

Ge-40 típusjelű geoelektromos mélyszondázó berendezés

KIRÁLY E. — SZABADVÁRY L. — VERÓ L.

Magyarországon a nagymélységű geoelektromos szondázások módszer- és műszerfejlesztése 1958-ban kezdődött. A műszerfejlesztés egyik fontos állomása az 1962-ben megépített GE-30 típusjelű berendezés volt, melyet eredményesen alkalmaztunk a dél-dunántúli kutatásoknál. Az 1964-ben megkezdett alföldi nagymélységű mérések új berendezést igényeltek. Az alábbiakban ezt a műszert ismertetjük.

В Венгрии работы по разработке методов и аппаратуры вертикального электрического зондирования были начаты в 1958 г. Важным этапом этой работы было создание в 1962 г. аппаратуры GE-30, успешно применявшейся в разведочных работах южной части Задунайской области. Работы по изучению глубинного строения Большой низменности потребовали разработки новой аппаратуры. В нижеследующем описывается данная аппаратура.

Die Methoden- und Geräteentwicklung im Gebiet der geoelektrischen Tiefensondierungen wurden in Ungarn 1958 begonnen.

Eine wichtige Station in der Geräteentwicklung war das 1962 gefertigte Gerät mit der Typenbezeichnung GE-30, welches bei Forschungen im Gebiet von Süd-Transdanubien mit Erfolg angewendet wurde. Die 1964 in der Ungarischen Tiefebene begonnenen Tiefensondierungen benötigten die Entwicklung einer neuen Apparatur.

Im Nachstehenden beschreiben wir diese Apparatur.

Az elmúlt években a Nagyalföldön a mélyszondázások feladata, hogy a geoelektromosan nagyellenállású vezérszint morfológiáját kutassa. A szondázási eredmények minősége a rendelkezésre álló műszer kapacitásától, lehatolási mélységétől, a terület geoelektromos felépítésétől és a nagyellenállású vezérszint mélységétől függ. A Nagyalföldön — Szolnok környékén — eltekintve a felszínközeli néhány száz métertől az üledékes összlet felépítésének, az ún. geoelektromos modellnek, két jellemző típusa van:

- a) 1000–2000 m vastag, kis fajlagos ellenállású, geoelektromos vezérréteg alatt települt nagyellenállású vezérszint;
- b) a geoelektromos vezérréteg és nagyellenállású szint között közepes f. ellenállású, 2000–3000 m vastag rétegcsoport helyezkedik el, az üledékes összlet összvastagsága néhol az 5000 m-t is meghaladja.

A kutathatóság szemszögéből ítélve az első típusba tartozó területek geoelektromosan kedvezőek. Ilyenek voltak a Nagyalföld egyes részei és Dél-Dunántúl, ahol több éven keresztül végeztek mélyszondázásokat az első magyar Ge-30 jelű berendezéssel [1]. Kedvezőtlennek mondjuk az üledék felépítését a második esetben. Kétszeresen támad nehézség a nagyellenállású szint kutatásakor: az üledékes összlet geoelektromosan elkülöníthető rétegei (a geoelektromos vezérréteg és közbülső réteg fajlagos ellenállásviszonyai és vastagság hányadosai) olyan A típusú szondázási görbét eredményeznek, amelynek értékelése meglehetősen bonyolult. Ehhez járul még, hogy a kutatási mélység az a modellnél nagyobb: két, sőt néhol háromszoros.

A második típusba tartozó területek kutatásához a *Ge-30* berendezés 2000–2500 m-es hatómélysége kevés volt. A műszer mérő és tápegységét egyaránt 12 A maximális áramerősségre tervezték, amely dipol ekvatoriális terítésben kifejezve legfeljebb 10 000 m dipoltávznak felel meg. Számítások szerint 5000 m mélységben levő geoelektromos vezérszint kimutatásához 20 000 m tengelytávolságig kell szondázni, s ennek áramigénye 60 A. Az új *Ge-40* jelű mélyszondázó berendezés tervezésekor arra törekedtek, hogy a műszer a felmerült 5000 m-es hatómélység igényének megfelelően.

A mélyszondázó berendezés műszertani kérdései két csoportba sorolhatók:

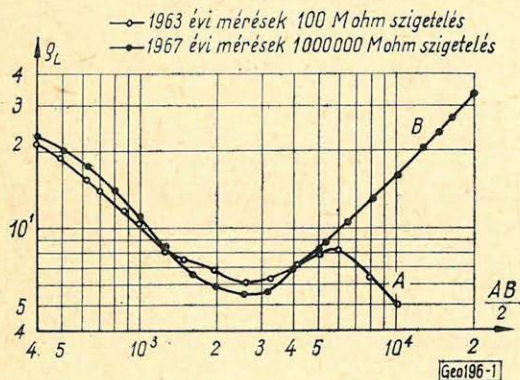
1. *Bázis mérő- és kapcsolómű.* Rendeltetése a tápáramerősség (*I*) mérése, a generátor teljesítményének különböző kombinációkban való kapcsolása és távközlés biztosítása.

2. *Mozgó műszerkocsi.* Feladata, hogy adott tengelytávolság mellett az *MN* elektródákon fellépő *V* potenciálkülönbséget regisztrálja.

Magyar tapasztalatok szerint a mélyszondázó berendezések bázisművében előforduló hibák többsége szigetelési zavarokra vezethető vissza. A terepi műszerek szigetelése általában 100 Mohm. Nagymélységű szondázásoknál lényegesen nagyobb szigetelésre van szükség.

A hibamentes mérés biztosítása a mérő és tápáramkörök között min. 100 000 Mohm szigetelés. A szigetelési hibából eredő rossz mérés szemléltetésére példa az 1. ábrán bemutatott két görbe. Mindkét görbét azonos helyen mérték; az *A* jelű görbét 100 Mohm, a *B* jelűt pedig 1 000 000 Mohm szigetelésű berendezéssel. Az aljzat mélységének és fajlagos ellenállásának meghatározásához az *A* jelű szondázási görbe $R=5000$ m-től nem használható fel. Nagymélységű szondázásnál a szigetelési problémákat kétféleképpen lehet megoldani:

Nádudvar Nu-15



1. ábra $\Phi_{uz. 1.}$ Fig. 1.

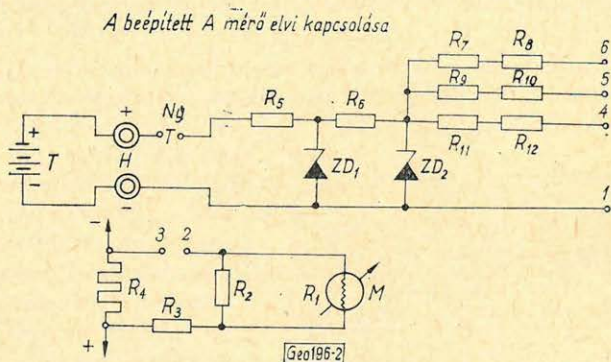
a) amikor az *I* tápáram mérését $R_0 I$ potenciálkülönbség regisztrálására vezetjük vissza, akkor az $R_0 I$ gyengeáramú kört és regisztráló galvanométert kell szigetelni. Csak szigetelő anyagok felhasználása nem vezet célhoz. A szigetelési ellenállás 10^6 Mohm nagyságú értékét árnyékoló körök beépítésével érték el. A középárnyékoló körök az átvezetési áramokat elvezetik, s az idevonatkozó számítások és helyettesítő kapcsolási vázlatok szerint [1] lehetővé teszik a mérések hibamentes elvégzését:

Az átvezetési áramok okozta mérési hibákra a már említett 1. ábra a példa. A középárnyékolás bekapcsolásával mért folyamatos görbe a valóságot tükrözi, míg a másik görbe látszólagos fajlagos ellenállás értékeinél a fellépő hiba jól érzékelhető.

b) Másik lehetőség, amikor a tápáram mérését olyan egységgel végzik, amelyen az effektív áthaladó áramerősség nagyságrendekkel a lehetséges maximális átvezetési áram felett van. A *Ge-40* bázisművének kialakításánál azt a megoldást választották a szigetelési hibák kiküszöbölésére.

Az áramerősséget közvetlen leolvasású, különleges kivitelű ampermérővel mérjük. A Deprez-rendszerű forgótekerces alapműszerhez a műszeren belüli hőmérséklet kompenzálás, önhitelesítő egység és rázásálló kiképzés tartozik.

A műszer elvi kapcsolását a 2. ábrán mutatjuk be. A szabványban megengedett járulékos hőmérsékleti hibánál kedvezőbb értéket R_1, R_2, R_3, R_4 ellenállásokból felépített *Swinburn* hőmérséklet-kompenzáló kapcsolással sikerült megvalósítani. A járulékos hiba $0,25\%/10\text{ }^\circ\text{C}$.



2. ábra
 Фиг. 2.
 Fig. 2.

A terepen történő hitelesítés száraztelepről táplált kaszkádkapcsolású Zener-diódás stabilizátorról történik. A stabilizátor szintén hőmérséklet-kompenzált. Rázkódások elleni védelemül az ampermérő robusztus felépítésű, s a műszerfalba spirálrugók segítségével függesztették fel. Az ampermérő használatánál leolvasási könnyítést jelent a tüköralátétes skála *150 osz.* terjedelme, továbbá, hogy a pólusfordításos észlelési rendszer (*AB-BA*) miatt az átfolyó áram kétszeresét lehet leolvasni.

A műszer eddig még nem említett adatai:

Méréshatár: $0 \dots 75\text{ A}$ (*AB-BA* észlelési rendszerrel).

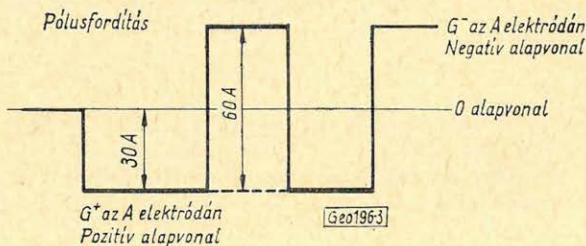
Pontossági osztály: $0,5$.

Mutató: késél.

Működési hőmérséklettartomány: $+5 \dots 35\text{ }^\circ\text{C}$.

Hitelesítési pontok: 25 A ; 50 A ; 75 A skála értékeknél.

A hitelesítő tápfeszültség tartománya: $90 - 120\text{ V}$.

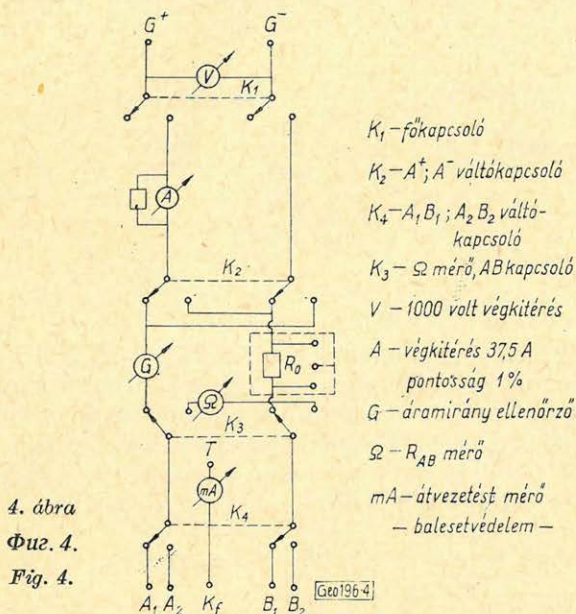


3. ábra
 Фиг. 3.
 Fig. 3.

A forgótekercesen átfolyó mérőáram $10-10^2$ mA. Az átvezetési áramok kedvezőtlen esetben $2,5 \times 10^{-6}$ A nagyságúak. Következik, hogy az átvezetésből származó hiba maximális értéke nem haladja meg az 1% pontatlanságot. A szigetelési hibák teljes megoldása mellett az észlelés a korábbi fotoregisztációs módhoz képest gyorsult. Elmarad a regisztrátumok hosszadalmas és nehézkes irodai értékelése.

Említettük, hogy a 20 000 m tengelytávolságú szondázásokon a tápáramszükséglet 60 A. A rendelkezésre álló maximálisan 16,5 kW-ra terhelhető gene-

GE-40 kapcsolási vázlat



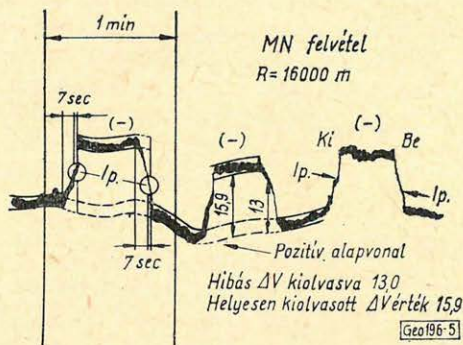
4. ábra
Фиг. 4.
Fig. 4.

rátor kedvező földelési ellenállások esetében sem jelent többet 30 A-nál. A Ge-40 berendezésnél a szükséges 60 A tápáramot a pólusfordításos észlelési rendszer bevezetésével érték el. Lényege ennek, hogy alaphelyzetnek nem az árammentes, hanem az A földelésre kapcsolt pozitív generátor pólust tekintik (3. ábra). Ennek a kapcsolási szisztémának két előnye van: az elektromos tér kialakulása szempontjából úgy tekinthető, mintha 60 A teljesítőképességű generátorunk volna. Másodszer a korábbiaktól eltérően két mérőjel között a generátor hasznos teljesítménye nem vész el pl. a műföldön.

A Ge-40 mélyszondázó berendezés kapcsolási vázlatán (4. ábra) a beépített egységek a következők:

- A = ampermérő és önHITELESÍTŐ egység
- V = 1000 V végkitérésű V-mérő, generátorfeszültség ellenőrzésére
- G = durva, 30 A végkitérésű áramirány ellenőrző
- Ω = közvetlen földelési ellenállásmérő 10-100 ohm-ig
- R₀ = 0,01 ± 2%/₀₀ mangánin ellenállás, terhelhetősége 40 A (középarnyékkolt szerelésben)
- mA = balesetvédelmi mA mérő, amely a műszer és generátortest, valamint a középföldelés között folyó áram ellenőrzésére szolgál.

A *Ge-40* jelű mélyszondázó berendezés használata, és a $20\,000\text{ m}$ -es tengelytávolságú szondázások tették lehetővé a geoelektromos szondázásoknál fel lépő – ez ideig hazánkban hiányosan bizonyított – időtényező vizsgálatát. Időtényezőnek nevezzük a tápáram bekapcsolása pillanatától számított időtartamot, amely alatt a mozgó állomás helyén az elektromos tér véglegesen kialakul. Fotoregisztrációs felvételeken első ízben sikerült ezt a kiépülési folyamatot követni. A vizsgálatokat nagyban megkönnyítette, hogy a mérések éppen



5. ábra
 Φuz. 5.
 Fig. 5.

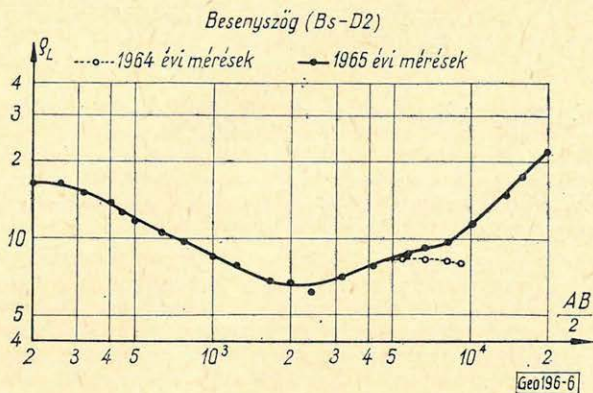
tellurikus tevékenység nélküli napokon történtek (5. ábra). Pl. $R = 16\,000\text{ m}$ felvételen pozitív alapvonalas észlelésnél a kikapcsolást a fotoregisztrátumon hirtelen változás követi, egészen a látszólagos nullvonalig. Bekapcsolásnál viszont késik a mérőjel, míg nem alakult ki potenciálkülönbség az *MN* elektrodapáron (az ionosan vezetett áram még nem jutott el az *MN*-ig). A bekapcsolást követő szakaszon jól érzékelhető az áramter kialakulása, ΔV végleges értékét a kapcsolástól számított kb. 7 sec -ban éri el.

Az időtényező más felvételeken is fellepett, mégpedig az alábbi összefüggés szerint:

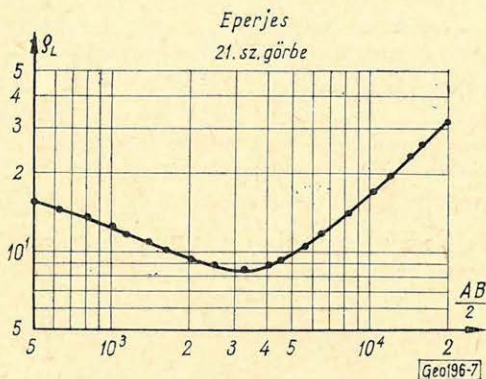
<i>R</i>	időtényező
$20\,000$	kb. 9 sec
$16\,000$	7 sec
$14\,000$	6 sec
$10\,000$	4 sec
$8\,000$	3 sec
$6\,400$	2 sec
$5\,600$	nem érzékelhető

A mélyszondázási anyag minőségi javulásához vezetett a *Ge-40* berendezés használata. Régebbi felvételeken, így pl. az 1964. évi méréseknél az időtényező hatását nem sikerült ilyen élesen felismerni. A ΔV jelalak kiolvasásánál hibát követtek el, kitérésnek csak a galvanométer hirtelen változását fogadták el a kialakulási folyamat elhagyásával. Így a látszólagos fajlagos ellenállás számításakor az *R* távolság függvényében negatív hibát vétettek, a látszólagos fajlagos ellenállásértékek a valódinál rendre kisebbek voltak. Példa erre a Besenyszög mellett mért szondázási görbe, melyet 1965-ben ismételték, illetve hosszabbítottak meg (6. ábra). A görbén $R = 6400$ -tól – ahol már az időtényező jelentkezik – a szondázási görbe az 1964. évi felvételek alapján

„ellaposodik”. A *Ge-40* berendezéshez tartozó $16,5\text{ kW}$ generátorral és pozitív alapvonalas észleléssel többszöri ismétlés után a helyes (felső) *A* típusú görbét nyerték.



6. ábra Φuz. 6. Fig. 6.



7. ábra Φuz. 7. Fig. 7.

A *Ge-40* mélyszondázó berendezést harmadik éve használják a Nagyalföldön. Geoelektromosan a Szolnok környéki mélybe süllyedt nagyellenállású vezérszintről első ízben sikerült kielégítő információt nyerni. A műszer $max. 5000\text{ m}$ -es hatómélysége kielégítően biztosítja, hogy a szondázási görbék sima lefutásúak (7. ábra), nem jelentkezik az a tagoltság, helyenkénti kiugró érték, ami korábban a nagymélységek fölött mért szondázási görbéken volt.

IRODALOM

- [1] Szabadváry L. 1964: A komplex geoelektromos módszer alkalmazása. I. rész. A nagymélységű szondázás műszerteknikai kérdései. (*Ge-30* típusú mérőberendezés.) Geofizikai Közlemények XIII. köt., 4. szám.
- [2] Erkel A. – Hobot J. – Szabadváry L. 1965: Komplex geoelektromos medencekutató mérések Dél-Dunántúl területén. Geofizikai Közlemények XIII. köt., 4. szám.
- [3] Hobot J. 1966: A geoelektromos mérések medencealjzatra vonatkozó eredményei az alföldi komplex geofizikai kutatásban. ELGI Adattár; Intézeti jelentés.