

Tapasztalatok a radiokip módszer alkalmazásában

TAKÁCS ERNŐ

A tanulmány – elsősorban a magnetotellurikus mérésekhez való hasonlóságukra alapozva – ismerteti a radiokip módszer különböző módosulatait és a tőlük várható földtani információk jellegét. Leírja továbbá a kísérleti mérésekhez használt műszereket, amelyeket lényegében a kereskedelemben kapható tranzisztoros vevőkészülék és mV-mérő kis átalakításával nyertek. Számos mérési eredménnyel és azok értelmezésével bizonyítja, hogy a sekély kutatási mélységű mérnök-geofizikai, földtani térképezési feladatoknál a kis költségű módszer alkalmazása célravezető.

В работе описываются различные варианты метода „радиокип”, главным образом на основе их подобия с магнитотеллурическим методом, а также характер ожидаемой от них геологической информации. Кроме того описываются применяемые для опытных работ приборы, которые состоят, в сущности, из стандартных транзисторных приемников и из милливольтметра. На ряде результатов измерений и на примерах их интерпретации доказывается целесообразность применения этого дешевого метода для решения инженерногеофизических задач и геологической съемки, связанных с изучением небольших глубин.

Es werden – auf ihrer Ähnlichkeit zu den magnetotellurischen Methoden fussend – die verschiedenen Formen der Radio-Kip-Methode und die Merkmale der von diesen zu erwartenden geologischen Informationen besprochen. Weiter werden die bei den Versuchsuntersuchungen benutzten Instrumente – welche lediglich durch eine geringfügige Umformung eines kommerziellen Aufnahmeapparats und mV – Messer erhalten wurden – bekanntgemacht. Viele Messergebnisse und deren Interpretation beweisen, dass diese recht billige Methode bei ingenieurgeophysikalischen Aufgaben von geringer Tiefe, sowie bei geologischen Kartierungsproblemen zweckmässig angewendet werden kann.

A rádiófrekvenciás módszereknek viszonylag gazdag irodalma van. Alkalmazásuk azonban csak időről időre került előtérbe. Elterjedésüket korlátozott kutatási mélységük, az értelmezéshez szükséges elméleti megalapozottság és a megfelelő mérési tapasztalatok hiánya is akadályozhatja.

Tekintve, hogy az utóbbi években gyakran találoztunk egészen sekély kutatási mélységű – 20 méteren belüli – mérnökföldtani vonatkozású geofizikai feladatokkal, a radiofrekvenciás módszerek használhatóságának vizsgálata a hazai alkalmazás lehetőségeit illetően is időszerűvé vált. Bár a szokásos geoelektromos mérések az említett esetekben megfelelő eredményeket adtak, előfordult, hogy a megkívánt finom részleteket csak speciális elektróda-rendszerek alkalmazásával szolgáltatták [1]. Ezzel azonban az egyébként is hosszadalmas terepi munka még összetettebbé vált.

A rádiófrekvenciás módszernek több módosulata van. Egyik csoportjuk saját, a mérést szolgáló adót használ. A közettömegek átvilágítása, vagy a visszavert és a vevőt közvetlenül érő hullámok interferenciája alapján következtet a kutatandó képződmény jelenlétére, vagy hiányára, illetve a rétegsor elektromos paramétereire. Ilyen méréseket hazánkban már korábban is végeztek [2, 3].

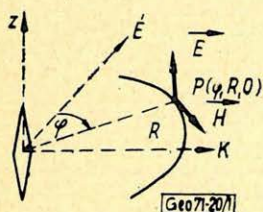
Vizsgálataink tárgyát viszont a radiokip módszer képezte, amely távoli, műsorszóró adók elektromágneses terének vizsgálatával szolgáltat földtani információkat [4]. A műszerezettség így minimális és a mérés is rendkívül gyors és olcsó. Az elektromágneses terek hasonlósága miatt az értelmezésben

felhasználhatók a magnetotellurikus módszerrel szerzett tapasztalatok. A radio-kip módszer lényegében ugyanis a magnetotellurikus sekély kutatási mélységű megfelelőjének tekinthető.

1968-tól kezdve rendszeresen végzünk ilyen méréseket [5, 6, 7]. – Az alábbiakban ezek lényegesebb eredményeiről számolunk be.

1. A hosszuhullámú rádióadók elektromágneses terének sajátosságai

Az adó antennája függőleges elektromos dipólus. Ekvatoriális síkjában homogén közegben az elektromos térerősség vektora (E) a mérési pont és a dipól tengelye által meghatározott függőleges síkba esik. A mágneses térerősség (H) viszont ezen sík normálisának irányába néz (1. ábra).

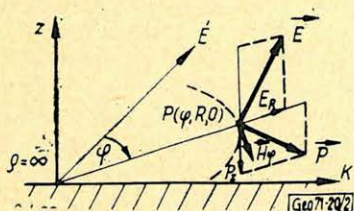


1. ábra. Az elektromos dipólus térerősség-összetevői homogén térben

Фиг. 1. Компоненты напряженности поля электрического диполя в однородном поле

Fig. 1. Feldstärkekomponenten des elektrischen Dipols in homogenem Feld

A véges elektromos vezetőképességű felszín mentén haladó elektromágneses hullám azonban a felszínhez közeli rétegekben áramokat indukál, ami energia-vesztéssel jár. Ezért a Poynting-vektornak (P) függőleges összetevője is van (P_z). Ez eredő P vektor a homogén térben kialakuló vízszintes, radiális helyzethez képest a haladás iránya felé megdől. Így a felszín mentén az azimutális mágneses térerősségvektorra merőlegesen radiális irányú elektromos térerősség-összetevő is kialakul (2. ábra). A horizontálisan homogén felső rétegsorban tehát gyakorlatilag a felszínnel párhuzamosan polarizált elektromágneses hullám halad lefelé.



2. ábra. Az elektromos dipólus térerősség-összetevői vezető féltér felszínén

Фиг. 2. Компоненты напряженности поля электрического диполя на поверхности проводящего полупространства

Fig. 2. Feldstärkekomponenten des elektrischen Dipols an der Oberfläche eines leitenden Halbraumes

Az adótól olyan távolságra, ahol a térerősség a mérési területen belül az adótól mért távolsággal már nem változik jelentősen, a felszínhez közeli közegekben az elektromágneses tér síkhullámúnak tekinthető. Eloszlását, viselkedését ugyanazok a törvényszerűségek szabják meg, mint a magnetotellurikus térét. A várható földtani információkat is a magnetotellurikus analógiájára állapíthatjuk meg.

Az adó maximális távolságának az szab határt, hogy a közvetlenül sugárzott energia mellett az ionoszférától visszavert elenyésző értékű legyen. Ez a távolság a hullámhosszal nő és a hosszuhullámú műsorszóró adókra 200 – 800 km-ben adható meg.

A síkhullám behatolási mélységét (p) – ahol az amplitúdó a felszínnek e^{-1} -szerese – a

$$p_{\text{km}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10 \rho}{f}} \quad (1)$$

képlettel adhatjuk meg, ahol ρ (ohmm) a kőzeteknek a behatolás mélységéig érvényes átlagos fajlagos ellenállását, f pedig a frekvenciát jelenti. A behatolási mélység tehát a kőzetek fajlagos ellenállásával és a hullámhosszal növekszik.

(1) felhasználásával azt a maximális fedőrétegvastagságot, amely alatt valamely laterális ellenállás-inhomogenitás még kimutatható

$$h_{\text{max}}/m/ = 0,03 \sqrt{\lambda_0/m/ \rho/\text{ohmm}/} \quad (2)$$

alakban szokták megadni, ahol λ_0 az adó által kisugárzott, levegőben mért hullámhosszat jelenti.

Nálunk Brassó az a leghosszabb hullámhosszon dolgozó adó – adásának frekvenciája 155 KHz – amelynek térerőssége az egész ország területén jól mérhető. Erre h_{max} az alábbiak szerint alakul:

$\rho(\text{ohmm}):$	10	30	100	300	1000	10 000
$h_{\text{max}}(m):$	4	7	13	23	43	130

2. A mérés lehetséges módosulatai és az általuk szolgáltatott földtani információk jellege

A magnetotellurikához hasonlóan földtani információkat a térerősség-komponensek relatív amplitúdójának és fázisszögének területi eloszlásából, vagy egy-egy állomáshoz tartozóan a komponensek egymáshoz viszonyított amplitúdói és fázisszögei alapján nyerhetünk.

A felszínen a képződményekben folyó rádiófrekvenciás áramok szekunder tere és a primér tér eredőjét mérjük. A radiofrekvenciás örvényáramok szekunder tere fázisban is eltér a primertől. A vele azonos fázisban levő rész csupán amplitúdó anomáliát okoz, míg a $\pi/2$ -vel eltolt fázisú a felszíni-szuperpozíció útján előálló elektromágneses teret elliptikusan polarizálttá teszi. A valóságban vagy az egyik, vagy a másik fázis-helyzet alakul ki döntő módon. Ezen az alapon az anomáliák kategorizálhatók. Fázis-anomáliák főként megnyúlt, jól vezető képződmények, ércesedéssel, grafitosodással kapcsolatos csökkent fajlagos ellenállású övek fölött alakulnak ki. Az általunk is vizsgált ferde helyzetű réteghatárok, agyagosodott vetőzónák csak amplitúdó anomáliákat okoznak. A térerősség-összetevők fázishelyzetének meghatározása ezért elsősorban az ércek kutatásában lényeges és a mágneses komponensekben jelentkezik inkább.

A radiokip módszereket jelenlegi formájukban főként horizontális szelvényezésre, a fajlagos ellenállásnak a használt adó frekvenciájától függő behatolási mélységig terjedő laterális változásai kimutatására alkalmazzuk. Ugyanazon állomáson több, különböző frekvencián dolgozó adó vételével a kőzeteket

más-más behatolási mélységig vizsgálva, elvileg mélységi szelvényezés is elképzelhető.

Valamely inhomogenitás kimutathatósága annak mértékén és alakján kívül az inhomogenitást okozó földtani képződmény csapása és a síkhullám polarizációs iránya — azaz az adó iránya — közötti szögnek is függvénye. A függőleges helyzetű, lemezalakú, jól vezető képződményben akkor lesz maximális a rádiófrekvenciás örvényáramok sűrűsége, ha a mágneses vektor merőleges csapásának vonalára, tehát a képződmény az adó helye felé húzódik. Így a legnagyobb ugyanis a mágneses erővonalak által metszett felület. Csapásirányú mágneses tér esetén a szekundér tér egészen minimális is lehet. A nagy fajlagos ellenállású, lemez alakú képződmény viszont akkor változtatja meg jelentősen az áramsűrűség eloszlását, ha az elektromos vektor a csapásvonalára merőleges.

2.1. A talaj felszínén földelt elektródák között mért radiális elektromos térerősség (E_R) területi eloszlásának feltérképezése lényegében a tellurikus mérések megfelelője. Bázis állomásra azonban nincs szükség, mert a tapasztalat szerint a térerősség időbeli változásait elhanyagolhatjuk a földtani eredetű, területi változások mellett. Szabályos időközökben azonban célszerű — a műszer ellenőrzése miatt is — egy-egy már bemért állomáshoz, vagy az esetleg előre elkészített hálózat pontjaihoz csatlakozni.

A térerősség vektorának iránya gyakorlatilag állandó és így az 5–10 m-re levő elektródák térítési iránya mindig az adó felé néz.

E_R amplitúdója egyenesen arányos a behatolás mélységéhez tartozó látszólagos fajlagos ellenállással. Érzékenyen reagál a földtani felépítés megváltozására, mert ez a komponens lényegében teljes egészében anomális, ugyanis homogén térben vagy ideális-vezető feltér felett az antenna középsíkjában ilyen összetevő nincs. Megjelenésének a felszín alatti kőzetek véges vezetőképessége az oka.

Mérésekor a felbontóképesség tehát nagy és jelentős amplitúdójú anomáliák várhatók. Összefüggése a rétegsor felépítésével — látszólagos fajlagos ellenállásával — szemléletes.

2.2. A mágneses variációs profilmérés analógiájára az azimuthális, vízszintes mágneses összetevő (H_φ) területi feltérképezése is szolgáltat földtani információkat. H_φ -nek a környezetéhez képest fellépő növekedése kisebb átlagos fajlagos ellenállásra, csökkenése pedig nagyobb ellenállású összletre, illetve képződményre utal. H_φ földtani eredetű változásai azonban a primér térhez képest kis értékűek. Meghatározásuk pontos méréseket igényel.

2.3. A mágneses térerősség vertikális összetevője (H_z) teljes egészében földtani eredetű. Laterálisan homogén rétegsor fölött a primér térnek ilyen komponense nincs. A mágneses térerősségre közel merőleges tengelyű, laterális ellenállás-inhomogenitások határfelületei mentén — pl. közzethatárok, hasadékrendszerek — létrejött áramsűrűség változások hozzák létre. Ezért megbízhatóan és jól mérhetően jelzi a földtani felépítés minden megváltozását. Értelmezése azonban az előző komponensekhez képest összetett, mert az inhomogenitás formájától függően kialakuló, többé-kevésbé lineárisnak tekinthető áramtöbblet körül záródó mágneses erővonalak több összetartozó maximumot eredményeznek. A közeli határfelületek szuperponálódó amplitúdói még tovább bonyolítják a helyzetet.

2.4. A H_Z komponens kialakulása maga után vonja, hogy a mágneses térerősség a vízszintestől eltérő helyzetben lesz maximális értékű. Lehajlásának (δ) változása tehát szintén a szerkezeti viszonyok alakulásának indikálója.

Az eddig felsorolt – különböző térerősségkomponenseket mérő – módosulatok alkalmazásánál nincs szükség sem a helyi értéket, sem a területi változásokat illetően azok abszolút értékének ismeretére. Azoknál a módosulatoknál viszont, amelyeknél egy-egy állomásra a különböző komponensek hányadosát határozzuk meg, célszerű a térerősségre hitelesített műszerekkel dolgoznunk, mert így lehetőség nyílik a látszólagos fajlagos ellenállás tényleges értékének meghatározására is.

2.5. A magnetotellurikus profilméréshez hasonlóan a radiális elektromos (E_R) és azimutális mágneses (H_φ) összetevők hányadosából – az ún. bemeneti impedanciából – a behatolás mélységéhez tartozó látszólagos fajlagos ellenállást (ϱ_f) a

$$\varrho_f(\text{ohmm}) = \frac{0,2}{f} \left| \frac{E_R}{H_\varphi} \right|^2 \quad (3)$$

képlettel kapjuk, ahol az f az adó frekvenciáját jelenti. E_R értékét mV/km H_φ -t pedig γ egységekben kell kifejezni. Különböző frekvenciájú adókat használva frekvenciaszondázási görbe is számítható.

2.6. A levegőben mért vertikális elektromos (E_Z) és a felszínen mért horizontális elektromos (E_R) összetevők hányadosából – ami tehát az elektromos polarizáció ellipszisének a függőlegestől való elhajlását jelenti – az

$$\left| \frac{E_R}{E_Z} \right| = \sqrt{\frac{f}{2}} \varrho_f \quad (4)$$

összefüggéssel szintén kiszámítható a látszólagos fajlagos ellenállás.

3. Műszerek és a terepi mérés metodikája

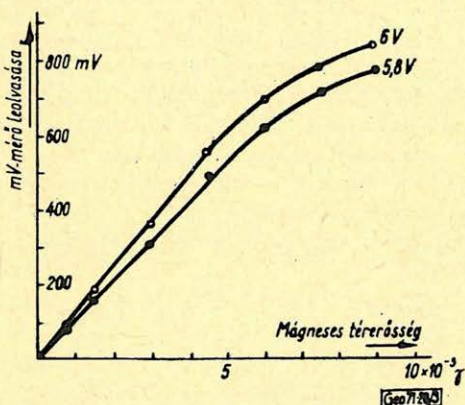
Kísérleti méréseinkkel a mágneses térerősség vízszintes (H_φ) és függőleges (H_Z) összetevőinek, az elektromos térerősség vízszintes összetevőjének (E_R) és a mágneses térerősségvektor hajlásszögének (δ) viselkedését vizsgáltuk különböző földtani feltételek mellett. Műszereink egy $BR-114$ típusú „Camping-Super” rádiókészülék, egy Tel-Mes $TR 1451$ típusú tranzisztorzált mV -mérő és a rádiókészülék befogására alkalmas – vízszintes és függőleges osztott körrel és forgástengelyekkel ellátott – állvány voltak.

A mágneses térerősséget érzékelő elem a rádiókészülék ferrit antennája volt. Az automatikus erősítésszabályozást kiiktattuk és a középfrekvenciás jellel a mV -mérő bemenetéhez csatlakoztunk. A térerősség értékét ez utóbbin olvastuk le. Az abszolút mérés lehetővé tételére a mágneses csatornát Helmholtz-tekerccsel hitelesítettük. Ennek eredményét a leggyakrabban használt brassói adó 155 kHz -es frekvenciájára a 3. ábra mutatja. Mint látható $5 \cdot 10^{-3} \gamma$ térerősségig a kitérés-térerősség összefüggés lineáris. A mért értékek azonban ennél mindig lényegesen kisebbek voltak. Az ábrából látható az is, hogy az érzékenység a vevőkészülék telepeinek feszültségétől is függ. Így ezeket stabilizálni kell. A mV -mérőben a telepfeszültség változásának hatása hitelesítő oszcillátorral kiküszöbölhető.

H_Z mérésénél a rádiókészüléket kézben tartva, a mV -mérőt hevedereni nyakba akasztva használtuk. A ferrit-antenna érzékenységi tengelyét libellával hoztuk függőleges helyzetbe. A libella helyes justírozása a H_Z mérés szempontjából nagyon lényeges, mert a vízszintes összetevő H_Z -nél legalább egy nagyságrenddel nagyobb. Helytelen beszabályozásnál a készülék orientációjától függő adatokat mértünk. A pontos beszabályozásra eljárást dolgoztunk ki.

H_φ mérését — a kis értékű relatív anomáliák miatt — célszerűbb a készüléket állványba fogva elvégezni. Ilyenkor a ferrit-antennát vízszintes helyzetben tartva a maximális kitérés helyzetéig forgatjuk el.

A mágneses térerősség-vektor azimuth- (φ) és dőlésszögének (δ) mérését szintén állványba fogott készülékkel kell elvégezni. φ mérése vízszintes antenahelyzet mellett a jel maximumok megkereséséből áll. A minimum azonban — mivel a mV -mérőn nagyobb érzékenységgű fokozatot használhatunk — biztosabban kijelölhető. Ebből azután 90° -os korrekcióval kapjuk φ -t. A mágneses vektor dőlésszögét a ferrit-antennát a φ azimuthú függőleges síkban a jel maximumáig, illetve 90° -os korrekció alkalmazása mellett a minimumáig elforgatva és helyzetét a függőleges osztott körön leolvastva kapjuk.



3. ábra. Hitelesítési görbe a mágneses térerősség abszolút értékének meghatározásához

Fig. 3. Эталонная кривая для определения абсолютной величины напряженности магнитного поля

Fig. 3. Kalibrierungskurve zur Bestimmung des Absolutwertes der magnetischen Feldstärke

Az E_R elektromos összetevőt a tranzisztoros mV -mérővel mértük. Bemeneré, amely kb. $1 M \Omega$ -os bemeneti ellenállású, egymástól $5 - 10 m$ távolságban levő részelektródákról árnyékolt kábellel csatlakoztunk. Az elektródák terítése az adó felé irányult. A szükséges szelektivitást úgy biztosítottuk, hogy az erősítőként használt mV -mérő kimenetére transzformátoron keresztül egy hangolható rezgőkörre csatlakoztatunk, amelyről egyenirányítás után érzékeny Deprez-műszerre vittük a jelet. Ez a megoldás a hosszúhullámú adók terének szétválasztására és a talaj zavaró áramainak teljesen megfelelő volt. A műszer skáláját szignál-generátorral hitelesítettük.



4. ábra. A terepi mérés vázlatja

Fig. 4. Схема полевых наблюдений

Fig. 4. Skizze der Feldmessung

Több éves tapasztalatunk alapján állítható, hogy gondos méréssel, zavarmentes környezetben, a mérés helyének pontos visszakeresése esetén a relatív anomáliák $10-15\%$ -on belül visszatérő érték. Néhány alapvonalunkon több, mint két éve ellenőrizzük az anomáliák állandóságát.

Nem látjuk igazoltnak a rádiófrekvenciás mérések bírálóinak azt az állítását sem, hogy az anomáliák értékében a meteorológiai tényezőknek döntő szerepe lehet. A különböző évszakokban mért relatív anomália értékek ugyanis nagyon jól visszatérnek.

Az esti órák kivételével az adótól $500-800$ km távolságig a $100-3000$ m-es hullámhosszakra az ionoszféráról visszavert és így azok állapotától is függő térerősség-változás hatása nem jelentős. Több hosszú regisztrátumunk bizonyítja ezt, amelyeket különböző meteorológiai viszonyok között készítettünk.

A műszerek járásának kiejtésére zárt alappont-hálózat is létesíthető. A legtöbb esetben azonban a 4. ábrán bemutatott mérési séma szerint jártunk el.

Az izovonalak megszerkesztéséhez – az esetleges műszerjárás miatt – nem kedvező a hosszú profilok végig mérése. Megfelelőbb például négy, – 2, 3, 4, 5 – új profil állomásait a nyilakkal jelzett módon végig mérni és a szomszédos, már elkészített profilnak (1) – a műszer járásától függően – minden második-negyedik pontjára is felállni. Az esetek többségében a zárás 10% -on belüli. Ilyenkor korrekcióra szükség nincs, hiszen a földtanilag érdekes anomáliák legalább egy nagyságrenddel felülmúlják az ismételt adatok eltérését.

Előfordulhat, hogy a mérést hosszabb időre megszakítva a telepek kimerülése, a készülék más behangolása, a vételi viszonyok miatt, a zárásnál szisztematikusan eltérő értékeket kapunk. Tekintve, hogy az izotérképek azonos térerősség szintre és műszerérzékenységre kell, hogy vonatkozzanak, az utóbb mért állomások mindegyikét a zárási hányadosok – az ismételt ponton a régi és az új érték hányadosa – átlagával meg kell szorozni.

Nagy területek bemérésénél azonban célszerű alaphálózatot vagy az egész területet átszelő alapszelvényeket mérni.

4. Mérési eredmények

A következőkben mérési eredmények bemutatásával a módszer feloldóképességét, a várható anomáliák nagyságrendjét, az alkalmazás területét és néhány tipikus esetre az értelmezés menetét szeretnénk szemléltetni.

A radiokip módszert általában a felszínhez közeli érces zónák kimutatására használják. A közölt példák viszont mérnök-geofizikai vonatkozásúak és a tényleges hazai igények által létrejött kísérleti mérések eredményei.

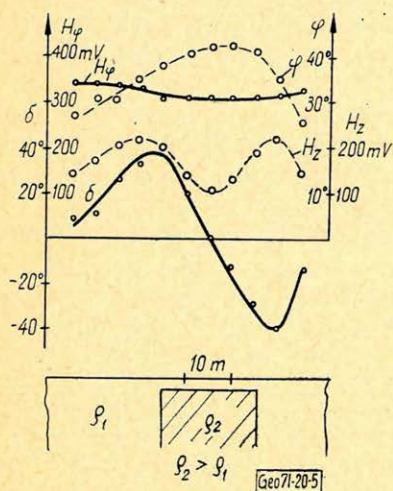
4.1. Az 5. ábrán bemutatott mérési eredmények a Bükk-fennsíkról valók, ahol a közel vízszintes felszín alatt kis vastagságú, alluviális üledékkel elfedett $15-20$ m szélességű mészkő gerinc húzódik. A földtani viszonyok kb. a metszet szerintiék. Tanulságos példája ez a laterális ellenállásváltozások felett kialakuló anomáliáképek.

A H_z összetevő maximumai a függőlegeshez közeli kőzethatárok közelében, egy kissé az ágyazó, kisebb fajlagos ellenállású kőzet felé eltolódva alakultak ki. Egybe esnek a mágneses térerősségvektor lehajlása (δ) szélső értékének helyével. Ezek az anomáliák tisztán földtani eredetűek és így amplitúdójuk a környezethez képest meglehetősen nagy. A földtani felépítés megváltozására érzékenyen reagálnak.

Lényegesen kisebb a vízszintes, mágneses térösszetevő anomáliája (H_{φ}). A mészkőgerinc felett kisebb térerősség értéket kaptunk, ami jelzi annak nagyobb fajlagos ellenállását.

Érdekes, hogy a mágneses vektor azimuthszöge (φ) is jól mérhetően megváltozott.

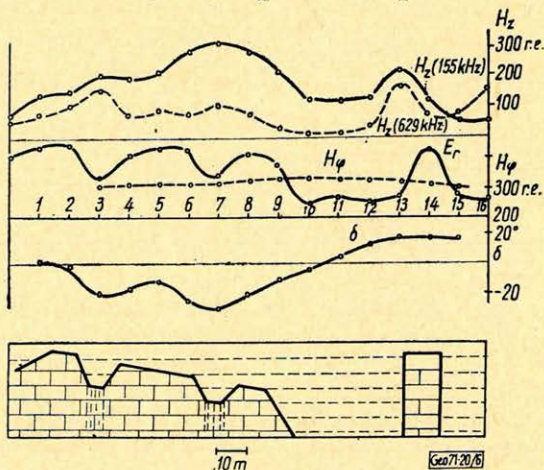
4.2. Ugyancsak a Bükk-fennsíkon, a csipkésúti Nagymezőn több profil mentén a 6. ábrán bemutatott mérési eredményeket kaptuk. A H_Z összetevőt



5. ábra. A r.f. (155 KHz) térerősség anomáliái eltemetett mészkőgerinc felett (Bükk-fennsík)

Fig. 5. Аномалии напряженности поля радиочастот (155 кГц) над погребенным выступом известняков (плоскогорье района гор Бюкк)

Fig. 5. Anomalien der R.f. – Feldstärke (155 KHz) über einem unterirdischen Kalksteinkamm, (Bükk-Hochfläche)



6. ábra. Az r.f. (155 KHz és 629 KHz) térerősség anomáliái eltemetett, változatos felszínű és szerkezetű mészkőtömeg felett (Bükk-fennsík, Nagymező)

Fig. 6. Аномалии напряженности поля радиочастот (155 кГц и 629 кГц) над приподнятой массой известняков, характеризующейся изменчивым рельефом и строением (плоскогорье района гор Бюкк, район Надьмеző)

Fig. 6. Anomalien der R.f. – Feldstärke (155 KHz und 629 KHz) über Kalksteinmassen von variabler Oberfläche und Struktur (Bükk Hochfläche, Nagymező)

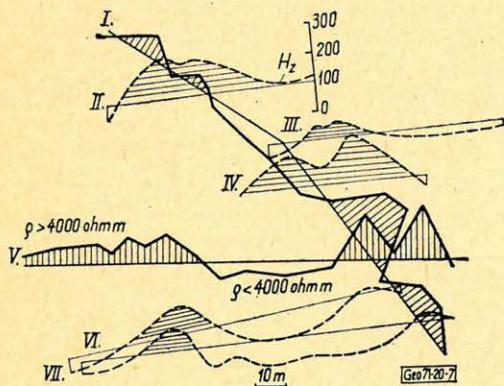


Fig. 7. Vergleich zwischen der H_Z -Komponente der R.f. – Feldstärke (155 KHz) und der Kurve der horizontalen Gleichstrom-Profilierung über ein Spaltensystem des Triass-Kalksteins, aufgefüllt mit Ton, (Miskolc-Tapolca – Nagymázsa)

7. ábra. A r.f. (155 KHz) térerősség H_Z komponense és a horizontális egyenáramú geoelektromos szelvényezés görbéjének összehasonlítása triász-mészkő agyaggal kitöltött hasadék-rendszer felett (Miskolc-tapolcai Nagykőmázsa)

Fig. 7. Сопоставление кривой составляющей H_Z напряженности поля радиочастот (155 кГц) с кривой горизонтального электрического профилирования на постоянном токе над системой трещин, заполненных триасовыми известняками и глинами (район Мишкольц-Тapolца)

itt a 155 KHz-es brassói adó mellett az ugyanazon műsört sugárzó 629 KHz-es Temesvár adóra is meghatároztuk. Itt mértük először a horizontális elektromos térerősségösszetevőt (E_R) is. A földtani felépítés a mérési eredmények szerint kb. a feltüntetettnek felelhet meg. A tagolt mészkő felszint kisebb fajlagos ellenállású takaró réteg fedí.

A 9–13 állomások alatt a mészkő csak nagyobb mélységben található meg, vagy erősen repedezett és a repedések agyaggal kitöltöttek. Itt tehát a környezetéhez képest jól vezető zóna húzódik. Világosan mutatja ezt az E_R görbe minimuma, H_φ maximuma és a szegélyeken – 12–13 és 7–10 állomásokon – kialakuló H_Z maximumok. δ null-értéke a jól vezető zóna közepén jelentkezik.

A 629 KHz-es H_Z görbe a 13–15 pontok közötti mészkörög felett nagyobb értékű maximumot ad, mint másutt. Ezért ez a felszint jobban megközelíti, mint a 3–8 pontok alatti, ami viszont a 155 KHz-es H_Z görbén dominál. Ebből következik, hogy a mészkő teteje az utóbbi helyen a 629 KHz-es rádiófrekvenciás hullám behatolási mélységének határán van és azt éppen hogy eléri.

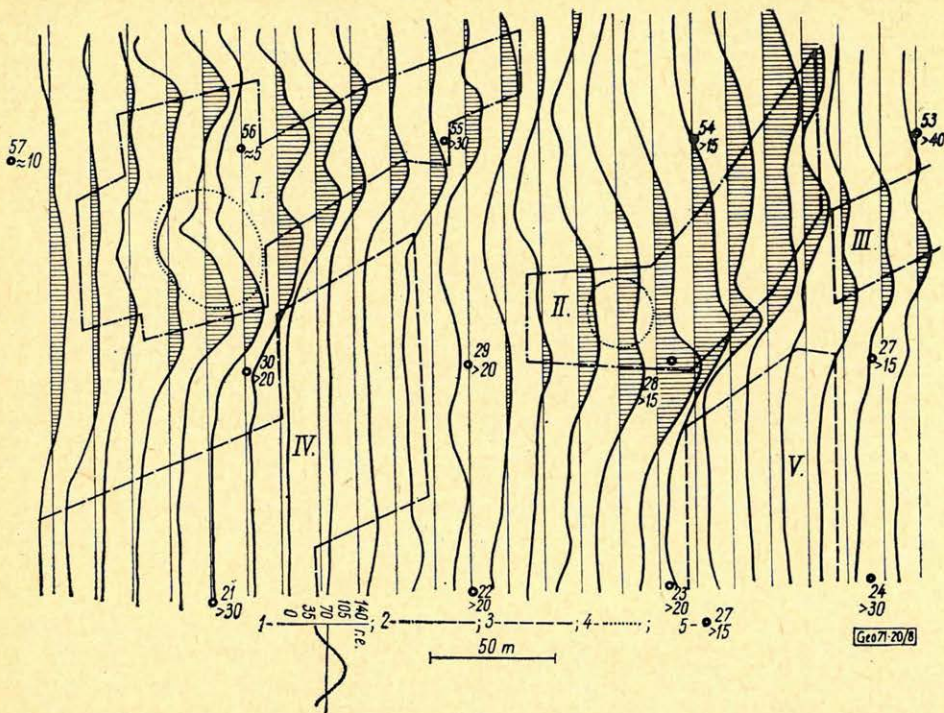
Az 1–8 állomások alatt a mészkő a felszín közelében van és a 8-tól az 1. állomás felé emelkedik. Ezt elsősorban az E_R görbe alapján állíthatjuk, de a 155 KHz-es H_Z görbe széles maximuma is erre utal. A 3 és 7 pontoknál mészkő felszínének bemélyedésére, vagy ellenállásának csökkenésére számíthatunk. Ezt jól mutatja az E_R görbe. A 629 KHz-es H_Z görbén itt relatív maximumok alakulnak ki, csaknem az E_Z görbe tükörképeként, ami a jól vezető sávban koncentrált rádiófrekvenciás áramokkal magyarázható.

A 6. ábra szemléletesen mutatja az E_R komponens ismeretének előnyét a többivel szemben. Tekintve, hogy szerkezeti eredetű komponens, anomáliának relatív amplitúdója nagy. Értelmezése problémamentes, mert összefüggése a behatolás mélységéhez tartozó látszólagos fajlagos ellenállással egyértelmű. H_Z mérésénél ugyanakkor az összetartozó szélső értékek kijelölésére összetett esetben szükség van δ ismeretére is. Azonban még így sem dönthető el, hogy egy jól vezető, vagy nagy ellenállású sáv határait indikálják. A két eset között – csupán mágneses komponenseket mérve – csak H_φ viselkedése tesz különbséget, mert a jól vezető zóna fölött értéke környezetéhez képest nő, nagy ellenállású képződmény felett pedig csökken.

4.3. A 7. ábrán geoelektromos horizontális szelvényezés adataival vetjük össze a rádiófrekvenciás profilmérés eredményét. A mérés a Miskolc-tapolcai Nagykovácsán történt, ahol a triász-mészkő a felszínen van.

Az I. és V. profilon a gradiens-szelvényezés a mészkőösszletben csökkent ellenállású övet – $\rho < 4000 \text{ ohmm}$ – talált, ami egy földtanilag is kimutatott vezetőzóna mentén alakult ki [1]. A rádiófrekvenciás profilokon az ellenállásváltozások határfelületein mindenütt jelentős maximumokat mértünk a H_Z komponensben.

4.4. Lösszel fedett mészkő felett, a Tatabányai Cement és Mészművek Mészakőbányájához csatlakozó területen mértük a 8. ábrán látható profilokat. A feladat a szerkezeti viszonyoknak és az elfedettségek mértékének tanulmányozása volt. Az ábrán megadott két helyen a mészkő kibúvásában jelentkezett. A rádiófrekvenciás mérés világosan mutatja, hogy ezek nem ugyanannak a kiemelt helyzetű gerincnek tagjai. A területen három, kiemelt helyzetű mészkőblokk található, amelyek kontúrvonalai a széleiken kialakuló H_Z maximumok alapján jól kijelölhetők (I, II, III. területrész).



8. ábra. Elfedett triász-mészkö szerkezeti viszonyainak és elfedettségének vizsgálata r.f. (155 KHz) profilméréssel és egyenáramú mélyszondázással (Tatabánya). 1 - H_Z görbe; 2 - kiemelt helyzetű rögök; 3 - vastag fedőösszlet; 4 - kibúvások; 5 - geoelektromos mélyszondázás

Fig. 8. Изучение условий строения и погребенности погребенных триасовых известняков по данным профилирования по радиочастоте (155 кГц) и по данным глубинного зондирования на постоянном токе (район Татабánya)

1 - кривая H_Z ; 2 - приподнятые блоки; 3 - мощная покровная толща; 4 - обнажения; 5 - ВЭЗ

Fig. 8. Untersuchung der Strukturverhältnisse und Bedecktheit eines abgedeckten Triass-Kalksteins mit R.f.-Profilmessung (155 KHz) und mit Gleichstrom-Tiefensondierung (Tatabánya) 1 - H_Z Kurve; 2 - gehobene Blöcke; 3 - dicke Deckschichtenfolge; 4 - Auskeilungen; 5 - geoelektrische Tiefensondierung

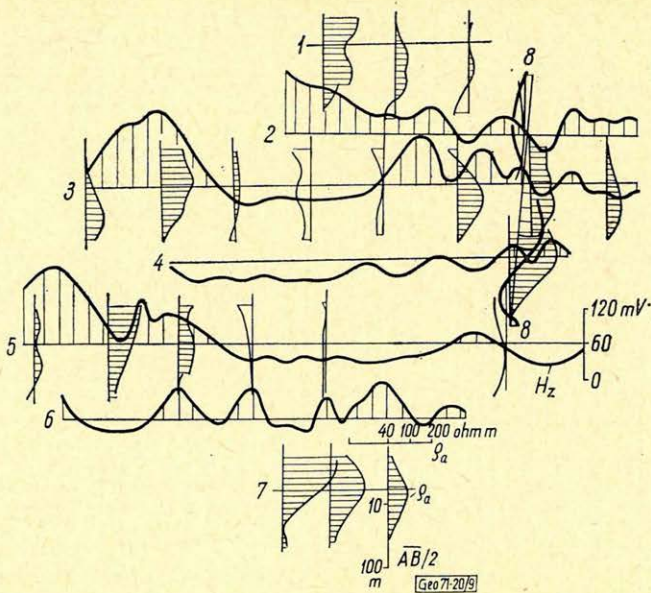
A területen elektromos mélyszondázás is volt. Helyüket feltüntettük. Az állomás jele alatti szám a fedőösszlet közelítő vastagságát jelenti.

Az 56. ponton, amely az I. jelzésű területre esik, mindössze 5 m körüli a fedőréteg vastagsága. Az 55. pont mélység adata, mivel térítése nagy laterális inhomogenitást fogott át, nem megbízható.

A IV. és V. jelzésű területen a rádiófrekvenciás hullámok behatolási mélységén belül nincsenek laterális inhomogenitások. Itt a mészkö nagyobb mélységben helyezkedik el és a fedőösszlet vastagsága 30 m-nél nagyobb.

A külön jelzéssel nem rendelkező területeken a rádiófrekvenciás hullámok elérik a mintegy 10–20 m mélységben levő mészkövet, amire a profilgörbék hullámzó jellegű változásai utalnak.

4.5. A gyöngyösvisontai Thorez külfejtéses bányauzem területéről való a 9. ábrán bemutatott mérési eredmény.



9. ábra. A r.f. (155 KHz) térerősség H_z komponense és a geoelektromos mélyszondázás eredményeinek összehasonlítása homokos ösztlet homokkő padjai felett (Gyöngyösvisonta)

Фиг. 9. Сопоставление результатов, полученных по составляющей H_z напряженности поля радиочастот (155 кГц) и по данным ВЭЗ над уступами песчаников в песчаной толще (район г. Дзёндёшвишонта)

Fig. 9. Die H_z -komponente der R.f.-Feldstärke und ihr Vergleich mit den Resultaten der elektrischen Tiefensondierungen über Sandsteinbänken der sandigen Schichtenfolge (Gyöngyösvisonta)

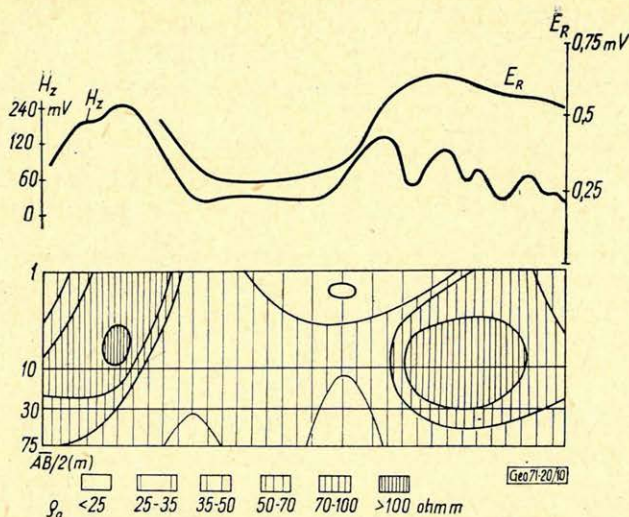
A lignit fedőjében helyenként erősen cementált és nagy fajlagos ellenállású homokkőpadok települnek. Területi kiterjedésük ismerete a kotrógépek üzemeltetése szempontjából lényeges.

Helyüket jól mutatják a profilokra fölrajzolt egyenáramú szondázási görbék. A H_z térerősség komponens profiljai ezekkel teljesen összhangban levő eredményt adnak. Jelzik, hogy a 3., 4. és 5. szelvények középső szakaszain nincs homokkő betelepülés.

A 3. profil mentén az E_R térerősség-komponens értékét is mértük, amelyet az egyenáramú szondázási adatokból szerkesztett látszólagos fajlagos ellenállás metszettel és a H_z görbével együtt a 10. ábrán mutatunk be.

Ezen az ábrán, de az előzőeken is, szembetűnő, hogy a H_z görbék a laterális inhomogenitások felett kialakuló maximumaikon túl, átlagos értékszintjüket illetően is összefüggést mutatnak a behatolási mélységig terjedő átlagos fajlagos ellenállással. Ennek oka az amplitúdóknak a ható mélységétől való függése és a szomszédos anomáliák szuperpozíciója is lehet. Lehetséges azonban az is, hogy az antenna érzékenységi tengelyének tájolási hibájából adódik. A jelenség vizsgálata folyamatban van.

4.6. A 11. ábrán az ÉM Kőbánya Vállalat Tarcal I. bányájának bányaudvara feletti területre a rádiófrekvenciás és mágneses mérések eredményeinek



10. ábra. A r.f. (155 KHz) térerősség H_Z és E_R komponenseinek összevetése az egyenáramú mélyszondázás metszetével homokos öszszlet homokkő padjai felett (Gyöngyösvisonta)

Fig. 10. Сопоставление составляющих H_Z и E_R напряженности поля радиочастот (155 кгц) с величинами ρ_a вертикального зондирования на постоянном токе над уступами песчаников в песчаной толще (район г. Дьэндьешвишонта)

Fig. 10. Vergleich der Komponenten H_Z und R_R der r.f. — Feldstärke (155 Khz) mit dem ρ_a -Profil der Gleichstrom-Tiefensondierung über die Sandsteinbänken der sandigen Schichtenfolge

összevetése látható. A feladat a bányafalhoz csatlakozó löszsel fedett andezit és andezittufa kőzettömegek összetétele és állapota megváltozási helyeinek kijelölése volt.

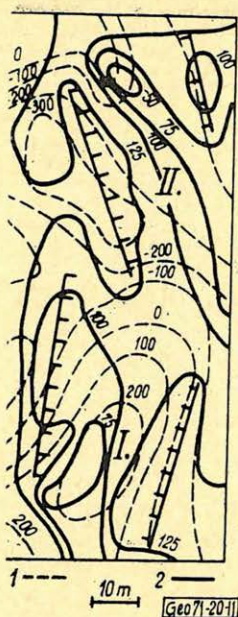
A H_Z izovonalak maximumai alapján az I. és II. jelzésű, eltérő sajátságú kőzettömeget tudtuk lehatárolni. I. teljes fedésben van a mágneses térkép nagyon határozott pozitív anomáliájú területével. A II. kőzettömeg viszont negatív anomaliasávval jelentkezik. Figyelembe véve az információk eltérő mélységintervallumát és különböző fizikai paraméterekhez való tartozását, az egyezés nagyon jónak mondható.

4.7. A Nehézipari Műszaki Egyetem közelében húzódó és a mérés helyén 3 m mélységben levő gáztávvezeték feletti rádiófrekvenciás profilt mutatja a 12. ábra. H_Z lefutásában közvetlenül a vezeték felett minimum észlelhető, amelyet két oldalról maximum kísér.

A távvezeték felett érdekes kísérleteket folytattunk. Indikációi csak azon adók vételénél voltak határozottak, amelyeknek iránya a tengelyéhez közeli volt. A mágneses erővonalakhoz érintőleges helyzetű csővezetékben viszont a vezeték kis keresztmetszete miatt alig indukálódnak rádiófrekvenciás áramok és így kimutathatóságuk csökken.

A fenti példák bizonyítják, hogy a radiokip módszer különböző módosultainak alkalmazása a kis kutatási mélységű mérnök-geofizikai, földtani térképezési feladatoknál célravezető.

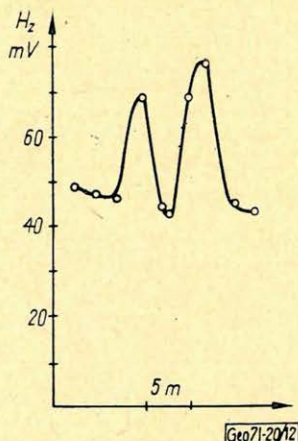
Műszerei kis költséggel előállíthatók. Teljesítménye H_Z mérésnél 50–70 állomásóra is lehet. Feloldóképessége rendkívül jó. Kutatási mélysége az egyre növekvő számú 16–25 KHz frekvencia-sávon sugárzó, speciális adóállomások felhasználásával pedig növelhető.



11. ábra. A r.f. (155 KHz) tér H_Z komponensének és a földi állandó mágneses tér erősség vertikális komponense anomáliáinak összevetése elfedett andezit- és andezittufa összlet felett (Kopaszhegy). 1 – az állandó mágneses tér izovonalai; 2 – a r.f. tér H_Z komponensének izovonalai

Fig. 11. Сопоставление аномалий составляющей H_Z поля радиочастот (155 кГц) с аномалиями вертикальной составляющей напряженности постоянного геомагнитного поля над погребенной толщей андезитов и андезитовых туфов (район горы „Копасхедь”) 1 – изолинии постоянного магнитного поля; 2 – изолинии составляющей H_Z поля радиочастот

Fig. 11. Vergleich der H_Z -Komponente des R.f. – Feldes (155 KHz) und der Anomalien der vertikalen Komponente der permanenten magnetischen Feldstärke über einer abgedeckte Andesiten- und Andesittuff – Schichtenfolge (Kopaszhegy)



12. ábra. A r.f. (155 KHz) tér H_Z összetevőjének anomáliája csőtávvezeték felett (N.M.E. Mis-kole)

Fig. 12. Аномалия составляющей H_Z поля радиочастот (155 кГц) над дистанционным трубопроводом (Институт тяжелой промышленности, г. Мишкольц)

Fig. 12. Anomalie der H_Z -Komponente des R.f. – Feldes über einer Fernrohrleitung (N. M. E. Miskole)

IRODALOM

- [1] Csókás J. – Egerszegi P. – Vitélis Gy.: Geoelektromos mérések a Miskolc-tapolcai Nagykovácsán. Geofizikai Közlemények, XIX., 1–2. 1970.
- [2] Kántás K.: A karsztvíz kimutatására alkalmazható geofizikai eljárások. MTA Műsz. O. Közl. 8. (1953) pp. 77–81.
- [3] Szabó J.: Nagyfrekvenciás elektromágneses terek geofizikai alkalmazása Magyarországon. Magyar Geofizika VII. 1. 51–54. (1966).
- [4] A. G. Tarzon: Osznovű geofiziceszkij razvedki metodom radiokip. Goszgeoltechizdat. 1961.
- [5] Csókás J.: Jelentés a hejőcsabai Cementgyár Nagykovácsa-i mészőkutató területén végzett komplex geofizikai kutatásokról. Nehézipari Műszaki Egyetem, 1968.
- [6] Csókás J.: Jelentés az ÉM Kőbánya Vállalat Tarcsl I. bányája lefejtés alatt álló területe kőzetanyagának áttekintő felszíni geofizikai vizsgálatáról. Nehézipari Műszaki Egyetem, 1970.
- [7] Csókás J.: Jelentés a Thorez külfejtéses bányüzem homokkő beagyazásai helyének és települési viszonyainak megállapítására szolgáló geofizikai módszer kidolgozásáról. NME 1970.

СОДЕРЖАНИЕ

И. Рибару исполнилось 85. лет.	121
<i>Барта, Дь.</i> : Результаты измерений искусственными спутниками и внутреннее строение Земли	122
<i>Хобот, Й. — Эркел, А.</i> : Решение гидрогеологических проблем путем комплексного применения геофизических методов в развивающихся странах	125
<i>Мольнар, К. — Румплер, Я.</i> : Результаты и возможности венгерской геофизики в области поиска нефти и газа	136
<i>Чокаш, Я. — Штейнер, Ф.</i> : Опыт определения качества залежей бурых углей с использованием методов горного каротажа	141
<i>Е. Такач</i> : Опыт применения метода „радиокип”	148
НОВОСТИ В ОБЩЕСТВЕ ВЕНГЕРСКИХ ГЕОФИЗИКОВ	124, 135
Обзор журналов	124, 135

INHALTSVERZEICHNIS

I. Rybár 85 Jahre alt.	121
<i>Gy. Barta</i> : Die Messungen der künstlichen Erdsatelliten und die innere Struktur der Erde	122
<i>J. Hobot — A. Erkel</i> : Lösung von wassergeologischen Problemen mit komplexen geophysikalischen Methoden in den Entwicklungsländern	125
<i>K. Molnár — J. Rumpler</i> : Erfolge und Möglichkeiten der ungarischen Geophysik im Gebiete der Kohlenwasserstofferkundung	136
<i>J. Csókás — F. Steiner</i> : Versuche der Bestimmung der Qualität von Braunkohle-Flözen mittels Grubenkarottage	141
<i>E. Takács</i> : Erfahrungen in der Anwendung der Radio-Kip-Methode	148
Vereinsnachrichten	124, 135
Zeitschriftenschau	124, 135

