: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1975. évi jelentése

KAKAS K., SZABADVÁRY L. 1971: Komplex geofizikai kutatások a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1970. évi jelentése

KAKAS K., SZABADVÁRY L. 1972: Komplex geofizikai kutatások a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1971. évi jelentése

OTTLIK P., SZABADVÁRY L. 1971: Geophysics in bauxite prospecting. Proceedings of the second Int. Symp. of ICSOBA, 2

SIMON A. 1974: Geoelektromos módszer- és műszerkutatás (FFG). A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1973. évi jelentése

SIMON A. 1982: Fúróluk-elektrodás felszíni mérések. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése

SZABADVÁRY L. 1962: Geoelektromos mérések az Északi-Bakonyban. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1961. évi jelentése

SZABADVÁRY L. 1966: A Vértes hegység peremén (Mány-Zsámbék környékén) végzett geoelektromos kutatás tapasztalatai. Földtani Kutatás **9**, 3

SZABADVÁRY L. 1987: Bauxite exploration in Hungary. Geophysics **52**, 8

SZABADVÁRY L., NYERGES L. 1995: A magyar bauxitgeofizika története. Magyar Geofizika **36**, 3

SZABADVÁRY L., SZABÓ M. 1964: Geoelektromos bauxitkutató mérések a Bakony hegységben. Geofizikai Közlemények **13**

REZESSY G., SZABADVÁRY L., TÓTH Cs. 1981: Előzetes és részletes bauxitkutatás a Bakony hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése

YI Y., ZHOU H., KIRÁLY E., SIMON A. 1989: Rádióhullám átvilágító mérések a bauxitkutatásban. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1987. évi jelentése

4. A geoelektromos módszerek szerepe a szénkutatásban

Az MGSZ (ELGI) geofizikai adattárában 300-nál több szénkutatási tárgyú jelentést őriznek. Ezeknek mintegy a fele elektromos méréseket is tartalmazó komplex kutatásról számol be. Az első ilyen jelentések 1954-ből valók (Pusztavám, Vasas-II.).

A Mecsek és a Villányi-hegység rendszeres geofizikai kutatása 1953-ban kezdődött. Célja kezdetben szénkutatás volt, majd 1956-tól fokozatosan az uránérc-tartalmú permi homokkő került a figyelem előterébe. A módszerek között szerepelt a geoelektromos is. Eredményessége az akkori műszerezettség az alaphegység mélységétől függött.

A nagy előrelépést a Dunántúli-középhegység és peremi medencéinek a 60-as évek közepén indult és mintegy 25 éven át tartó, KFH finanszírozású, komplex geofizikai

kutatása jelentette. Kezdeti feladata a harmadkori medence aljzatának 500 m-nél kisebb mélységénél a bauxitra és szénre perspektivikus területek lehatárolása volt. A gravitációval, szeizmikus refrakcióval és VESZ-szel végzett 1:50 000 és 1:25 000 léptékű térképezés megbízhatóan mutatta a peremi és belső medencék szerkezetét, mélységi tagozódását és így megalapozta az alapterep jellegű szén-előfordulások előkészítő kutatását (Szápár–Mór, Sümeg–Ajka, Gerecse, Bicskei-medence). A lehatároló nagy szerkezeti vonalak kimutatásánál jól bevált a potenciáltérképezés, mint Lencsehegy vagy a Gerecse belső — pl. a Héreg–Tarján-i — medencéi esetében. A szénelőfordulások belső tagolására azonban csak a reflexiós mérések voltak alkalmasak [SZABADVÁRY 1980; SZABADVÁRY, REZESSY 1976].

Az 1975–1989 közötti korszakot a nagy köszénkutatási programok — szenon és eocén program — jellemezték. Az időszak elején a nagy készletek felkutatása, később a karsztvízveszély megítélése, végül a romló gazdasági helyzet miatt a kis beruházással megnyitható, külszínről művelhető köszénletelepek felderítése volt a feladat. Az Ajka II., Oroszlány–Bokod–Pusztavám, Bicske–Nagyegyháza–Mány kutatási területen a geológus, geofizikus, bányász szakemberek szoros együttműködésével a geológiai-geofizikai és a fúrásos kutatás hatékony egymásra épülése valósult meg a számítógépes kutatásirányító rendszerrel támogatva [SZABADVÁRY 1982].

1980-tól a Maxi-Probe szondázás lett a geoelektromos kutatás vezető módszere, amely az alapterep és a köztesletelep típusú előfordulásoknál egyaránt nagymértékben kiváltotta a drágább reflexiós méréseket. Az előbbieknél ugyanis alkalmasabb volt a medenceterületek részletes belső tagolására. Nehezebb feladat a köztételep jellegű szénkutatás, amikor a szenes összlet közelében nincs geoelektromos vezérszint. Ilyen a kréta–szenon Ajka II. szénelőfordulás is. Az eredményes kutatáshoz a rétegsor tagolását biztosító módszerre volt szükség. Erre is alkalmas a Maxi-Probe frekvenciaszondázás és így ebben az esetben is sikerrel egészítette ki a reflexiós szeizmikus méréseket [REZESSY 1982; REZESSY, TÁBORSZKY 1984; REZESSY, SÖRÉS 1990].

A bányatervezést szolgáló részletező, a szénvagyont pontosító, a tektonikai elemek és a karsztvízveszély megismerését célzó mérésre jó példa a Zsámbék-É területi mérés a 80-as évek végén. Ebben az időben alkalmazták a fúrások közötti rétegvizelés módszerét is [BRAUN 1990].

A kis mélységű középhegységi belső medencék szénkutatásainál — Várgesztes, Mindszentpuszta, Öskü — a bauxitkutató geoelektromos módszeregyüttest alkalmazták sikerrel [REZESSY et al. 1992].

Más területek szénkutatásánál kisebb volumenű volt a geoelektromos mérések részaránya, illetve a helyi bányavállalatok néhány fős geofizikai csoportjai végeztek saját műszereikkel alkalmi méréseket [VERBŐCI 1983; TÖRÖS 1985; EGERSZEGI, MOLNÁR 1986].

Az ME-GT VESZ, 50 Hz-es és frekvenciaszondázási mérésekkel végzett vetőkutatást és a rétegek felszakadást követő megfigyelést a Borsodi és a Mecseki Szénbányánál [TAKÁCS 1983].

Néhány korábbi kísérlet után a nagymértékben gépesített bányaművelés folyamatosságának biztosítása érdekében a 70-es években indultak el a bányabeli mérések, amelyekhez

rövid idő alatt jelentős módszer- és műszerfejlesztésre volt szükség [AUER 1955; SZABÓ, BARANYI 1966; DOBRÓKA et al. 1990].

A geoelektromos módszerek alkalmazását a szénbányákban az ME-GT-n kifejlesztett egyenáramú telep- és vágatszondázás, telepátvilágítás, valamint a bányabeli frekvenciaszondázás és értelmezési eljárásaik kidolgozása, a speciális műszerek elkészítése tette lehetővé. Kiemelendő az elektromos és szeizmikus mérések együttes inverziójának bevezetése [CSÓKÁS, GYULAI, ORMOS 1979].

Többször előforduló feladat volt a célt tévesztett felszíni fúrások helyének megkeresése bányavágatokból [CSÓKÁS, TAKÁCS 1976].

A 90-es évek elején a szénbányászat leépítésével mind a felszíni, mind a bányabeli kutatások fokozatosan megszűntek. A kutatás módszerei azonban a mérnök-geofizikai és környezet-geofizikai kutatásokban ma is hasznosíthatók [BARÁTH et al. 1992].

HIVATKOZÁSOK A 4. FEJEZETHEZ

- AUER V. 1955: A karsztvíz, mint geofizikai probléma. *Bányászati Lapok* **88**, 1
- BARÁTH I., GYULAI Á., HERMAN L., REZESSY G. 1992: Adalékok a szénbányászatban alkalmazott geofizikai kutatások történetéhez. *Magyar Geofizika* **36**, 2
- BRAUN L., MOLNÁR I., REZESSY G., SZÖRÉNYI Z. 1990: Részletes barnaköszén kutatás a Zsámbék-Észak területen. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1988–89. évi jelentése
- CSÓKÁS J., GYULAI Á., ORMOS T. 1979: Spezielle Probleme und Ergebnisse der Angewandten Geophysik in Bergbau. *Freiberger Forschungshefte C* 349
- CSÓKÁS J., TAKÁCS E. 1976: Elferdült fúrólukak helyének meghatározása bányatérsegekben. *NME Közleményei. Bányászat* **23**, 1
- DOBRÓKA M., GYULAI Á., ORMOS T., TAKÁCS E. 1990: A hazai bányageofizikai mérések helyzete a szén-, és bauxitbányászatban. *Földtani Kutatás* **33**, 1–2
- EGERSZEGI P., MOLNÁR D. 1986: A geofizika szerepe a borsodi szénbányászatban. *BKL Bányászat* **119**, 8
- REZESSY G. 1982: Eocén barnaköszén-kutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- REZESSY G., BODROGI M., BRAUN L., SZILÁGYI I. 1992: Köszén előkutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- REZESSY G., SÖRÉS L. 1990: Application of EM induction methods for coal and bauxite prospecting in Hungary. *Foreign Geoprospection Technology, Beijing*
- REZESSY G., TÁBORSZKY Gy. 1984: Barnaköszén-kutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1983. évi jelentése
- SZABADVÁRY L. 1980: Geofizikai módszerek alkalmazási lehetőségei a bányák tervezésében. *In: Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban. NIMDOK Bányai Szakirodalmi Tájékoztató*
- SZABADVÁRY L. 1982: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- SZABADVÁRY L., REZESSY G. 1976: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1975. évi jelentése

SZABÓ J., BARANYI I. 1966: Az egyenáramú és alacsonyfrekvenciás váltakozó áramú kutatási módszerek föld alatti alkalmazhatóságáról. *Bányászati Lapok* **2**

TAKÁCS E. 1983: Vetőkutatás felszíni elektromágneses mérésekkel a Szuha-völgyi Bányüzem területén. *Borsodi Műszaki Gazdasági Élet. Bányageofizika. Különszám*

TÖRÖS E. 1985: Geofizika a nógrádi bányászat szolgálatában. *BKL Bányászat* **118**, 7

VERBÓCI J. 1983: Bányageofizikai tevékenység a Mecseki Szénbányánál. *Földtani Kutatás* **26**, 2–3

5. A geoelektromos módszerek szerepe az uránkutatásban

Az olajipar után a legnagyobb geofizikai részlege az urániparnak volt. Széles skálájú kutatási módszerei között fontos szerepe volt a geoelektromosnak is [BARANYI, BERTA, VÁRHEGYI 1994].

Az uránkutatást szolgáló méréseknél különféle horizontális szelvényezéseket és mélyszondázást használtak. A vastag fedővel borított földtani szerkezetek kimutatására dolgozták ki a „geoelektromos szelvényezés” módszerét. Sokirányú laboratóriumi modellezés történt a geoelektromos mérések bányabeli alkalmazhatóságának tisztázására [SZABÓ, BARANYI 1964].

A műszereket illetően kezdetben a szovjet gyártmányú EP-1 potenciométert 1975-ig, ill. 1970-től 1985-ig az IKF-1 típusú műszert használták. A 70-es évek elejétől a VP-59 szovjet gyártmányú mérőállomással, — amely generátorral és fotoelektromos regisztrálással dolgozott — GP mérést is lehetett végezni. 1980-ig használták a svéd ABEM-Terramétert, majd 1981-től az ELGI Diapir 4005 műszerét.

1957–58-ban voltak az első saját kivitelezésű geoelektromos mérések Nagykovácsi térségében, ahol az ottani tórium ércindikáció és a karbonátos alaphegység szerkezetének kapcsolatát kutatták. Ennek keretében alakították ki a mérés és kiértékelés módszertani alapjait.

1959-ben a mecseki uránlelőhely környezetében a kis mélységben levő gránit és paleozoós képződmények területén voltak mérések, majd 1960-tól a Mecsec és a Villányi-hegység közötti területen a mélyebb medencérek felé is kiterjesztették a kutatást. 1962-re elkészítették a DK-Dunántúl első alaphegység-térképét [BARANYI, JÁMBOR 1962; BARABÁS et al. 1964].

Az eredmények alapján egyre nagyobb igény jelentkezett a geoelektromos mérésekre. Ezért 1959-ben külön geoelektromos csoportot hoztak létre, amely évekig 20–30 fős létszámmal működött. A geoelektromos mérések helyét mindig az uránkutatás aktuális feladatai szabták meg.

Így a Mecseken kívül a permii homokkőbeli uránindikációk nyomán 1959-től 1964-ig a Balaton-felvidéken a permii és alsó triász kőzetek [SZABÓ, SZY, BARANYI 1960] és a Velencei-hegység környékén a gránit fedőviszonyait kutatták. Kutatások folytak a Hévízi-medencében a felszíni radioaktív anomáliák nyomán. Évekig tartott a soproni-hegységbeli indikációkkal kapcsolatos kutatás.

1964-től már külső cégek is igényeltek geoelektromos méréseket. A 60-as és 70-es években nagy mennyiségű mérést végeztek a Bauxitkutató Vállalat és az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat megrendelésére különböző nyersanyagok kutatására (pl. Magyaralmás: bauxit,

Velencei-hegység: színesérc, Cserszegtomaj: festékkő és tűzálló agyag, Székesfehérvár: aplit, Tokaj-Hegyalja: kaolin stb.) [SZARKA 1968a; 1968b].

A színesérc-kutatásnál speciális elektróda-elrendezésű horizontális szelvényezéseket, valamint a természetes potenciál, a töltött test és gerjesztett polarizáció módszerét is alkalmazták. A bővülő metodika szükségessé tette egy technológiai szabályzat kidolgozását, amire 1967-ben került sor.

A 70-es évek közepétől a permi törmeléken összetett felfedezett radioaktív anomáliák miatt az Észak-Bükkre terelődött az uránkutatás figyelme [PAPP, SZARKA 1972].

A 80-as évek fő feladata a Mecsek környéki medencék komplex geofizikai kutatása volt, amiben nélkülözhetetlen volt a geoelektrika [VÁRHEGYI 1987].

Radioaktív anomáliákhoz kapcsolódóan geoelektromos mérések voltak még a Balaton környéki pannon képződmények [VÁRHEGYI 1982], a Duna-balparti rögök, a Szendrő-hegység, a bükki triász területén, valamint számos légi gammaspectrometriai anomália környezetében.

A MÉV geofizikusainak úttörő szerepük volt a geoelektromos módszerek bányabeli alkalmazásában [SZABÓ et al. 1970; SZABÓ, SZABÓ 1973]. A 80-as években előtérbe került a geoelektromos módszerek bányabiztonsági célú bányabeli alkalmazása [SZABÓ, GÉRESI 1983]. Ismételt egyenáramú potenciál és dipól-dipól, majd a ME-GT-vel együtműködésben multifrekvenciás dipól-dipól átvilágítási mérésekkel a feszültség-átrendeződés folyamatát vizsgálták a bányatérsegek környezetében. A mérésekkel, amelyeket más módszerek — szeizmoakusztika, szeizmika, radar átvilágítás, szeizmológiai észlelés stb. — eredményeivel integráltan értelmeztek, kimutatható volt a fejtések kőzetfeszültséget növelő hatása, a kőzet-tönkremenetel okozta vízesedés, és vizsgálni lehetett a bányabeli térkiképzés módjának hatását. A bányabeli geoelektrika bányabiztonsági szempontból legfontosabb eredménye a legmélyebb akna monitoring jellegű vizsgálata volt, amit injektálásos beavatkozás is követett. A mérések működő aknában a falba süllyesztett kábelrendszerrel és elektródákkal történtek.

1990-től a Kutató-Mélyfúró Üzem bezárásával, az Ércdúsító Üzem szervezeti átalakulásával a fent vázolt tevékenység jelentősen beszűkült, illetve átalakult. Az uránkutatás gyakorlatilag befejeződött és kialakult az urántermelés megszüntetésének menetrendje.

A nagy aktivitású hulladéktároló kutatás föld alatti kutatóvágatában 1993–98 között az időisméltéses geoelektromos méréseket a vágathajtás által „megzavart” zóna vizsgálatára alkalmazták.

Az uránbányászati rekultiváció során a kármentesítés tervezéséhez és ellenőrzéséhez is nagy tömegben alkalmaztak geoelektromos módszereket. A zagytározók okozta sószenyeződés nagy területen és mintegy 100–200 m mélységig volt kimutatható, ami sokéves monitoring tevékenységet alapozott meg. Az itt alkalmazott multi-elektrodás módszer a kármentesítés építési munkálatai és a tározók stabilitás vizsgálatánál is kiválóan használható. Ezekben a munkálatokban a MECSEKÉRC Rt. szakmai irányításával az ELGI, a KBFI-TRIASZ Kft. és a GEO-S Bt. munkatársai vettek részt [BERTA et al. 2001].

BARABÁS A., BARANYI I., JÁMBOR Á., SZABÓ J., SZÉNÁS Gy. 1964: A Mecsek és a Villányi-hegység geofizikai kutatásának eredményei. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1963. évi jelentése

BARANYI I., BERTA Zs., VÁRHEGYI A. 1994: Geofizika a hazai uránkutatásban. Magyar Geofizika **35**, 1

BARANYI I., JÁMBOR Á. 1962: A komplex geofizikai kutatások és geológiai vizsgálatok eredményeinek felhasználása a DK-Dunántúli területén az alaphegység kutatásában. Magyar Geofizika **3**, 3–4

BERTA Zs., CSICSÁK J., FÖLDING G., KOVÁCS A., MENYHEI L., VARGA M., VÁRHEGYI A. 2001: Geofizikai módszerek alkalmazása uránipari zagytározók tájrendezése során. A geofizika szerepe a hatékony környezetvédelemben. Tudományos konferencia. MTA GTB–MGE

GERZSON I. 1997: A magyarországi uránipar égisze alatt végzett földtani kutatási munkák 1953–1989. Magyar Geofizika **38**, 2

PAPP J., SZARKA R. 1972: Geoelektromos és mágneses kutatás a Bükk-szentkereszt-i területen. J 0800

SZABÓ I., SZY D., BARANYI I. 1960: Jelentés a Badacsonyi–Salföld területen 1959-ben végzett földtani, radiológiai és geoelektromos kutatásokról. J 0048

SZABÓ J., BARANYI I. 1964: Modelirovaniye zadacs podzemnoj elektrorazvedki metodom szoprotivlenij. I.V.U.Z. 12

SZABÓ J., GÉRESI Gy. 1983: Módszer bányabeli körülmények között a térben lejátszódó kőzetmechanikai folyamatok elektromos úton történő vizsgálatára. Borsodi Műszaki és Gazdasági Élet. Bányageofizika különszám

SZABÓ J., SZABÓ L. 1973: Kőzetmozgás tanulmányozása geofizikai módszerekkel a Mecseki Ércbányákban. Magyar Geofizika **XIV**, 2

SZABÓ J., TIRKALA F., VIRÁGH P., BUZÁSI L. 1970: Bányabeli geoelektromos vizsgálatok. Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat **103**, 8

SZARKA R. 1968a: Jelentés a Mátra hegységben 1967. évben végzett geofizikai mérések eredményeiről. J 0095

SZARKA R. 1968b: Jelentés a Velencei-hegységben 1967-ben végzett geofizikai mérések eredményeiről. J 0105

VÁRHEGYI A. 1982: Jelentés a Tapolcai-medencében 1981. évben végzett geoelektromos mérések eredményeiről. J 0949

VÁRHEGYI A. 1987: Jelentés a hidrogenetikus uránlelőhelyek kutatásának eredményeiről (Ny-Mecsek). J 2739

6. A geoelektromos módszerek szerepe az ércutatásban

Az érckutató geoelektromos mérések döntő többségét az ELGI végezte. A MÉV-GR-nek eléggé jelentős, az ME-GT-nek csak alkalmi érckutató megbízásai voltak [SZALAY 1996].

A vasérc és színes érc hazai kutatásának kezdeti időszakában várhatóan kis fajlagos ellenállásokra alapozva a direkt kimutatás reményével kezdték el alkalmazni a geoelektromos módszereket. A mágneses mérések kiegészítésére természetes potenciál — PS — és egyenáramú mélyszondázások történtek a 30-as évek végén, Rudabányán vasércet, Szabadbattyán környékén galenit ércet kutatva. Ezek azonban nem hoztak eredményt.

Hosszabb szünet után 1952 és 1954 között volt újból ércutatás. A kimondottan érc kutatására kifejlesztett

Turam és Slingram indukciós mérésekből, továbbá Wenner elrendezésű szondázásokból és PS mérésekből álló módszer-együttessel hidrotermális, szulfidos érceket kutattak Szabadbattyán, Székesfehérvár, Pátka, Kőszárhegy térségében, a Kőszegi-hegységben Velem, a Mátrában a Lahóca hegy környékén és Recskben, valamint a Börzsönyben. Úrkút, Eplény, Lókút vidékén mangánt kutattak. Rudabányán is voltak mérések. Ezek a kutatások, bár anomáliákat jeleztek, nem hoztak átütő sikert.

Az érckutatás geoelektromos módszertanának kialakítása a Börzsöny-hegységbeni mérések tapasztalataira épült, ahol 1954-ben határozott természetes potenciál minimumokat találtak a rózsabányai ércesedés fölött és egy bányászatilag még nem kutatott területen is [SZALAI 1954; SZABÓ 1967].

Nagyobb volumenű komplex földtani, geokémiai és geofizikai kutatás a KFH finanszírozásával azonban csak 1966-ban indult újra, a MÁFI-val szoros együttműködésben. A kutatási szemléletben fordulópontot jelentett, hogy 1961-ben, majd 1967-ben Recsk–Parádfürdő környékén ércföldtani megfontolások és a szeizmika alapján fúrásokkal mélyszinti ércelőfordulásokat fedeztek fel, ami indokoltá tette az érckutatás kiterjesztését, illetve felújítását más vulkáni hegységek területén is.

A kutatás stratégiája emiatt a Börzsönyben is módosult. Az érckutatásban is a szerkezetkutató szemléletre tértek át a direkt indikálás óhaja helyett [ERKEL et al. 1970]. Az egész hegység mélyszerkezetének, a kitérés centrumoknak, karbonátos aljzat esetén az esetleges szkarnos ércesedésnek előkutatási vizsgálata nagy kutatási mélységű módszerekkel kezdődött. A kimondottan szerkezetkutató horizontális egyenáramú szelvényezések, mélyszondázások az időközben kifejlesztett műszerezettséggel és számítógépes feldolgozással állandó részévé váltak az érckutatási módszer-együttesnek. Az AB=8 km-es VESZ terítések telepítése — esetenként magas hegygerinceken át — nehezen volt megoldható. A 70-es évek közepétől azután az egyenáramú mérések mellett használták a jobb felbontású, az árnyékolásra sem érzékeny és könnyebben telepíthető mesterséges és természetes áramterű frekvenciaszondázásokat.

Az érckutatás szempontjából a lényeges változást az hozta, hogy az ércesedés indikálásában fokozatosan a GP módszer vette át a PS térképezés szerepét. A 70-es évek intenzív módszer- és műszerfejlesztésének eredményeként a GP paraméterek messzemenően több információt tartalmaztak, mint a PS anomália. A 70-es évek elején még a látszólagos polarizálhatóságot, később a látszólagos polarizálhatóság és a látszólagos fajlagos ellenállás hányadosát használták paraméterként. A 70-es évek második felében pedig a lecsengési görbék exponenciális összetevőkre bontásával megkezdtek a GP anomáliák minősítését is. Ehhez a tapasztalatokat a magmintákon és ismert ércesedési típusú — pl. hintett és teléres ércesedés — területeken végzett mérésekkel szerezték [ERKEL, VERŐ 1979; ERKEL, KIRÁLY 1971]. A terepi alkalmazást a Diapir műszer megkonstruálása tette lehetővé. Korábban a GP mérésekhez a MARK-VII és a cseh GESKA műszereket használták.

Az érckutatás második, részletező fázisában a reményteljes területeken 25–50 m-es hálózatos GP és egyen- vagy váltóáramú térképező módszerekkel szűkítették le a valóban perspektivikus területeket.

Hasonló elvek alapján, hasonló módszerekkel és műszerezettséggel folyt Recsk és a Darnó-vonal környékének

1970–78, a Középső és Ny-Mátra 1981–86, a Velencei-hegység 1980–83 közötti kutatása [DIENES et al. 1979; MADARASI, SCHÖNVISZKY, VERŐ 1982; GYÖRGY et al. 1987; MADARASI et al. 1981].

Végeredményben ezek a kutatások a Mátrában — akár a felszínközeli Lahóca hegy környékére gondolunk, akár a recski mélyszinti ércesedésre, ahol 1200 m mély akna is elkészült — és a Börzsönyben is eredményesek voltak. Azonban mivel a réz világgiazi ára alacsonyabb volt, mint a Magyarországon kitermelhető érc önköltsége, a termelés nem indult meg. A vulkáni hegységeinket vizsgáló áttekinthető kutatási tevékenység a 90-es években megszűnt és a Tokaj–Zempléni-hegység komplex kutatására már nem kerülhetett sor.

HIVATKOZÁSOK A 6. FEJEZETHEZ

- DIENES E., GYÖRGY L., HEGEDŰS E., SZALAY I. 1979: Érckutató geofizikai mérések a Rudabányai-hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1978. évi jelentése
- ERKEL A., HOFFER E., MITUCH E., ZSILLE A. 1970: Komplex érckutatás geofizikai módszerekkel a Börzsöny hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1969. évi jelentése
- ERKEL A., KIRÁLY E. 1971: Anomália-minősítő GP mérések a Börzsöny hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- ERKEL A., VERŐ L. 1979: GP mérés fúrómagokon. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1978. évi jelentése
- GYÖRGY L., NEMESI L., PINTÉR A., SZALAY I., VARGA G., ZALAI P. 1986: A Közép- és Nyugat-Mátra érc- és szerkezetkutató eredményeinek összefüggései. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1985. évi jelentése
- MADARASI A., MAJKUTH T., PINTÉR A., VERŐ L. 1981: A Velencei-hegység geofizikai előkutatása. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- MADARASI A., SCHÖNVISZKY L., VERŐ L. 1982: Geofizikai kutatás Észak-Magyarországon. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1981. évi jelentése
- SZABÓ Z. 1967: Komplex geofizikai kutatás a Börzsöny hegységben. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1966. évi jelentése
- SZALAI M. 1954: Jelentés a Nagybörzsönyben végzett természetes potenciál mérésekről. ELGI Adattár
- SZALAY I. 1996: A magyar ércegeofizika története. Felszíni vasérc- és szulfidosérc-kutatás. Magyar Geofizika 37, 1

7. A geoelektromos módszerek szerepe a vízkutatásban

Vízkutatás ivóvízbázisok létesítése, üzemeltetése és védelme, termálvizek nyerése, valamint föld alatti létesítmények vízvédelme érdekében folyik. A geofizika szerepe az ivóvízkutatásban akkor került előtérbe, amikor hosszabb távon üzemelő, nagyobb mennyiségű és jó minőségű vizet biztosító víznyerő helyek — kutak — telepítéséhez nagyobb mélységben kellett vízáadó rétegeket kijelölni [DRASKOVITS 1995].

1. A VESZ mérés a vízkutatás hagyományos eszköze. Helyi vízellátáshoz kis mélységből, a kút megfelelő helyének kitűzését önmagában is képes megoldani. Ilyen kutatások az ELGI-ben szinte folyamatosan történtek. Az 1970-es

években született egy olyan kormányrendelet, miszerint a 3000 lélekszámnál nagyobb településeken vízműveket és vezetékes ivóvíz-hálózatot kell létesíteni. Jelentősebb területek felmérésére akkor került sor, amikor a nagyobb városok vízellátására vízműépítések és -bővítések történtek, mint pl. a 60-as évek végén 70-es évek elején Szombathely, Pápa, Budapest, Nyíregyháza esetében [KAKAS, JÓSA, SZABADVÁRY 1970].

Az ELGI vízkutató tevékenységének legeredményesebb korszaka 1978-tól számítható, amikor a nagy beruházást jelentő regionális vízművek létesítéséhez nagy területeket lefedő, hálózatos mérésekkel alapozták meg a kutatófúrások telepítését. A Maros hordalékkúp, a Mohácsi-sziget, a Rába-terasz, a Mura–Kerka programok egyenként is több évig tartottak. Ezeknél a VESZ mellett fontos szerephez jutott a GP mérés és fokozatosan alkalmazták a mesterséges gerjesztésű frekvenciaszondázást, majd a tranzienst is. Kiderült, hogy az 500 m mélységig térképezett Maros hordalékkúp képződményeinek fajlagos ellenállása az egész területen 30–35 ohmm, viszont a polarizálhatóságban eltérés van Orosháza (nagy polarizálhatóság), valamint a román határ környéke (kis polarizálhatóság) között. Fúrásokban végzett mérések alapján megállapították, hogy a nagyobb polarizálhatóságnál sok vékony, homoklisztes réteg alkotja az összletet. Míg, ahol kicsi a GP, ott vastag homokrétegek fordulnak elő. Az utóbbiaknál lényegesen nagyobb a hozam. A fajlagos ellenállás és a polarizálhatóság tehát együttesen alkalmasak a legkedvezőbb területek kijelölésére [DRASKOVITS, HOBOT 1984; DRASKOVITS et al. 1990; DUDÁS, NIESNER, VERŐ 1991].

A Mura–Kerka-i kutatásnál a fedő rétegek szennyeződéssel szembeni védőképességét és a vízáradó jóságát jellemző új paramétereket vezettek be, amelyeket térképszerűen ábrázoltak. A védőréteg annál jobb, minél agyagosabb — kisebb a fajlagos ellenállása — és minél vastagabb. A „fedő réteg jósága” ezért vastagságának és fajlagos ellenállásának hányadosával jellemezhető. A vízáradó összlet annál jobb, minél kavicsosabb — nagyobb a fajlagos ellenállása és kisebb a polarizálhatósága — és minél vastagabb. A „vízáradó jósága” ezért vastagsága, valamint fajlagos ellenállása szorzatának és polarizálhatósága hányadosaként adható meg [DRASKOVITS 1994].

A 80-as évek közepe táján nagy területek — konkrét nyersanyag megjelölése nélküli — komplex geofizikai előkutatása kezdődött meg a felszíntől az aljzatig. A közepes, néhány száz méteres tartományt döntően elektromos módszerekkel kutatták. Az itt levő mélységi víz alkothatja a jövő ivóvízbázisait. Ilyen komplex kutatás folyt 1982-től 90-ig a Kisalföld egész területén. Ezt követte a DANREG program a Szigetköz és Csallóköz negyedkori víztároló összletének megismerésére, majd megindult a Belső-Somogy, a Baranya-háromszög és a Mohácsi-sziget kutatása [DUDÁS, DRASKOVITS, HOBOT 1994; HOBOT, DUDÁS 1994; DRASKOVITS, TKACOVA, SÖRÉS 1997].

A karsztvíz-kutatás — amely nagyrészt a bányászat vízvédelmét és kisebb részben az ivó- és termálvízellátást célozta — más jellegű feladat, mint a víztároló üledékes rétegek kutatása. Akár a repedezett zónák, akár a védettséget jelentő fedőrétegek kutatásáról van szó, az alkalmazott módszerek a karsztos aljzat mélységétől függenek. Valamennyi kis és nagy mélységű geoelektromos módszer szóba jöhet, beleértve az MT-t is. A bauxit- és szénkutatás a

karsztos területeken egyben hidrológiai és hidrogeológiai célt is szolgált [FARKAS et al. 1991]. Voltak természetesen kimondottan termálvízkutatások, mint Vác és Szentendre környékén a 60-as évek végén, Kács–Sály, Diósgyőr és Gárdony körzetében, vagy Sikondán a 70-es évek közepén.

A 90-es években a vízföldtani kutatásban a termelés alatt álló és a távlati kisebb mélységű vízbázisok szennyeződéssel szembeni érzékenységének, a veszélyeztettség mértékének meghatározása, ehhez a korszerű módszertan kialakítása, valamint a geofizikai adatbázisok felhasználásával regionális vízföldtani modellek kidolgozása vált a legfontosabb feladattá [DRASKOVITS, FEJES 1990; 1994; NYÁRI et al. 2001].

A külföldön végzett vízkutató tevékenységből a legnagyobb méretű a több évtizedes mongóliai vízkutatás volt [HOBOT, ZSILLE 1998]. Ezen kívül a Közel-Keleten, É-Afrikában és Kubában voltak kisebb-nagyobb kutatások.

2003-ban az MGSZ adattárban 100-nál több vízkutatói célú, elektromos méréseket tartalmazó ELGI jelentést tartanak nyilván.

2. Az ME-GT még a soproni években a Geodéziai–Geofizikai Munkaközösség kutatóival együtt ivóvízkutatót végzett a Soproni Vízműveknek, továbbá Szombathely, Nyíregyháza vízellátása érdekében [ÁDÁM 1955]. Kísérleti felszíni karsztvíz-kutatás volt a Dorogi Szénbányák területén és bányabeli mérések is történtek [KÁNTÁS 1952; AUER 1955]. Miskolcra a Borsodi Sörgyár, a Belpátfalvai Cementművek, valamint a Miskolci Vízművek részére Miskolc–Tapolcán és a Sajó kavicsterasán voltak vízkutató mérések. Különleges feladat volt 1981-ben az előtött Kotradez-i szénbányában — az akkori Jugoszláviában — a karsztvizet szállító hasadérendszer kutatása.

3. A GGKI is szerepet vállalt a Sopron vízellátását célzó kutatásokban. Több alkalommal térképezték a Fertő alatti, sós vizet tartalmazó rétegek elterjedését VESZ és VLF mérésekkel [ÁDÁM, HOLLÓ, VERŐ 1964; KOHLBECK et al. 1993]. Svájci–magyar együttműködés keretében 1998-ban kísérleti indukciós — Slingram — és rádiófrekvenciás MT mérései voltak a mecseki karszton [ÁDÁM, MÜLLER 1998].

4. Az ELTE-GT egyik oktatója 1971-ben geoelektromos módszerekkel vizet kutatott Jemenben. A felszíni és mélyfúrású geoelektromos paraméterek együttes interpretációjának gyakorlata — amely a mai napig a tanszék jelentős fejlesztési témája — innen indult [GALFI, SALÁT 1972]. A 90-es évek elejétől az ELTE-GT kutatói a vízkutatás optimális geofizikai technológiája egyes fázisainak gyakorlati kidolgozásán munkálkodtak. A komplex technológia tartalmazta a felszíni és mélyfúrású geoelektromos méréseket is. Minőség-ellenőrzött kiértékelő programokat dolgoztak ki. Ezen munka eredménye a VITUKI első minőség-ellenőrzött vízföldtani számítógépes adatbázisa [CSEREPES, DRAHOS, SALÁT 1994].

5. A GKV nagy sikere volt a mesterséges áramterű frekvenciaszondázással — CSAMT változat — megoldott melegvíz-kutatás a Zsóry gyógyfürdő területén 1988-ban. A BAZ megyei Vízművek Vállalat felkérésére elvállalt mérések egyértelműen kimutatták a geotermikus tárolóhoz kapcsolódó törésszónát. Az 1000 m mélységű fúrás a vártnál kb. ötször nagyobb hozamú termálvizet eredményezett. A CSAMT metodika segítette még a nagygyeházi szénbányában bekövetkezett vízbetörés helyének megtalálását is. A

GKV magnetotellurikus mérései a bogácsi termálfürdő beépített környezetében is eredményesek voltak a kismély-ségű aljzat törészónájának felderítéséhez. Ezt a méréseket követő, 1986-ban lemélyített, sikeres termálfürdő-kutatófúrás bizonyította. Nemzetközi visszhangot kapott eredmény volt a mezoóos aljzathoz kapcsolódó nagy entalpiájú forróvíz-gőz-tároló magnetotellurikus kimutatása Fábiánsebestyén és Nagyszénás térségében 1988–1990 között [NAGY et al. 1992; BEKE et al. 1989].

6. Vízkutatás folyt számos más helyen is, pl. OFKfV, FTV, VITUKI, és folyik jelenleg a számos új kft.-nél.

HIVATKOZÁSOK A 7. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A. 1955: Vízkutatás elektromos módszerrel. Bányászati Lapok 6
- ÁDÁM A., HOLLÓ L., VERŐ J. 1964: Az 1962–63. évi fertői geoelektromos mérések és értelmezésük. Soproni Műszaki Évkönyv
- ÁDÁM A., MÜLLER I. 1998: Kísérleti EM mérések a mecseki karszton. A Neuchâtel Egyetem és a GGKI közös jelentése. Kézirat
- AUER V. 1955: A karszvíz, mint geofizikai probléma. Bányászati Lapok 6
- BEKE B., GULYÁS FÖRMAN CS., HAJDU GY., KARAS ZS., LANDY I., NAGY T., NAGY Z., PÉTERFAI B., THUMA A., ZIMÁNYI I. 1989: Search for micro-structures in fractured basement blocks for drilling thermal SPA wells by applying MT and CSAMT methods. 34th International Geophys. Symposium, Budapest, Abstracts and Papers II
- CSEREPES L., DRAHOS I., SALÁT P. 1994: Vízkutató fúrások karotázs méréseinek minőségellenőrzött kiértékelése. Hidrológiai Közönlöny 74, 4
- DRASKOVITS P. 1994: Geophysical methods in drink water protection of near-surface reservoirs. Journal of Applied Geophysics 31
- DRASKOVITS P. 1995: A geofizika alkalmazásának története a magyar vízkutatásban. Magyar Geofizika 36, 4
- DRASKOVITS P., FEJES I. 1990: Near-surface groundwater research and protection from surface pollution. In: Geotechnical and Environmental Geophysics Vol. 2, SEG
- DRASKOVITS P., FEJES I. 1994: Geophysical methods in drink water protection of near-surface reservoirs. Journal of Applied Geophysics 31
- DRASKOVITS P., HOBOT J. 1984: Gerjesztett polarizációs módszer alkalmazása negyedkori homokos-agyagos víztároló összletek kutatásában. Magyar Geofizika XXV, 2–3
- DRASKOVITS P., HOBOT J., SMITH B. D., VERŐ L. 1990: Induced polarization survey applied to evaluation of ground water research, Pannonian Basin, Hungary. In: Induced polarization. SEG
- DRASKOVITS P., TKACOVA H., SÖRÉS L. 1997: Geophysical exploration of quaternary formations in the area of the DANREG project. Geophysical Transactions 41, 3–4
- DUDÁS J., DRASKOVITS P., HOBOT J. 1994: Fiatal üledékek geoelektromos kutatásának módszertani tapasztalatai és alkalmazásuk a Kisalföld kutatásában. Geophysical Transactions 39, 2–3
- DUDÁS J., NIESNER E., VERŐ L. 1991: Resistivity and IP parameters used for hydrogeologic purposes and differentiation between non-metallic minerals. Geophysical Transactions 36
- FARKAS I., KARDEVÁN P., REZESSY G., SCHMID C. H., SZABADVÁRY L., WEBER F. 1991: EM sounding in water- and brown-coal prospecting. Case histories. Geophysical Transactions 36

- GÁLFI J., SALÁT P. 1972: Geophysical survey of Wadi Zabib area, Yemen. Project Report. ENSZ UNDP/FAO
- HOBOT J., DUDÁS J. 1994: A kisalföldi medence fiatal üledékeinek szerkezete regionális geoelektromos mérések alapján. Geophysical Transactions 39
- HOBOT J., ZSILLE A. 1998: Geofizikai kutatások Mongóliában I–II. Magyar Geofizika 39, 4
- KAKAS K., JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1970: Geofizikai kutatás vízművek telepítéséhez. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1969. évi jelentése
- KÁNTÁS K. 1952: A karsztvízkutatás geofizikai lehetőségei. MTA Műszaki Tud. O. Közleményei 1
- KOHLBECK F., SZARKA L., STEINER T., HOLLÓ L., MÜLLER I. 1993: Lake-bottom geoelectric and water-born VLF measurements on the Lake Fertő (Neusiedlersee). Paper DO51. Extended Abstr. EAEG 55th Meeting and Techn. Exhib. Stavanger
- NAGY Z., LANDY I., PAP S., RUMPLER J. 1992: Results of magnetotelluric exploration for geothermal reservoirs in Hungary. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung. 27
- NYÁRI ZS., NEDUCZA B., PATTANTYÚS-Á. M., TILDY P. 2001: Geofizikai vizsgálati módszerek alkalmazása ivóvízbázisok szennyeződés érzékenységének modellezéséhez. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE

8. A geoelektromos módszerek szerepe a mérnök-földtani és környezetvédelmi kutatásban

A mérnök- és környezet-geofizikai kutatások között nem lehet éles különbséget tenni. Lényegében mindkettő veszélyes helyzetek kialakulásának megelőzését és elhárítását szolgálja. Zömében — de nem kizárólag — kis kutatási mélységű feladatokat jelentenek. Ezekben a kutatásokban a geoelektromos módszerek túlsúlyban vannak és összes változatuk szóba jöhet.

A 60-as évek közepétől valamennyi geofizikai intézménynek mindig voltak ilyen feladatai. Tény azonban, hogy a törvényi szabályozással és a környezetünkért felelősséget érző gondolkodásmód terjedésével egyre nagyobb figyelem fordítódik ezekre a kérdésekre. A nyersanyag-kutatási feladatok beszűkülése mellett a tényleges környezet-geofizikai fejlesztő munka gyorsan beindulhatott. Támaskodni lehetett azokra a műszerekre, módszerekre és értelmezési eljárásokra, amelyek a kis mélységű bauxit-kutatásban és a bánya-geofizikában nagyon jól beváltak. A feladatok súlypontjának eltolódása szervezeti átalakulással járt az ELGI-ben — 1993-ban létrejött a Környezetvédelmi és Mérnök-geofizikai Osztály —, az egyetemi képzési profilok is módosultak és a környezetvédelemmel foglalkozó kisebb kutatóhelyek alakultak.

1. A kezdeteket tekintve az ELGI-ben 1964-ben alakult egy olyan új terepi csoport, amely kifejezetten a kismély-ségű, mérnök-földtani célú kutatásokkal foglalkozott. A MÁFI hálózatos, fúrásos mérnök-földtani kutatásait geoelektromos mérésekkel — később mérnök-geofizikai szondázásokkal — egészítették ki. A térképezés más területei mellett szinte máig tartó folyamatos térképezés folyt a Balaton üdüllőkörzeti sávjában [JÓSA, SZABADVÁRY 1969a].

A rendszeres és hosszú évekig tartó térképező munkák mellett azonban évente legalább egy tucatnyi, — sőt esetenként ennél lényegesen több — megbízást kaptak az

aktuális problémák megoldására. Szűk keretek között ezeket felsorolni sem lehet, csak legfeljebb néhányat kiemelni.

A nagy építkezések és földmunkálatok tervezési fázisában a geoelektromos módszereknek mindig fontos szerepük volt. Speciális problémát jelentett a karsztos területek üregeinek vagy a pincejáratoknak a kimutatása. Ezek megoldására komoly módszertani fejlesztőmunka folyt [KAKAS et al. 1970; NYÁRI 2000; VERŐ 2001a; NEDUCZA, PATTANTYÚS-Á. 2001]. A közelmúltban készült el az ELGI-ben a témakör kézikönyve.

Összetett problémát jelentett a völgyzárógáták környezetében a szivárgási helyek geoelektromos felderítése, ahol a szokásos módszerek mellett jól lehetett használni a természetespotenciál-mérést és a szózással végzett töltött test módszerét. 1968-ban Gyöngyösoroszában, 1975-ben Mátyásiban voltak ilyen mérések [JÓSA, SZABADVÁRY 1969b].

Utak és alagutak tervezett nyomvonalát módosíthatják a földtani ismeretek. Ez történt a Budapest–Pécs vasútvonal abaligeti alagútja esetében. A 60-as évek végén geoelektromos mérések alapján jelölték ki a csúszásra hajlamos, valamint a hasadékos területeket [JÓSA 1971].

A 70-es évek második felében indult meg a Dunajváros és Paks környéki, csúszásra hajlamos, löszös magas part geofizikai vizsgálata [JÓSA, TABA 1983; HERMANN et al. 2001]. A csúszásveszély vizsgálatára többek között a Mát-raaljai Szénbányák külfejtéses lignitbányájában is többször végeztek vizsgálatokat. Ezeknél a geoelektromos módszerek mellett egyre sűrűbben alkalmazták a mérnök-geofizikai szondázásokat is. Az ELGI ebben a témakörben is kézikönyvet készített.

Nagy volumenű geoelektromos kutatást végeztek a csak tervezett, vagy megvalósult nagy vízi építkezésekkel kapcsolatban is. 1970-től a Dráva mentén folytak ilyen mérések. Éveken át vizsgálták az akkor még csak tervezett Tisza-tó — a kiskörei tározó — környezetét. A legjelentősebb azonban a 70-es évek második felében a bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer építését megelőző vizsgálat volt [DOBROVOLNI et al. 1978]. Minden — a szlovák és magyar oldalon tervezett — létesítményéhez az ELGI végezte a méréseket, többek közt Visegrád és Nagymaros között a Dunán is. Kimutatták, hogy a tervezett gát nyomvonalával hegyesszögletű bezárt törésvonal húzódik a karbonátos és a miocén vulkáni aljzat kontaktusa mentén.

Évtizedeken át tartó rendszeres munka folyt az árvízvédelmi gátak vizsgálatára. Több ezer km összhosszúságú gátat mértek végig általában különböző behatolású elektromos szelvényezéssel, néha az EM-31 műszerrel, georadarral, VLF méréssel és elég gyakran mérnök-geofizikai szondázással. Az árvízvédelmi gátak kőzetanyagának és állapotának geofizikai vizsgálata az 1965. évi dunai árvíz után vetődött fel. Rendszeres vizsgálatok azonban nem kezdődtek. 1980-ban a Kettős-Körös gátszakadása után folytak kiterjedtebb ellenőrző mérések [JÓSA 1966; DOBROVOLNI, JÓSA 1981; VERŐ 2001b].

A geoelektromos sekélykutató módszereknek gyakori, kisebb volumenű feladata volt az építőipari alap- és nyersanyagok — a homok, kavics, agyag, mészkő, andezit, bazalt, gránit — kutatása. A geofizika a 60-as évek közepétől kezdte kiegészíteni a felszíni földtani és a magfúrásos kutatást [JÓSA, SZABADVÁRY 1969c]. A feladatot a fedő vastagságának megadása, a haszonanyag laterális és vertikális

lehatárolása és minőségi zónáinak szétválasztása jelentette. Hagyományosan az egyenáramú VESZ, HESZ, majd az újabb indukciós és rádiófrekvenciás módszerek voltak erre alkalmasak.

1973-ban Pula környékén addig ismeretlen nyersanyagot, alginitet — algakövet — fedeztek fel, amelynek fedőjében bentonit is található. Mindkét nyersanyag kiválóan alkalmazható a környezetvédelemben, a mezőgazdaságban, a gyógyászatban és az iparban. Bazaltkitörések krátertavaiban keletkeztek. A tavat körbezáró tufagyűrűk megtalálása és a tavi üledék tagolása érdekes geofizikai feladat, amelyben az alginitkutatás két évtizede alatt valamennyi geoelektromos módszer szerepelt [TÓTH 1994].

A mai értelemben vett környezet-geofizikai kutatás a 90-es években alakult ki. A Környezetvédelmi Minisztérium 1989-ben kérte fel a KFH-t, hogy a földtani kutatási eredmények alapján tegyen javaslatokat az Országos Veszélyeshulladék-lerakó Telepek Hálózatának kijelölésére. Az előzetesen alkalmasnak ítélt területeken a kismélységű kutatásokra berendezkedett Mérnök-geofizikai Osztály végzett áttekintő jellegű ellenállásméréseket. Azt vizsgálták, hogy 10–12 m mélységig található e számottevő vastagságú és kiterjedésű, vízzáró képződmény, amely a szennyeződéseknek a talajvízbe jutását megakadályozza. Az elektromos szondázással kiválasztott területen azután a szivárgási tényezőre is kiterjedő mérnök-geofizikai szondázást végeztek [FEJES, MAGYAR, SCHÖNVISZKY 1992a].

Egyre nagyobb számban volt szükség geoelektromos mérésekre az engedélyezett, vagy illegálisan működő lerakók vizsgálatára és megkeresésére. Sokszor az illegális lerakónak csak a gyanúja merült fel. Máskor tudták, hogy megtörtént a hulladék lerakása, de a pontos helyét már senki sem ismerte, mert földdel letakarták. Az egyen- és váltóáramú geoelektromos módszerek a zavart területek erősen változó ellenállásviszonyait jól érzékelik. A GP-mérés pedig utalhat a szennyezés anyagára. Alkalmanként a radarmérésre is sor került [FEJES, MAGYAR, SCHÖNVISZKY 1992b].

Módszertani szempontból a legérdekesebb munka Pécs mellett a MÉV dúsító zagyártározókból származó szennyeződés terjedésének geofizikai monitorozása volt. A dúsítás során jelentős mennyiségű konyhasót adagoltak a zúzott közetbe. A víz terjedését ezért ellenállás-anomália jelzi. A meglepetést a GP vizsgálatok okozták. A GP maximum ugyanis nem a legnagyobb sókoncentrációjú ellenállás-minimumokkal esett egybe, hanem a közepesen jelentkező, mintegy előjelezve a szennyeződés közeledését a védendő vízmű felé. Ezzel a módszerrel jelentős mennyiségű figyelőkút fúrását lehet megtakarítani [DRASKOVITS, MAGYAR, PATTANTYÚS 1995].

A szénhidrogén-szennyezések feltárása, a szennyezett víz, vagy a talajvízben úszó szénhidrogén áramlási irányának meghatározása az egyik leggyakoribb környezeti probléma. Az ELGI környezetvédelmi kutatásainak legnagyobb sikerét 1990–91-ben érte el, a mintegy 100-nál több szovjet katonai objektumban végzett méréssorozattal, amelynek kapcsán a talajvízben jelentős szénhidrogén-szennyezést tártak fel. A mérési eredmények olyan meggyőzőek voltak, hogy azokat a szovjet katonai hatóság a minták oroszországi ellenőrzése nélkül elfogadta. Sikerült bebizonyítani, hogy a szennyezett talaj és talajvíz tisztítási költsége összemérhető a kivonuló csapatok által itt hagyott létesítmé-

nyek értékével [DRASKOVITS et al. 2003]. A szennyezés áramlási irányának ekvipotenciális vonalakkal történő meghatározása oldotta meg a péceli vasútállomáson egy baleset során a talajba került — és a mindössze 150 m-re levő vízműkutatát fenyegető — 50 t gázolaj 63%-ának visszanyerését. A vasúti pályatest vízmű felőli oldalán előzetesen fúrt 28 kútból ugyanis alig sikerült szennyezett vizet kitermelni, mert az áramlás nem arra irányult [FEJES, MAGYAR, SCHÖNVISZKY 1990].

Az ELGI-ben nagyszabású kutatás folyik a földrengésveszélyeztetettség témakörében. A forrásterületek vizsgálatához a magnetotellurikus mérések eredményei — különösen a mélyszerkezeti vonalak vonatkozásában — jelentenek értékes hozzájárulást [ÁDÁM, ZALAI 2000].

A legutóbbi feladatok közé tartozik a radioaktív hulladékok tervezett elhelyezésével kapcsolatos kutatás. Ebben a nagyfrekvenciás MT, VESZ, tranziens, VLF, Slingram és multielektrodás mérések mindegyike szerepel [GULYÁS et al. 2003].

Az ELGI környezetvédelmi elektromos kutatásainak ismerése, hogy a német Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe által kiadott Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten könyvsorozat Geophysik kötetében a Maxiprobe módszerről, a mérnök-geofizikai szondázásról magyar szerzők írták a 40–40 oldalnyi fejezeteket. Hasonló elismerés az is, hogy az European Section of the Environmental and Engineering Geophysical Society 1999-ben Budapesten tartotta 5. konferenciáját.

2. A GGKI tellurikus mérései Paks környezetében tektonikai vonalat mutattak ki az atomerőműtől D-re [ÁDÁM, VERŐ 1990]. Az egyenáramú nulla-elrendezéssel felszínhez közeli hasadékokat kutattak a Jura hegységben — Svájcban — módszertani megfontolások végett [SZALAI et al. 2002].

3. Az ELTE-GT munkatársainak az utóbbi években végzett geoelektromos témájú kutatásai az árvízvédelmi töltések környezetében végrehajtott felszíni és mérnök-geofizikai penetrációs szondázások fejlesztésére irányultak [SALÁT 1999; 2001; SALÁT, NAGY 2002].

4. Az ME-GT-én a mérnök-geofizikai-környezetvédelmi kutatásokkal kapcsolatos módszerfejlesztéssel és konkrét mérési—térképezési feladatokkal is foglalkoztak.

Üregkutatásra gyakran alkalmazták a rétegszelvényezést [CSÓKÁS, GYULAI, LÉNÁRD 1974; FERENCZY 1980; GYULAI 1993]. Numerikus összehasonlító vizsgálatokat végeztek a különböző egyenáramú elektrodarendszerek információtartalmának, felbontási sajátságainak tisztázására [GYULAI 1998]. Inverziós és tomográfiai rekonstrukciós eljárásokat dolgoztak ki [DOBRÓKA, GYULAI 1993a].

A 60-as évek második és 70-es évek első felében a Szilikátipari Kutatóintézzettel együttműködve intenzíven foglalkoztak az építőipari nyersanyagok kutatási módszertanának kialakításával és ezt számos helyen alkalmazták [CSÓKÁS, EGRSZEGI, VITÁLIS 1968; 1970].

Gátak vizsgálatára és a keresztező ösmedrek kimutatására egyenáramú tomográfiát, rádiófrekvenciás szondázást, nagyfrekvenciás mesterséges áramterű frekvenciaszondázást használtak [DOBRÓKA, GYULAI 1993b; TAKÁCS 1993a].

Többször végeztek mélyfúrások közötti, vagy felszíni multifrekvenciás méréseket a közetfizikai változások időbeni követésére. Eljárást dolgoztak ki az átvilágítási sugár

közvetlen környezetére vonatkozó — a kísérő rétegek hatásától mentesített — effektív fajlagos ellenállás megadására [TAKÁCS, EGRSZEGI 1987; TAKÁCS 1993b].

Többször eredményesen oldották meg a GP lecsengési görbe időállandó-spektruma alapján az eltérő polarizációs típusú szennyező komponensek térbeli szétválasztását [TURAI, DOBRÓKA 2001; TURAI 2001].

A felszínhez közeli változékonny környezetben az értelmezés megbízhatósága jelentősen növelhető a különböző fizikai paramétereket mérő módszerek adatainak együttes inverziójával. Olyan inverziós eljárást dolgoztak ki, amelyiknél nem feltétel az egyes közetfizikai paraméterek változási helyeinek azonossága [GYULAI, ORMOS 2001].

4. A KBFI-Triász Kft. a gátak és hulladéktárolók vizsgálatát az általa kifejlesztett, sok elektrodás számítógépezérelt mérőrendszerrel végzi. A gát topográfiáját figyelembe vevő leképezési eljárást dolgoztak ki. Módszert alakítottak ki a hulladéktárolók szigetelő fóliája sérülési helyeinek megfigyelésére az alatta elhelyezett elektrodák, mint érzékelők segítségével [KOVÁCS, VARGA 2001].

5. Az ELGOSCAR Kft. a volt szovjet repülőtereken a szennyeződések feltárásában és kárelhárításában szerzett tapasztalataival, egyedülálló mérnök-geofizikai szondázó berendezésével és geoelektromos kutatási szakértelmével a környezet-geofizikai kutatások meghatározó bázisa. Nagyon jelentős környezetvédelmi tevékenységet folytat [KASZÁS, STICKEL 2001; DRASKOVITS 2001].

HIVATKOZÁSOK A 8. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A., VERŐ J. 1990: Application of the telluric and magnetotelluric methods in selection of sites for nuclear plants. *In: Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet Sci.)* **99**, 4
- ÁDÁM A., ZALAI P. 2000: A berhidai földrengéses terület tektonikai szerkezetének geoelektromos modellje. *Magyar Geofizika* **42**, 2
- CSÓKÁS J., EGRSZEGI P., VITÁLIS Gy. 1968: Geoelektromos mérések a váci Nagyszál nyugati részén. *Földtani Kutatás* **1**, 3
- CSÓKÁS J., EGRSZEGI P., VITÁLIS Gy. 1970: Geoelektromos mérések a miskolc-tapolcai Nagykőmázsán. *Geofizikai Közlemények* **19**, 1–2
- CSÓKÁS J., GYULAI Á., LÉNÁRD M. 1974: Mérnökgeofizika az építőiparban. *Építőanyag* **26**, 1
- DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1993a: Szeizmikus tomográfia és geoelektromos rekonstrukció. *In: Környezetvédelmi célú geofizikai módszerek fejlesztése a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén. 1553-93 Tempus JEP Vol. 1*
- DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1993b: Gáttomográfiai mérés. *In: Környezetvédelmi célú geofizikai módszerek fejlesztése a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén. 1553-93 Tempus JEP Vol. 1*
- DOBRÓVOLNI K., FEJES I., MAGYAR B., JÓSA E., SZABÓ M., VARGA J.-né 1978: Víz- és mérnökgeofizikai kutatások. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet MÄELGI 1977. évi jelentése
- DOBRÓVOLNI K., JÓSA E. 1981: Árvízvédelmi töltések felülvizsgálata mérnökgeofizikai módszerekkel. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. évi jelentése
- DRASKOVITS P. 2001: A budafoki és budatétényi karbonátos képződményekben lerakott gázgyári iszap felderítése felszíni geofizikai módszerekkel. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE

- DRASKOVITS P., FEJES I., MAGYAR B., STICKEL J. 2003: Enlargement of cone penetration testing equipment with resistivity measurements: field measurements, case histories. European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics (Prague), Proceedings paper No. 0-088
- DRASKOVITS P., MAGYAR B., PATTANTYÚS M. 1995: Geophysical methods in groundwater prospecting and environmental protection. *Fisica de la Tierra, Geofísica Aplicada 7*, Universidad Complutense de Madrid
- FEJES I., MAGYAR B., SCHÖNVISZKY L. 1990: Környezeti károk feltárása — olajszennyezés. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- FEJES I., MAGYAR B., SCHÖNVISZKY L. 1992a: Geofizikai mérések a környezetvédelem céljaira. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- FEJES I., MAGYAR B., SCHÖNVISZKY L. 1992b: Veszélyes hulladéklerakó telepek vizsgálata. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1990. évi jelentése
- FERENCZY L. 1980: Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása geoelektromos dipólszelvényezéssel. *Magyar Geofizika XXII*, 4
- GULYÁS Á., MADARASI A., SÖRÉS L., VÉRTESY L. 2003: Az üveg-hutai geoelektromos mérések eredményei. A Magyarhoni Földtani Társulat 2003. évi vándorgyűlése
- GYULAI Á. 1993: Geoelektromos rétegszelvényezés üregek, pincék kutatására. *In: Környezetvédelmi célú geofizikai módszerek fejlesztése a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén*. 1553-93 Tempus JEP Vol. 1
- GYULAI Á. 1998: A geoelektromos üregekutatás néhány kérdése. *Magyar Geofizika 39*, 2
- GYULAI Á., ORMOS T. 2001: Az együttes inverzió új alkalmazási lehetősége környezeti feladatok megoldásában. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- HERMANN L., NEDUCZA B., NYÁRI ZS., TÖRÖS E. 2001: Természeti veszélyforrások vizsgálata geofizikai módszerekkel. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- JÓSA E. 1966: A mérnökgeofizika alkalmazása az árvízvédekezésnél. *Földtani Kutatás*
- JÓSA E. 1971: Mérnökgeofizikai kutatások. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1970. évi jelentése
- JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1969a: Mérnökgeofizikai térképezés. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése
- JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1969b: Vízzivárgás vizsgálat. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése
- JÓSA E., SZABADVÁRY L. 1969c: Építőipari nyersanyagkutatás. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése
- JÓSA E., TABA S. 1983: Felszínmozgások vizsgálata. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1982. évi jelentése
- KAKAS K., JÓSA E., RÁNER G., SZABADVÁRY L. 1970: Mérnökgeofizikai mérések. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1969. évi jelentése
- KASZÁS I., STICKEL J. 2001: A Tiszavasvári Gyógyszergyár kommunális és ipari hulladéklerakójának környezetgeofizikai vizsgálata. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- KOVÁCS A., VARGA M. 2001: Geoelektromos geofizikai módszerek alkalmazása a környezetvédelemben. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- NEDUCZA B., PATTANTYÚS-Á. M. 2001: Védett barlangok kutatása felszíni geofizikai mérésekkel. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- NYÁRI ZS. 2000: Quality controlled resistivity inversion in cavity detection. *Geophysical Transactions 43*, 1
- SALÁT P. 1999: Környezetgeofizikai terepgyakorlat. Egyetemi jegyzet. ELTE TTK Geofizikai Tanszék
- SALÁT P. 2001: Veszélyeztetett hulladéklerakó és árvízi védvonal környezetek minőségbiztosított állapotfelmérési módszereinek optimalizálása. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- SALÁT P., NAGY L. 2002: Quality controlled geotechnical-geophysical monitoring of flood level's condition in Hungary. *In: Flood Defence Vol. 1*, Science Press, Beijing, New York
- SZALAI S., SZARKA L., PRÁCSEER E., BOSH F., MÜLLER I., TURBERG P. 2002: Geoelectric mapping of near-surface karstic fractures by using null arrays. *Geophysics 67*, 6
- TÓTH Cs. 1994: A kemenesháti tufagyűrűk geofizikai kutatása. *Geophysical Transactions 39*, 2-3
- TURAI E. 2001: A gerjesztett polarizációs módszer alkalmazásának eredményei a hulladéklerakók vizsgálatánál. Tudományos konferencia. MTA GTB-MGE
- TURAI E., DOBRÓKA M. 2001: On generalized TAU-transform method — Some case histories. *Publ. of the Univ. of Miskolc. Ser. A., Mining, Geoscience 59*
- VERŐ L. 2001: Üregek, pincejáratok kimutatásának geofizikai módszerei. *In: Földtudományok és földtani folyamatok kockázati tényezői*. MTA
- VERŐ L. 2001: Árvízvédelmi gátak és az aljzatukat képező földtani formációk geológiai, geofizikai értékelése. *In: Földtudományok és földtani folyamatok kockázati tényezői*. MTA

III. JELENTŐSEBB NEMZETKÖZI KAPCSOLATOK ÉS EGYÜTTMŰKÖDÉSEK

1. A földi elektromágneses tér eredetével és a földi tér felhasználásával végzett globális földtani kutatások nem nélkülözhetik a nemzetközi együttműködést. A magnetotellurikus kutatásokat illetően ez egyrészt a IAGA keretében és különösen az 1972-ben induló elektromágneses indukciós munkaértekezleteken valósult meg. Magyar résztvevő ÁDÁM Antal személyében először 1969-ben tudott részt venni IAGA-konferencián, aki azután 1975-ben az I/3. Elektromágneses Indukciós Munkacsoport társelnöke lett.

A „keleti” országok együttműködése a KAPG — azaz a Szocialista Országok Tudományos Akadémiáinak Együttműködési Bizottsága a Planetáris Geofizika területén — magnetotellurikus munkacsoportjában történt [ÁDÁM 1970]. Ebben a magyar kutatóknak fokozatosan növekvő szerepük volt és igyekeztek elérni, hogy a szervezet magyarországi rendezvényein nyugati szakemberek is részt vegyenek. Így Magyarország a híd szerepét töltötte be a „nyugati” és „keleti” indukciós szakemberek kapcsolatában. Kiemelkedő, a jövő együttműködések eseményeit hosszú távon meghatározó eseménye volt ennek a törekvésnek, hogy ÁDÁM meghívására 1976-ban Sopronban került sor az elektromágneses indukciós munkacsoport emlékeztető ülésére 120 résztvevővel. A fontos esemény súlyát még emelte, hogy akkor jelent meg a nagyszabású és sikeres „Geoelectric and Geothermal Studies” KAPG monográfia, amely még ma is sokat hivatkozott alapirodalom.

ÁDÁMOT 1979-ben az IUGG kongresszusán az I/3. „Elektromágneses indukció a Földön és Holdon” munkacsoport elnökévé választották, e tiszteletet 1983-ig töltötte be.

A KAPG korábbi rendezvényei és a ma is folyamatosan működő IAGA elektromágneses indukciós ülések visszatérő fórumai a magyar eredmények publikálásának, valamint az információk kölcsönös átadásának.

2. A geoelektromos kutatásokban számos nemzetközi együttműködés folyt és több külföldi mérés történt az elmúlt évtizedekben. A teljességre való törekvés nélkül intézményenként az alábbiak voltak a legjelentősebbek.

2.1. A GGKI esetében az alábbiakat lehet említeni:

- az MT tér méretének vizsgálata egyidejű mérésekkel Kelet-Európában (1967–1969),
- MT mérések a Keleti-Alpokban, kooperációban a Bécsi Egyetemen és a Meteorológiai és Geodinamikai Intézettel (1978–1983),
- MT mérések Finnországban, együttműködve az Oului Egyetemen (1980),
- osztrák, svájci és francia geofizikusokkal közös geoelektromos kutatások a Fertő-tavon a 90-es években.

2.2. Az ELGI Mongóliában 1957 és 1990 között jelentős mértékben geoelektromos mérésekkel komplex víz- és ércutatást, valamint földtani térképezést végzett. A munka 1976-ig kétoldalú szerződés alapján, majd a KGST égisze alatt nemzetközi földtani expedíciók keretében folyt [HOBOT, ZSILLE 1998; FEJES 2002].

A Szovjetunió több kutatóintézetével alakult ki módszerfejlesztési együttműködés. Így például

- a moszkvai VNIIGeofizikával a 60-as években MT és EMT témákban,
- a moszkvai Lomonoszov Egyetemen az elektromágneses szondázások témában [DMITRIEV, KÁTAI, SZABADVÁRY 1980],
- a leningrádi RudGeofizikával a 70-es években GP témában,
- a novoszibirszki Akadémiai Intézettel a 80-as években tranziens témában.

Ausztriában 1973-ban először ércutatást végeztek. 1968-tól tudományos együttműködési szerződést kötött a bécsi Geologische Bundesanstalt és a Központi Földtani Hivatal. Ebben a geofizika a 70-es években jutott nagyobb szerephez. A geoelektromos témákat illetően a GP mérések, hidrogeológia felhasználása és a Maxi-Probe frekvenciaszondázás említhető. Ez az együttműködés adta a keretet az 1987 és 1990 közötti magyarországi légi elektromágneses mérésekhez.

Geoelektromos módszereket használó vízkutatások Iránban (1974), Irakban (1976) és Líbiában (1980) voltak. Bauxitkutatást Jugoszláviában 1978-ban és Görögországban 1986-ban végeztek. Szulfidosérc-kutatásra Spanyolországban 1984-ben, magnezitkutatásra Törökországban 1988-ban került sor.

1980-tól kétoldalú KGST segélyprogram keretében megkezdődtek a földtani kutatások Kubában. 1983 és 1990 között egymás után két kubai-magyar földtani expedíció végzett ércutatást.

Nagyszámú külföldi mérés folyt különböző — olykor speciális — földtani feladattal a Maxi-Probe frekvenciaszondázó műszerrel. Így 1981-ben Olaszországban és Bajorországban, 1982-ben Svédországban, Finnországban, Ausztriában, Bulgáriában, Norvégiában és a Szovjetunióban, 1985-ben Finnországban és Spanyolországban, 1988–1989-ben Mongóliában, az NDK-ban, a Szovjetunióban és Kubában.

A Geofizika n.p. Brno és az ELGI 1977-ben kötött együttműködési szerződést. Ennek keretében az ELGI MT mérésekét végzett a Morva-medencében. Szlovákia területén is voltak MT kutatások, mint pl. a 80-as években a PGT-1 alapszelvény meghosszabbítása a lengyel határig, majd a 90-es években a Garam völgyében.

A szlovák és a magyar tudományos akadémiák földtudományi osztályai kezdeményezésére az országhatárok menti földtani és geofizikai adatok összekapcsolása érdekében 1990-ben indult el a DANREG program. A szlovák földtani intézet és a KFH megállapodásához csatlakozott az osztrák állami földtani szolgálat is. A közös munka eredményeként mintegy 20 000 km²-nyi területre születtek — egyéb térképek mellett — AB= 200, 600 és 1000 m elektrodátávolsággal mért látszólagos fajlagos ellenállás térképek. Ezek alapján meghatározták a területre a negyedkori üledék összvastagságát, a kavics öszlet vastagságát. A GP adatok alapján az egyes mélységintervallumokra litológiai minősítést adtak. A Rába–Hurbanóvó vonal és a Mur–Mürz vonal helyzetének pontosítása is megtörtént a MT mérések alapján [DRASKOVITS, TKÁCOVA, SÓRÉS 1997; NEMESI et al. 1997].

Az US Geological Survey és a KFH együttműködési szerződésének geoelektromos szempontból elsősorban a GP és tranziens mérések terén voltak eredményei [KAKAS et al. 1985; VERŐ, SMITH, ANDERSON 1985].

2.3. Az ELTE-GT és a Leningrádi Állami Egyetem Fizikai Fakultásának Geofizikai Tanszéke együttműködésének köszönhető a geoelektromos értelmezés információs-statisztikus módszereinek hazai kidolgozása.

2.4. Az ME-GT a soproni Geodéziai–Geofizikai Munkaközösséggel közösen állította ki a Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció tellurikus csoportját 1956 és 1959 között [TAKÁCS 2001]. A jugoszláviai Kortradez-i szénbányában a karsztvizet szállító hasadék felkutatása folyt bányabeli mérésekkel 1981-ben.

A tanszék kutatómunkája szempontjából — különösen a bányabeli geoelektromos módszerek fejlesztését és az inverziós kutatásokat illetően — nagy jelentősége volt a bochumi Ruhr Egyetemen történt, 1981–2001 közötti kooperációnak. Ezt a német és magyar tudományos akadémiák közötti együttműködés keretében több, egymás után elnyert pályázat tette lehetővé.

Az 1991–93 közötti, Geofizikai módszerek a környezetvédelemben témakörű Tempus projekt által, — amelyben a Ruhr Universität Bochum Institut für Geophysik, a bochumi DMT Institut für Angewandte Geophysik és a delfti TNO Institute of Applied Geoscience voltak a közreműködő partnerek — az oktatás és kutatás korszerű szintű feltételei teremődtek meg.

A Utahi Egyetem Földtudományi Intézetével az elektromágneses terek numerikus modellezése témakörben és doktorandusz fogadása által folyt eredményes együttműködés.

2.5. Az olajipari geoelektromos kutatásokban a legjelentősebb nemzetközi együttműködés a GKV és a lengyel olajipar krakkói geofizikai vállalata közös kutatócsoportjának az 1982–1986. évekre kiterjedő, évente 3–4 hónapig tartó magyarországi terepi mérése volt a WEGA-D rendszerrel.

A mérések célkitűzése a szénhidrogén-előfordulások közvetlen kimutathatóságának kísérleti bizonyítása volt

Kiskunhalas–Kiskunmajsa–Kömpöc, Álmosd–Bagamér–Kismarja és Dévaványa–Körösladány térségében speciális elektromágneses metodika alkalmazásával. Az Álmosd–Bagamér–Kismarja térséget harántoló oldaleltolódási zónában kimutatott WEGA-D indikációkra Sáránd és Kokad környékén telepített fúrások kitermelhető földgáz-előfordulásokat tártak fel. A kísérletek eredményei azt igazolták, hogy a világ más szénhidrogén-előfordulásain megfigyelt geofizikai–geokémiai jelenségek a Pannon-medence földtani viszonyai között is előfordulnak és az üledékes összlet geoelektromos paramétereiben okozott hatásaik elektromágneses mérésekkel kimutathatók.

Másik említésre érdemes együttműködés a magnetotellurikus mérési eredmények korszerű, 2-D inverziós interpretációjának területéhez kapcsolódott 1988–1989-ben az OKGT és a USGS között a Kisalföldi-medence szénhidrogén-földtani analízisére létrejött megállapodás keretei között. A GKV kisalföldi regionális MT szelvényeinek az USGS denveri geofizikai részlegének közreműködésével elvégzett értelmezése a medencealjzat takarós felépítéséről kapott szeizmikus kutatási eredmények integrált részét képezte.

HIVATKOZÁSOK A III. FEJEZETHEZ

- ÁDÁM A. 1970: A szocialista országok tudományos akadémiáinak együttműködése a planetáris geofizikában. A KAPG szervezete és működése. Magyar Geofizika **11**, 4–5
- DMITRIEV V. I., KÁTAI I., SZABADVÁRY L. 1980: Mathematical models of the electromagnetic sounding and mapping in geophysics. Lomonosov Egyetem, ELTE, ELGI

DRASKOVITS P., TKÁCOVA H., SÖRÉS L. 1997: Geophysical exploration of quaternary formations in the area of the DANREG project. Geophysical Transactions **41**, 3–4, Special issue

HOBOT J., ZSILLE A. 1998: Geofizikai kutatások Mongóliában. Magyar Geofizika **39**, 4

FEJES I. 2002: Geofizikai kutatások Mongóliában. Magyar Geofizika **43**, 3

KAKAS K., FRISCHKNECHT F. C., ÚJSZÁSZI J., ANDERSON W., PRÁCSEER E. 1985: Transient electromagnetic soundings — Development of interpretation methods and application to bauxite exploration. Geophysical Transactions **31**, 1–3, Special edition

NEMESI L., ŠEFARA J., VARGA G., KOVÁCSVÖLGYI S. 1997: Results of deep geophysical survey within the framework of the DANREG project. Geophysical Transactions **41**, 3–4, Special issue

TAKÁCS E. 2001: A Kínai–Magyar Geofizikai Expedíció tellurikus csoportjának munkája 1956-tól 1959-ig. Geotudományok. A Miskolci Egyetem Közleménye. Bányászat **56**

VERŐ L., SMITH B. D., ANDERSON W. L. 1985: Comparison of interpretation methods for time-domain spectral induced polarization data. Geophysical Transactions **41**, 1–3, Special edition

Köszönetünket fejezzük ki BERTHA Zsolt, DRASKOVITS Pál, GERZSON István, KAKAS Kristóf, PATTANTYÚS-Á. Miklós, REZESSY Géza, SALÁT Péter, VARGA Géza és VARGA Mihály kollégáinknak, akik írásos feljegyzéseikkel segítették tanulmányunk elkészítését.

*Ádám Antal,
Nagy Zoltán,
Nemesi László,
Takács Ernő*