

A nagymélységű geoelektromos kutatás fejlődése Magyarországon

SZABADVÁRY LÁSZLÓ

A geoelektromos kutatások mélységi behatolásának növekedésével a kompenzációval működő berendezéseknél előnyösebben alkalmazhatók a fotoregisztrálással működők.

A dolgozat ismerteti azokat a szempontokat, amelyek nagy hatómélységű geoelektromos berendezések szerkesztésénél, illetve terepi alkalmazásánál figyelembe veendők.

Для проведения геоэлектрической съемки с повышенной глубиной исследования более удобным оказывается применение геоэлектрической аппаратуры с фотографической записью, чем аппаратуры, работающей на принципе компенсации.

В работе описываются условия, которые должны учитываться при конструировании и полевом применении геоэлектрической аппаратуры с повышенной глубиной исследования.

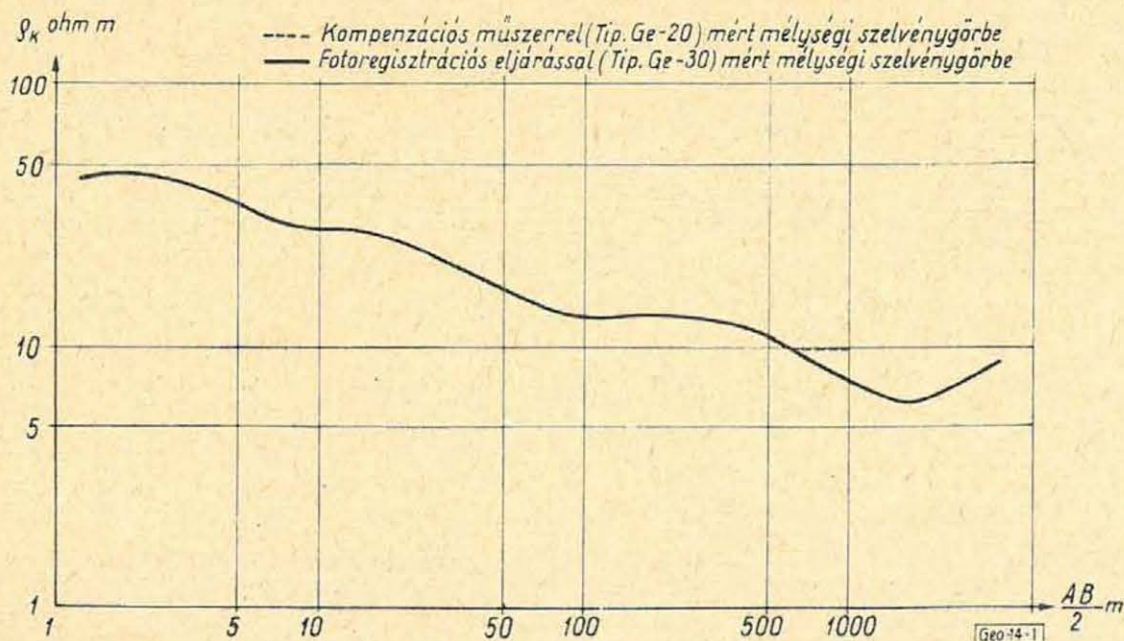
Mit der Erhöhung der Einbringungstiefe der geoelektrischen Untersuchungen können die Anlagen mit Photoregistrierung günstiger verwendet werden, als die Anlagen, die mit Kompensation arbeiten.

Im Vortrag werden die Forderungen, die bei der Konstruierung und Verwendung der geoelektrischen Anlagen für Tiefsondierung in Betracht genommen werden sollen, erörtert.

Magyarországon a geoelektromos ellenállásmérés alkalmazása az ötvenes évek elején terjedt el. Kezdetben Schlumberger-rendszerű kompenzációs műszerekkel dolgoztak. Később áttértek a magyar gyártmányú, dekádos besztású kompenzációs műszerek — GE—9 és GE—10 típus — használatára.

1958-ban megszerkesztették az első automatikusan számoló műszert — a GE—20 típust —, amely kedvezően megváltoztatta a terepi mérések teljesítményadatait.

Az említett műszereket mélységi- és vízszintes szelvényezésre, természetes potenciál mérésre használják, ill. használták. A műszerhez rendszeresített



1. ábra. A kompenzációs mérési adatok eltérése a helyes értéktől nagymélységű geoelektromos szelvényezés esetén

segédeszközök és tartozékok elsősorban AMNB gradiens mélységi szelvényezésre készültek. Kezdetben Magyarországon is alkalmaztak Wenner-elektroda elrendezést, a mérőmódszerek fejlődésével párhuzamosan azonban megállapították, hogy a Wenner elrendezés nemcsak kisebb felbontóképessége miatt kerül hátrányba az AMNB elrendezéssel szemben, hanem a Wenner elrendezésnél a MN elektrodák állandó változtatása is torzítja a szelvénygörbét. Ez a torzulás különösen a kavicsos, törmelékes felszínű talajokon nagy, s egyáltalában nem elhanyagolható. Amióta lehetőség nyílt nagyérzékenységű galvanométerek geofizikai alkalmazására, a Wenner elrendezésnek említett hátrányait már nem ellensúlyozza viszonylag kicsiny tápáramszükséglete, és ezért ennek az elrendezésnek használata teljesen háttérbe szorult.

A műszerek fejlődésével párhuzamosan nőtt a geoelektromos ellenállás-mérések kutatási mélysége is. Az ötvenes évek elején ez még csak 50 méter volt, az ötvenes évek végén 400 m. Ezen a mélységhatáron túl is végeztek kísérleti méréseket, de a rutin jellegű kutatás éveken keresztül nem terjedt 400 méternél mélyebbre. Oka ennek a kompenzációs mérési eljárás megbízhatatlansága, ha bizonyos AB tápelektroda távolságon túl alkalmazzák.

A nagymélységű geoelektromos kutatást ezenkívül megnehezítette a magyarországi üledékes rétegek viszonylag nagy anizotrópiája (1,8). Ez főként a fiatal, harmadkorú üledékeknél feltűnő, és annak a következménye, hogy ezek a rétegsorok nagyszámú, de vékony homok, agyag, kavics, homokkő, márga rétegekből állanak. A nagy anizotrópia okozza pl., hogy 400 m mélységben fekvő alapkőzet megbízható kimutatásához néha $AB_{max} = 2000$ méteres mélységi szelvényezés sem elegendő.

1957-től kezdődően rendszeresen vizsgáltuk a kompenzációs módszer eme hiányosságának okait. Az 1960. évig húzódó mérési sorozatnak röviden a következő eredménye volt:

1. Nagymélységű szelvényezés esetén bizonyos altalajoknál több másodperc nagyságú lehet az időtényező, vagyis az az időtartam, ami az áram tápelektrodákra történő kapcsolása és az altalajban létrejövő áramtér végleges kialakulása között eltelik. Mivel kompenzációs méréseknél a tellurikus áramok zavaróhatása miatt ΔV -t mindig az első időpillanatban mérik, ez ΔV és így ρ_L meghatározásánál állandó jellegű hibalehetőséget okoz.

2. A terepi méréseknél alkalmazott műszerek szigetelése általában 100 M Ω , de kedvező esetben sem nagyobb 10 000 M Ω -nál. Ugyanakkor nagymélységű kutatásnál 250 000 M Ω szigetelés is szükséges lehet, az alkalmazott tápfeszültség nagysága (500–1000 V) és a ΔV galvanométer 10^{-9} . A nagyságrendű érzékenysége miatt. Így a szigetelés ki nem elégítő volta miatt ρ_L meghatározásánál 100%-nál nagyobb hiba is jelentkezhetik.

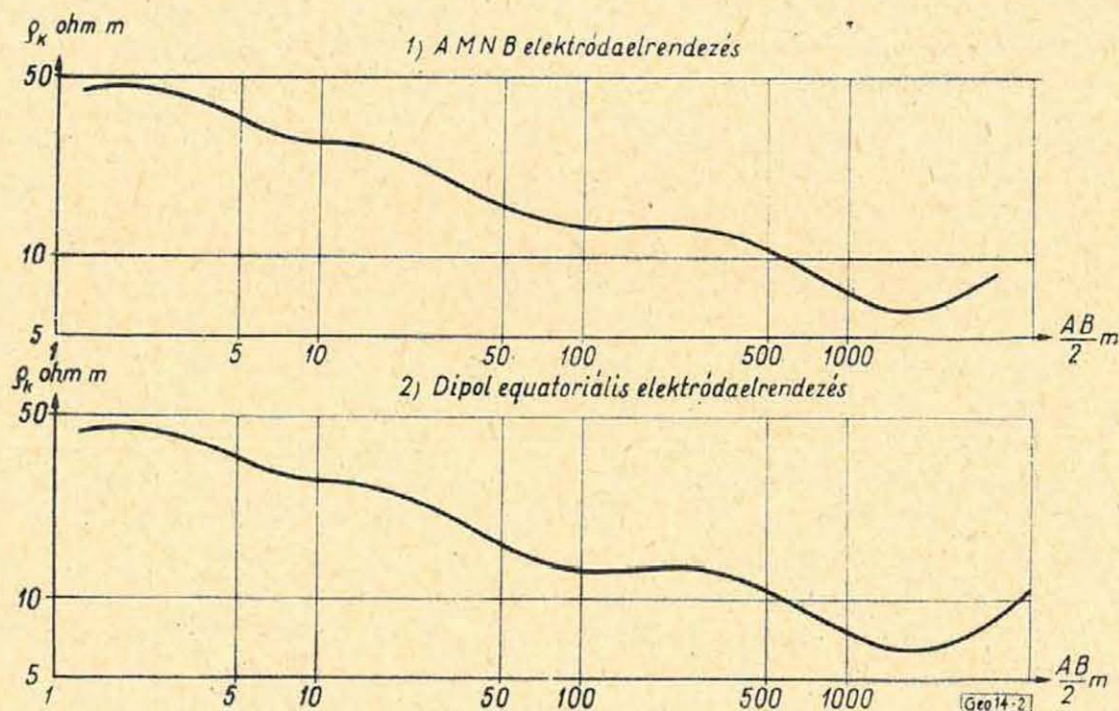
3. Magyarországon a nagyvastagságú üledékes rétegek ellenállása nagyon kicsiny, helyenként 2–3 ohm. Ezért nagyteljesítményű generátorokra és nagyérzékenységű ΔV indikátorokra van szükség. (Pontos szelvénygörbék méréséhez emellett szükséges, hogy a generátor és indikátor $\pm 1-2\%$ pontossággal és stabilitással dolgozzék. Az indikátorral kapcsolatban az érzékenység és stabilitás feltételét a rezgésmentes galvanométerek kielégítik.)

4. A tellurikus áramok zavaróhatása, valamint az időtényező fellépése miatt az I tápáramot és ΔV potenciálkülönbséget regisztrálni kell legalább 0,5 percig, a felvételtől a leolvasást az áramtér bekapcsolásától számított 10–15 másodperc és 30 másodperc közti időközben a legjobb elvégezni.

5. Magyarországon a nagymélységű szelvényezéseknek több sajátos nehézsége is van. A sűrűn lakott, parcellázott, szőlő vagy kertészeti művelésű területeken a szelvényezés kábeleit több országúttal, és sok földutat harántolnak. Az útakon közlekedő gépkocsik, állatvonatátású kocsik a kábelt könnyen elvághatják. A tapasztalat azt mutatta: a kábelszakadások olyan gyakoriak, hogy a rutinszerű méréseket lehetetlenné is teszik.

Ezért a GE-30 mérőállomás tervezésénél a rendelkezésünkre álló lehetőségekhez mérten igyekeztünk kiküszöbölni az említett nehézségeket. Ez a mérőállomás 2000-4000 méter mélységű kutatás elvégzésére alkalmas. Egy bázis- és két mozgó műszerkocsiból, valamint generátor kocsiból áll. Első sorban dipol szelvényezés céljaira készült, de használható AMNB vagy más elektróda elrendezésnél is. Jellemzője, hogy különböző árnyékoló körök alkalmazásával sikerült elérni a műszerek megfelelő szigetelését, ami terep-körülmények között 1 millió $M\Omega$ -nak felel meg.

A mérőállomásba műszerkocsinként egy kétesatornás fotoregisztráló van beépítve. A csatornák érzékenysége $10 \mu V$, pontossága $\pm 1\%$. A terepi méréseket a bázis műszerkocsiból vezérlik, egyenirányítós körökkel dolgozó telefonok, valamint rádióadók segítségével. A generátor működését távvezérléssel szintén a bázis műszerkocsiból irányítják. A generátor leadott teljesítményének stabilitását az A, B elektróda rendszerekre való rákapcsolás pillanatában nagyteljesítményű műföld és a generátorra szerelt automatikus gázszabályozó biztosítja. A műföld beállításakor az elektródák polarizációs feszültsége is figyelembe vehető.

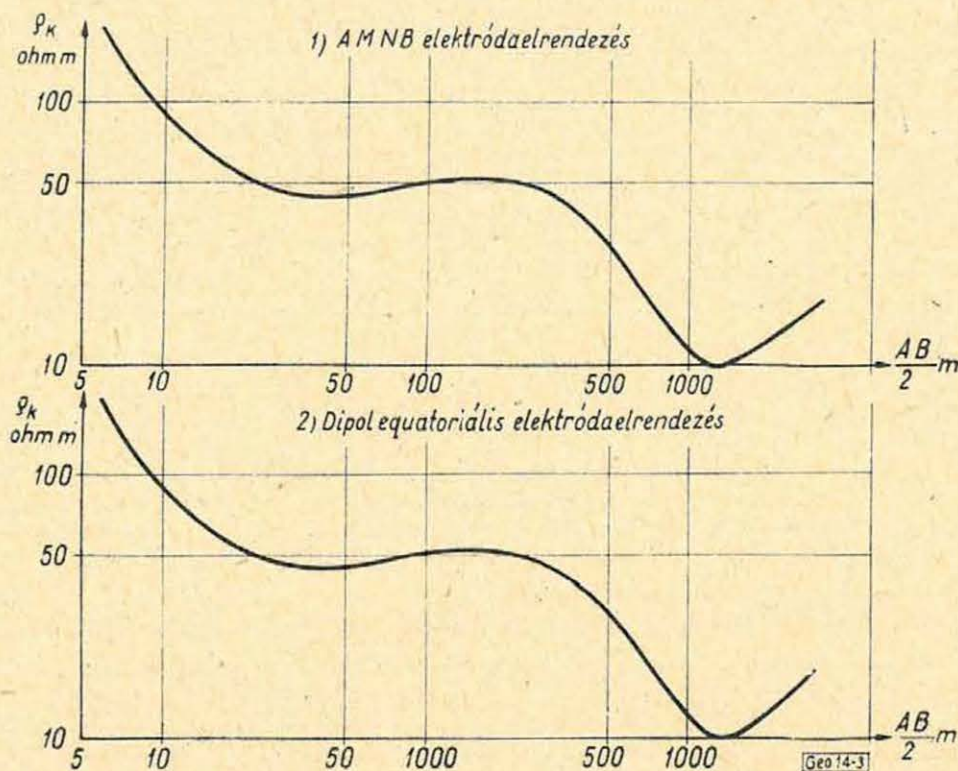


2. ábra. Mélységi szelvénygörbék Hajdúszoboszlón

A GE-30 mérőállomás elkészítése biztosította a nagymélységű szelvényezés kifejlesztésének műszertechnikai feltételeit. A tulajdonképpeni módszertani vizsgálatok csak azután indulhattak meg, és főként az alábbi négy kérdés tisztázására irányultak:

1. Magyarországon a viszonylag kicsiny kiterjedésű és változó vastagságú üledékes rétegek anizotrópiája nem változik-e túlságosan nagy mértékben? Nem teszi-e ez lehetetlenné a tényleges vastagságadatokat adó, önálló (fúrástól független) kutatás kifejlesztését?

2. Az üledékes rétegek kis kiterjedése, valamint a feltehetően erős, vízszintes irányú inhomogenitás miatt a dipol szelvényezés az AMNB elektródaelrendezéssel egyenértékű adatokat ad-e?



3. ábra. Mélységi szelvénygörbék Jánoshalma 2. sz. ponton

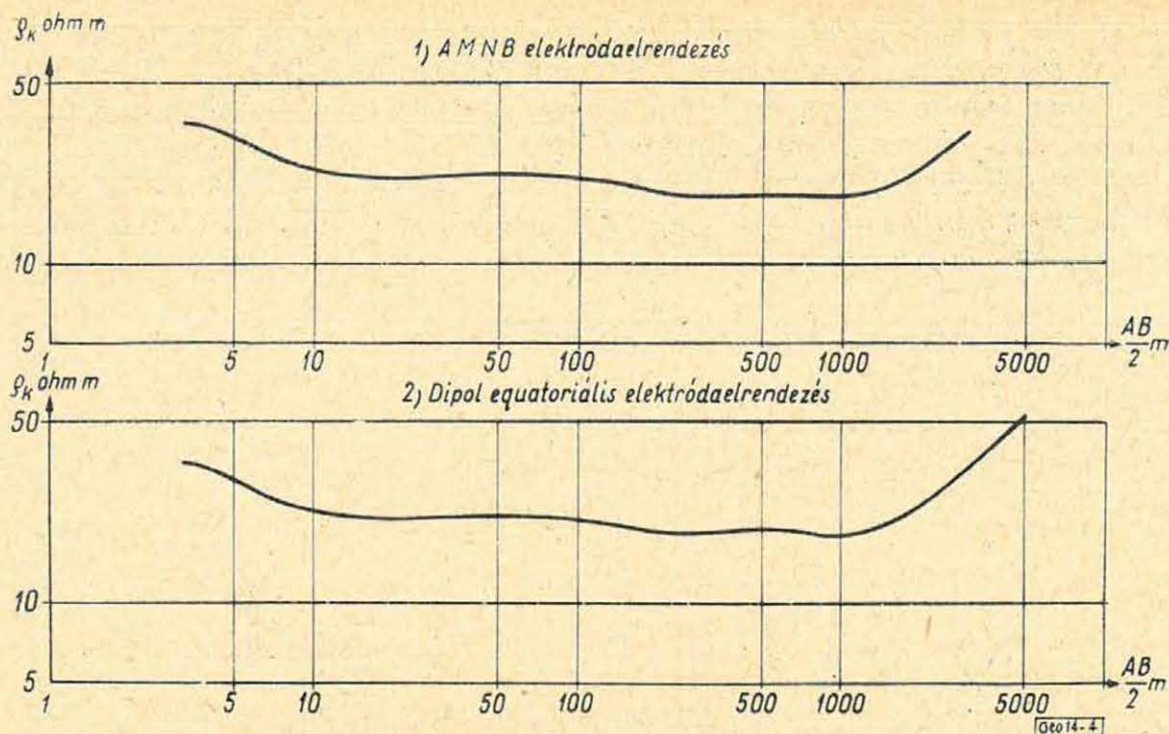
3. A Nagyalföldön a felszínközeli holocén és levantei rétegek fajlagos ellenállása többszörösen nagyobb, mint a pannon rétegeké. Ha az alapkőzet közvetlenül az alsó pannon alatt található meg, $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ típusú altalajjal állunk szemben. Kérdéses, hogy az alsó pannon kicsiny ellenállása miatt a mért mélységű szelvénygörbék nem esnek-e mélyen az equivalencia tartományba, s emiatt az alapkőzet tényleges mélységmeghatározása elvégezhető-e?

4. Magyarországi viszonyok között milyen maximális AB távolságig érdemes AMNB mélységi szelvényezést végezni? Ha alkalmazható a dipol elektróda elrendezés, milyen pontsűrűség (hány elektródaállás) szükséges? Ennek függvényében lecsökkenthető-e a nagymélységű geoelektromos kutatás költsége annyira, hogy alkalmazása gazdaságos legyen?

A kérdésekre végleges választ adni jelenleg még nem lehet, mert ehhez a rendelkezésünkre állónál lényegesen nagyobb számú mérési anyag szükséges. Az eddigi adatok viszont biztató eredményt ígérnek.

Az anizotrópia változásának vizsgálatára az ország különböző területein, egymástól teljesen elütő altalajokon végeztek méréseket.

A területeken az alapkőzet mélysége és az üledékes rétegsor ellenállása lényegesen eltér egymástól. Ennek ellenére az üledék anizotrópiájára $\lambda = 1,8 \pm 9\%$ értéket kaptunk. Ugyanakkor a geoelektromos kiértékelés analitikusan meghatározott hibája $5\% - 15\%$ között ingadozott, tehát az anizo-



4. ábra. Mélységi szelvénygörbék Szigetváron

tropia változás teljes egészében a kiértékelés relatív pontatlanságából is adódhat.

Az AMNB és dipol elektróda elrendezés mérésadatai számszerű megegyezésének a vizsgálatára az említett területeken azonos ponton, egymásnak megfelelő azimutban AMNB és dipol szelvényezést is végeztek.

Az eredmények a vártnál jobbak voltak, mondhatjuk a két görbe gyakorlatilag megegyezett egymással.

Az equivalencia hatás az eddigi mérések feldolgozásánál nem okozott különösebb nehézséget.

Végül összehasonlítva az AMNB és dipol szelvényezés alkalmazhatóságára kapott adatokat, megállapítható, hogy a dipol elektródaelrendezés Magyarországon jobban alkalmazható, mint az AMNB elrendezés. Kisebb mélységű kutatásnál, valamint különleges topográfiai, földtani és geofizikai (tellurikus áramok!) viszonyok esetén viszont az AMNB elektróda elrendezés alkalmazása a célszerű. A geofizikai kiértékelés és földtani értelmezés általában megköveteli, hogy ellenőrzésképpen egy-két AMNB szelvényezést végezzenek olyan területen is, ahol a kutatást dipol elrendezéssel végzik.

A nagymélységű geoelektromos szelvényezés kifejlesztése Magyarországon egy nagyobb arányú módszerfejlesztés első lépése volt. A fejlődés további fokozata kétirányú; mégpedig a *módszertanilag komplex* geoelektromos eljárás kialakítása, és a *földtani értelmezést* elősegítő, a *mélységmeghatározás pontosságát növelő komplex* módszer alkalmazása. Előbbinél nagymélységű felszíni ellenállásmérést és tellurikus mérést végeznek együttesen úgy, hogy a felszíni ellenállásmérésből számított korrekciós adatokkal az eddigi kvalitatív adatokat szolgáltató izoarea térképet kvantitatívvá tegyék. Utóbbinál a szeizmikus refrakciós- és reflexiós méréseket, valamint a nagymélységű geoelektromos méréseket együttesen végzik, és kölcsönösen korrekciós adatokat adnak a másik módszer feldolgozási és értelmezési problémáinak az egyszerűsítésére, ill. egyértelműbbé tételére.