

Elektromágneses kutatás a mélyfúrások bélésűcsövének felhasználásával

TAKÁCS ERNŐ¹ (témavezető), SZARKA LÁSZLÓ², VARGA MIHÁLY³

E. TAKÁCS, L. SZARKA, M. VARGA: Vertical steel casing as a monopole transmitter antenna for electromagnetic prospecting

OTKA nyilvántartási szám: 2383

Az elektromágneses kutatásban a „forrást” a kutató, felszín alatti képződmény, inhomogenitás közelébe vite lényegesen javulhat kimutathatósága. Ugyanakkor csökken a felszínhez közeli inhomogenitások és árnyékoló rétegek hatása. Összetett és költséges feladat azonban az adó és vevő egységeknek a fúrólukokban történő elhelyezése, különösen akkor, ha a bélésűcsövezés elkerülhetetlen.

A 2383. számú OTKA téma keretében ezért azt vizsgáltuk, hogy maga a bélésűcső nem használható-e a tér forrásaként vagy érzékelőjeként.

A többféle lehetőség közül egyetlen, váltóárammal táplált bélésűcsőnek — mint monopólus antennának — az elektromágneses terét kívántuk a fúrás közvetlen környezetében kutatásában alkalmazni.

1. A fizikai modellezés eredményei

Az optimális megtáplálási mód megkeresésére és általában a munka-hipotézis ellenőrzésére a kutatás első lépése a fizikai modellezés volt. A lényegesebb tapasztalatok az alábbiak.

A felszíni bipólus egyik elektródját a bélésűcsővel helyettesítve a *térerősség eloszlására* az alábbi megállapítások tehetők:

- A bélésűcső közvetlen környezetében dominánssá válik a horizontális áramsűrűség. Eloszlása egyenletes, mert eltűnik a felszíni bipólus gerjesztésre jellemző, az elektródoktól ferdén lefelé húzódó éles, semleges zóna.

A mélyebb térrészben jelentősen növekszik a relatív áramsűrűség a felszíni bipólus teréhez képest. A vízszintes áramsűrűség képzetes része lényegesen nagyobb, mint a felszíni bipólusnál.

- A vertikális áramsűrűség bélésűcsövet használva viszonylag kisebb, mint a felszíni bipólusnál. Létrejöttében nagy szerepe van a felszíni elektróda távolságának, a rétegződés sajátosságainak, a laterális inhomogenitásoknak.

Az *áramrendszer frekvenciától függő térbeli eloszlásában* a felszíni bipólus esetéhez képest jelentős módosulást hoz a bélésűcsőbeni árameloszlás. A bélésűcsőtől adott távolságban levő függőleges mentén a vízszintes térerősség változását az 1. ábra szemlélteti.

A felszíni elektród helyzetével az *áramrendszer jellegének szabályozása* érhető el. A felszíni elektródokat kis távolságban körkörösön telepítve és rövidre zárva jó közelítéssel egy mélybeni vertikális elektromos bipólus teréhez jutunk. A bélésűcső alul is gerjeszthető egy, a talpa alatti elektróddal, amivel a vertikális elektromos bipólus legmélyebb helyzete érhető el.

Néhány *kutatási szituáció modellezése* az alábbi eredményre vezetett:

- Egy mélybeni, nagy ellenállású réteg hatása bélésűcsövet használva a felszíni méréseknél kisebb adó-vevő távolságnál és nagyobb indikációval érzékelhető, különösen a fázisban, mint felszíni bipólussal.
- Bélésűcsővel gerjesztéssel mélyfúrások közötti átvilágítás is végezhető. A bélésűcsőhöz illeszkedő nagy ellenállású lap jelenlétét egy másik bélésűcsővel fúrásban a függőleges

¹Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

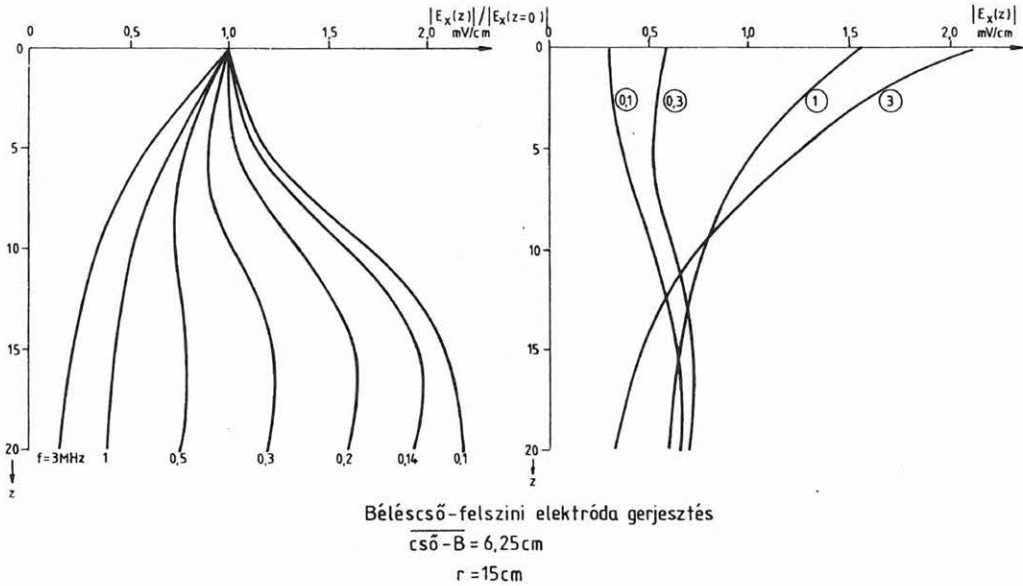
²MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, H-9400 Sopron, Csátkai u. 6-8.

³KBFI-Triász Kft., H-1037 Budapest, Mikoviny u. 2-4.

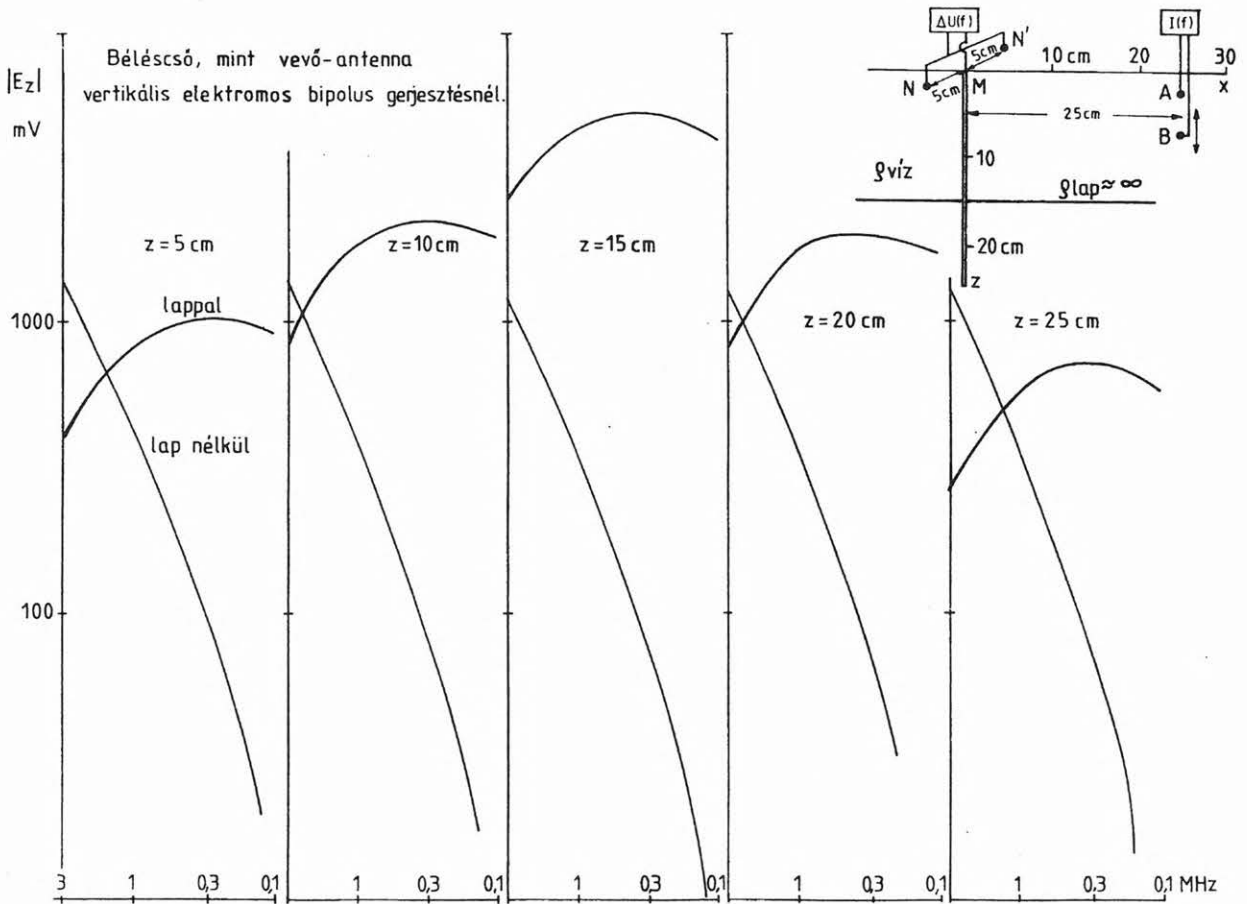
elektród páron mért feszültség távolról is jelzte a lap szintjében. A lap hatása a frekvencia növelésével fokozódott.

— A béléscső vevőantennaként is használható. A béléscső és a felszíni elektródok között mért

feszültség is jelzi a nagy ellenállású lapot, ha a lapon kívül a béléscső vezetlen lyukban mozgatott függőleges adóbipólus a lap szintjéhez ér (2. ábra).



1. ábra. A vízszintes elektromos térerősség változása a mélységgel különböző frekvenciáknál a béléscsőtől adott távolságban



2. ábra. A béléscső által érzékelt függőleges elektromos térerősség az AB adóbipólus változó helyzete szerint

2. A numerikus modellezés eredményei

A béléscsöves gerjesztés direkt feladata megoldásának kardinális kérdése a béléscsőbeni árameloszlás meghatározása. A *Casing-AC* program a váltóáramú megtáplálás esetére készült a homogén féltérben levő, függőleges béléscső árameloszlásának és elektromágneses terének meghatározására, ideális kontaktust feltételezve. A megtáplálás a csövet kettéosztó, tetszőleges helyzetű rés két végén történik. A *Casing-DC* program egyenáramnál számítja az árameloszlást és a térerősséget. Az áramforrás a felszínen a béléscsőhöz és egy végtelenben levő elektródhoz csatlakozik.

A látszólagos fajlagos ellenállás meghatározásához szükség van a homogén féltérben, vagy annak felszínén kialakuló *normál* tér ismeretére.

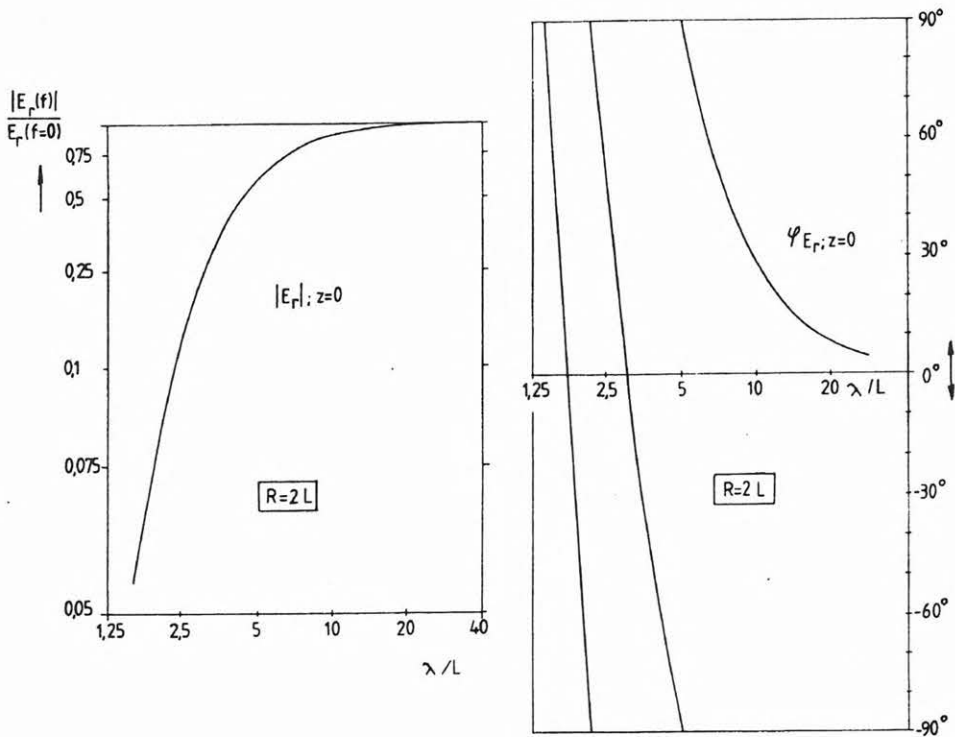
A 3. ábra példaképpen a felszínen mérhető, radiális elektromos térerősség amplitúdójának és fázisának frekvenciafüggését mutatja az L hosszúságú béléscsőtől $R=2L$ távolságban. Az adott távolságban mért fázisszögből, vagy az egyenáramú amplitúdóra normált amplitúdóból az egyes frekvenciákra az ilyen karakterisztikák felhasználásával levezethető a látszólagos fajlagos ellenállás.

A normál tér alakulása szoros összefüggésre utal a mélybeni vertikális elektromos dipólus terével. A béléscsővel tehát lényegében egy sajátságos, mélybeni vertikális elektromos adó bipólus hozható létre,

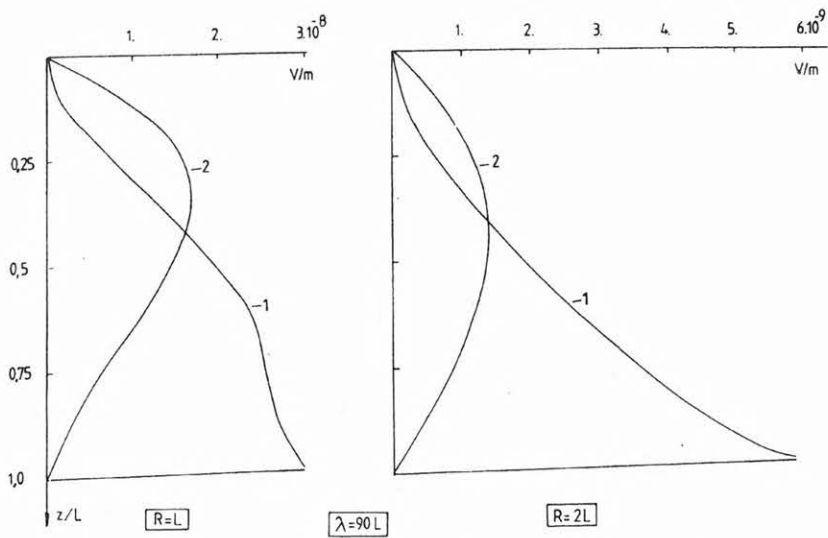
ami ténylegesen csak béléscsővezetlen lyukban és körülményesen lenne megvalósítható.

A béléscső egyes szakaszai a mérési helyhez viszonyított geometriai helyzetüktől, a frekvenciától és a homogén féltér fajlagos ellenállásától függő mértékben járulnak hozzá a térerősség kialakításához. Példaképpen a béléscső hosszát jóval meghaladó hullámhossznál — $\lambda=90L$ — a 4. ábra mutatja a különböző mélységben levő szakaszok hozzájárulását a felszíni, radiális elektromos térerősséghez a felszíni és talpi megtáplálásnál. A felszíni megtáplálásnál a maximális hatású szakasz mintegy a mérési hely távolsága felének megfelelő mélységben van. A távolság növekedésével mélyebbre, a frekvencia növelésével pedig feljebb kerül. A talpi megtáplálásnál a legnagyobb hatású hely a cső alsó szakasza. A kis frekvenciáknál még az alsó részen eloszló, nagy frekvenciákon pedig a cső végéhez koncentrálódó.

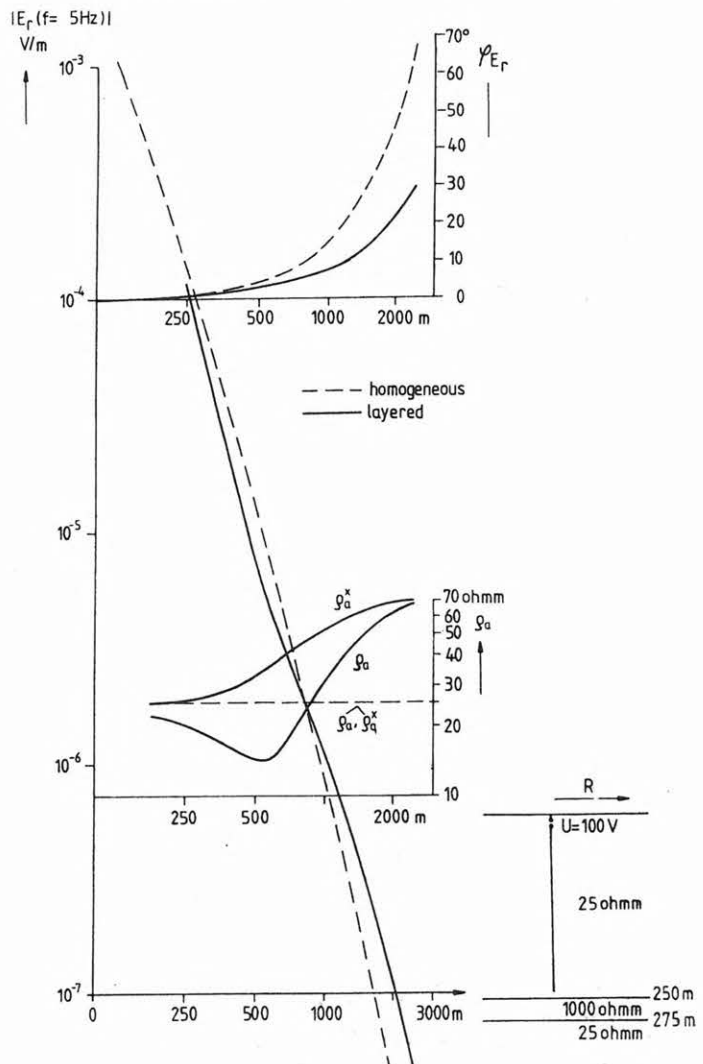
A fizikai modellezés eredményeiből megítélhető a béléscsővet felhasználó kutatás sokféle lehetősége. A numerikus szimulációban először egy könnyen kivitelezhető módosulatot vizsgáltunk. A felszínen radiális szelvényeken a radiális elektromos térerősséget mérjük. Az ilyen kutatás feladata, hogy a fúrásban megismert rétegsor folyamatosságát laterális értelemben vizsgáljuk, az esetleges változásokat felfedezzük. Elegendően kis frekvenciáknál azonban a cső alatti térrészre is kapható információ. Ez



3. ábra. Az L hosszúságú béléscső normál tere — felszíni radiális elektromos összetevő — $R=2L$ távolságban



4. ábra. Az L hosszúságú alsó — (1) — és felső — (2) — megtáplálási béléscső egyes szakaszainak hozzájárulása a radiális elektromos térerősséghez a homogén féltér felszínén $R=L$ és $R=2L$ távolságban $\lambda \approx 90L$ hullámhossznál



5. ábra. A radiális elektromos térerősség amplitúdójának és fázisának függése az R távolságtól homogén és rétegzett féltér felszínén. ρ_a az amplitúdóból, ρ_a^* a fázisból számított látszólagos fajlagos ellenállás ($f=5$ Hz)

utóbbira mutatunk példát, mivel több szempontból tanulságos.

A geometriai szondázásra látható példa az 5. ábrán. A felszíni, radiális elektromos térerősség már a mélységénél kisebb felszíni távolságban is szignifikánsan érzékeli a béléscső alatti nagy ellenállású réteget. Hatása azután növekszik a távolsággal. A talpi megtáplálásnál az amplitúdó jobban reagál jelenlétére. A vertikális elektromos dipólus sajátjaival összefüggően a nagy ellenállású réteg először az amplitúdó csökkenését eredményezi és csak a mélységének mintegy négyszeres távolságban kezdődik a növekedés a homogén féltérbeli szondázási görbéhez képest. Viszont a fázis szög mindig csökkenéssel reagál meglétére. Ennek következménye, hogy a fázisból levezetett látszólagos fajlagos ellenállás szondázási görbéjén nem alakul ki fiktív minimum. A kutatási mélységnek határt szab a térerősség dinamikus csillapodása a távolsággal.

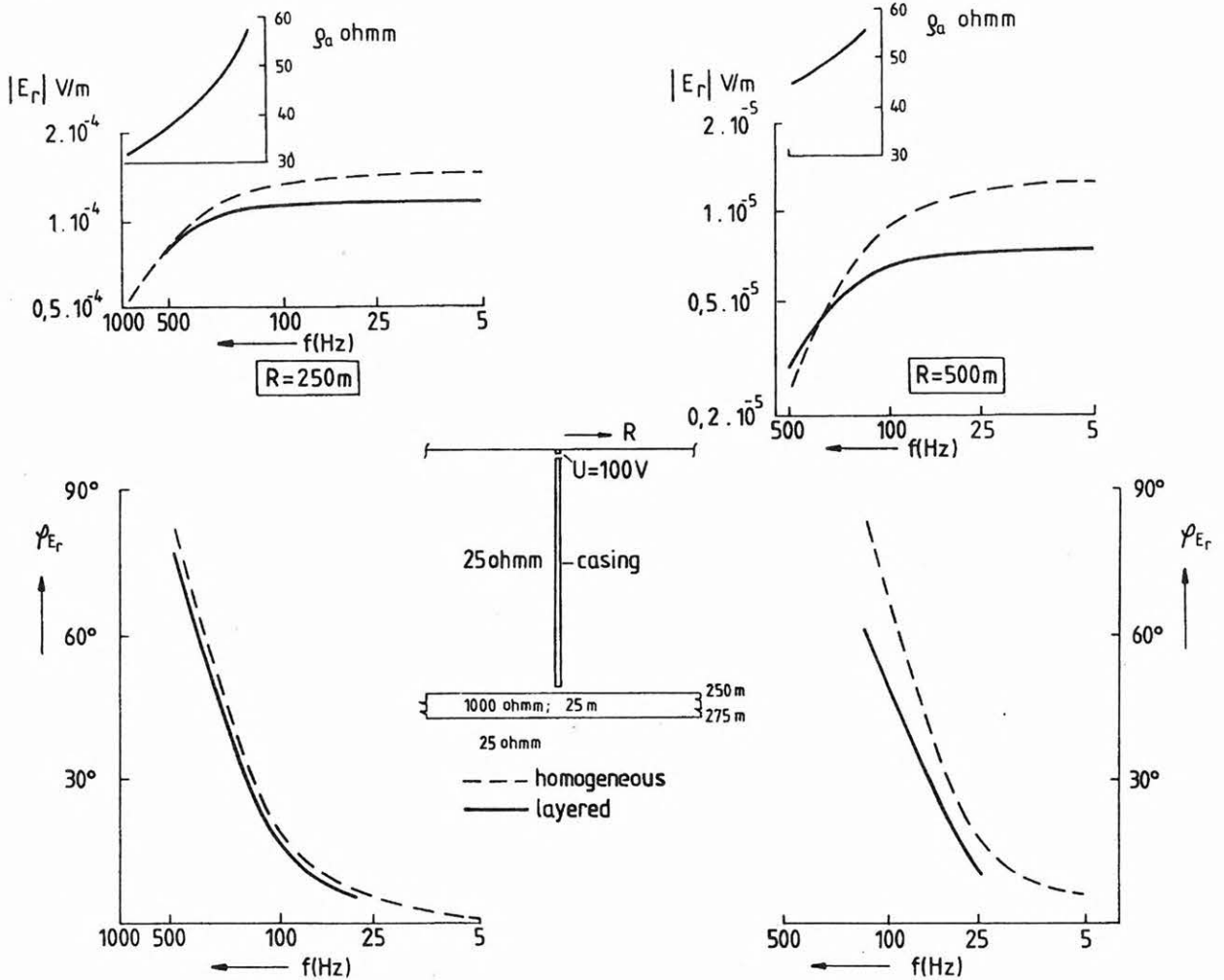
Egy-egy felállásnál a teljes rétegsorra vonatkozó információ kapható frekvencia-szondázással. Kis frekvenciáknál már viszonylag kis távolságban is megjelenik a béléscső alatti térrész hatása. A frekvencia növelésével azután egyre inkább a rétegsor

kisebb mélységű részét tükrözi a szondázási görbe (6. ábra).

A téma kutatása a váltóáramú mérést tekintve előzmények nélkül indult. Eredményeink nyilvánvalóan csak megalapozó jellegűek, amelyek felhívják a figyelmet a béléscsőves mérés lehetőségeire.

Tényleges felhasználásukhoz még további fejlesztésre és tapasztalatok szerzésére van szükség. Az első megvalósíthatósági vizsgálatok eredményei bizonyították az elképzelés helyességét.

A munkában résztvevők köszönetüket fejezik ki az OTKA illetékeseinek a kutatási támogatásért.



6. ábra. A felszíni radiális elektromos térerősség amplitúdójának, fázisának és az amplitúdóból levezetett látszólagos fajlagos ellenállásnak frekvenciafüggése homogén és rétegzett feltér felszínén $R=L$ és $R=2L$ távolságban

CONTENTS

Opening.....	3
Modelling hydraulic and hydrothermal underground water flow in sedimentary basin <i>L. Cserepes, Z. Bus, L. Lenkey</i>	4
Quality controlled log evaluation of old water well logs <i>D. Drahos, L. Cserepes, P. Salát</i>	6
Regional magnetic anomalies of the Pannonian Basin derived from the magnetic measurements of the MAGSAT <i>K. Kis, G. Wittmann</i>	10
Paleomagnetic and other studies of the Tertiary movements of some tectonic units of the Inner West Carpathians <i>P. Márton, E. Márton</i>	13
Seismic tomography <i>Z. Weber, E. Györi</i>	19
Application possibilities of the laser induced plasma atomic emission spectroscopy in geological prospecting and environmental research <i>L. Andrásy, B. Német</i>	22
Deep reflection survey of the pre-Tertiary basement <i>K. Posgay</i>	27
The study of the wave particle interaction in the Earth's environment <i>P. Bencze, Cs. Ferenc, D. Hamar, L. Hegyemegi, K. Kovács, A. Körmendi, J. Lichtenberger, F. Márcz, G. Satori, Gy. Tarcsai</i>	37
Interaction between electromagnetic fields of natural and man-made origin <i>L. Szarka, A. Ádám, T. Steiner, P. Pásztor, V. Wesztergom, E. Prácser</i>	43
Hungarian observatories in a global real-time digital magnetic observatory network <i>P. Varga, L. Hegyemegi, A. Körmendi, V. Wesztergom, P. Kovács, Á. Wallner</i>	46
Research of the magnetosphere by using pulsations <i>J. Verő, P. Bencze, J. Cz. Miletits, L. Holló, F. Márcz, Á. Wallner, V. Wesztergom, B. Zieger</i>	50
Investigation of the relation between geogas upflow and geodynamical events by means of radon measurements; construction of national observatory system <i>A. Várhegyi, I. Baranyi, J. Hakl</i>	54
On the integration of seismic and geoelectric tomography methods for the determination of lateral heterogeneities of the near surface geological structures <i>M. Dobróka, Á. Gyulai, T. Ormos</i>	58
Vertical steel casing as a monopole transmitter antenna for electromagnetic prospecting <i>E. Takács, L. Szarka, M. Varga</i>	60

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

Szerkesztőbizottság: dr. Ádám Oszkár, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Kis Károly,
Verő László, Zelei András

Szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)

Telefon: 201-9815