

Rybov

MAGYAR

# Geofizika



MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1971. XII. ÉVFOLYAM, 4. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata**

**XII. évfolyam**

**4. szám**

*Szerkesztőség*

Magyar Geofizikusok Egyesülete  
Budapest V., Szabadság tér 17.  
Telefon: 118-476

*Felelős szerkesztő*

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

*Szerkesztő bizottság*

CZEGLÉDI ISTVÁN  
Dr. POSGAY KÁROLY  
RÁDLER BÉLA  
Dr. RENNER JÁNOS

*Felelős kiadó*

SALA SÁNDOR  
igazgató

TARTALOMJEGYZÉK

Rybár István 85 éves .....	121
Barta György: A mesterséges holdak mérései és a Föld belső szerkezete .....	122
Hobot József – Erkel András: Vízföldtani problémák megoldása komplex geofizikai módszerekkel a fejlődő országokban .....	125
Molnár Károly – Rumppler János: A magyar geofizika eredményei és lehetőségei a szénhidrogén-kutatások területén .....	136
Csókás János – Steiner Ferenc: Kísérletek barnakőszén-telepek minőségének meghatározására bányakarottázs útján .....	141
Takács Ernő: Tapasztalatok a radiokip módszer alkalmazásában .....	148
EGYESÜLETI HÍREK .....	124, 135
LAPSZEMLE .....	124, 135

**Index: 26 507**

**MAGYAR GEOFIZIKA**

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9-11., Telefon: 221-293

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,- Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232-90171-2494  
csekszámlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében  
71.757. Állami Nyomda, Budapest



## Rybár István 85 éves

RYBÁR ISTVÁN tiszteleti tagunk ez év május 7-én töltötte be 85. életévét. Eötvös Loránd ma élő tanítványai közül ő dolgozott leghosszabb időn át Eötvös közvetlen munkatársaként: 1908-tól 1913-ig Eötvös terepi geofizikai mérésein és a mérések feldolgozásában vett részt. 1913-tól tanársegéd, majd adjunktus volt Eötvös kísérleti fizikai tanszékén. Eötvös betegsége idején, majd egy ideig a halála után is megbízott előadóként ő tartotta Eötvös egyetemi előadásait. 1922-ben a gyakorlati fizika, 1942-ben pedig Eötvös egykori tanszékén a kísérleti fizika egyetemi ny. r. tanára lett.

1950-től 1961-ig az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos munkatársa volt. 1961-ben, 75 éves korában vonult nyugalomba.

Tudományos munkásságának első évtizedében fénytani vizsgálatokkal, majd 1922-től kezdve az Eötvös-inga korszerűsítésével foglalkozott. Kitűnő torziós szájakat készített, a vizuális észlelés helyett bevezette a fotografikus regisztrálást és a műszer automatikus továbbforgatását az észlelés egymás után következő azimutjaiba.

Intézeti működése során tevékenyen részt vett az Eötvös-inga további tökéletesítésében: az 1954-ben elkészült E 54-es Eötvös-inga megszerkesztésében. Ez az eszköz jelentékeny számban került külföldi kivitelre, hazai és külföldi alkalmazásra és ezzel lényeges anyagi előnyt jelentett népgazdaságunk számára. Az eszköz (a közben ugyancsak elkészült új szeizmikus berendezéssel együtt) 1958-ban a brüsszeli világiállításon a geofizikai műszerek kategóriájában Nagy Díjat, Grand Prix-t nyert.

RYBÁR ISTVÁN egész élete munkájában arra törekedett, hogy nagy mesterének, Eötvös Lorándnak szellemi örökségét megőrizze, tovább fejlessze és a fiatalabb kutatóknak továbbadja.

A Tudományos Minősítő Bizottság 1952-ben a fizikai tudományok kandidátusává, 1957-ben a fizikai tudományok doktorává nyilvánította. Egyesületünknek alapító tagja, tiszteleti tagja és országos elnökségének tagja. Az Egyesület Eötvös-emlékermének első kitüntetettje. 1965. ápr. 4-re Egyesületünk és a MTESZ javaslatára megkapta a Munka Érdemrend ezüst fokozatát.

Kívánunk RYBÁR professzor úrnak a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE vezetősége és tagsága nevében erőt, egészséget!

# A mesterséges holdak mérései és a Föld belső szerkezete\*

\* Az előadás elhangzott „A szovjet űrkutatók napjai” című anketón.

BARTAGYÖRGY

*A mesterséges holdak pályájából számított geoidalak megszerkeszthető két forgásszimmetrikus anomália összegeként. A forgásszimmetria-tengelyek iránya jól összeesik a mágneses tér jellegzetes pontjainak földfelületi vetületeivel, ezért összefüggésükre jogosan következtethetünk. A megállapításból következő gravitációs évszázados változás megismerése földtudományi fontosságán túl a gravitációs konstans állandóságának megállapítása szempontjából is fontos.*

*Фигура геоида, подсчитываемая по траекториям искусственных спутников Земли, может быть построена как сумма двух симметричных относительно вращения аномалий. Направления осей симметрии вращения хорошо совпадают с проекциями характерных пунктов магнитного поля на поверхности Земли, в связи с чем обосновано предполагать наличие взаимосвязи между ними. Изучение вековых вариаций поля силы тяжести имеет значение не только в отношении развития геологических наук, но и с точки зрения определения постоянства гравитационной постоянной.*

*Die aus den Bahnen der künstlichen Erdsatelliten berechnete Geoidfigur kann als die Summe von zwei drehsymmetrischen Anomalien dargestellt werden. Die Richtung der Symmetrieachse stimmt mit den sich auf der Erdoberfläche befindenden Projektionen der charakteristischen Punkte des Magnetfeldes gut überein, es kann daher auf einen Zusammenhang gefolgert werden. Die Erkennung der sekulären Änderung der Gravitation, die aus dieser Tatsache folgt, ist — neben ihrer Bedeutung in wissenschaftlicher Hinsicht — auch aus dem Gesichtspunkt der Beständigkeit der Gravitationskonstante wichtig.*

A mesevilágban gyökerező ókori és középkori Föld-elképzelések után a Föld alakjáról az újabb korban mérésekkel nyerünk ismereteket; kiemelkedő a mesterséges holdak szerepe a legújabb, nagy pontosságú Földalak-meghatározásokban. A különböző sztatikus és dinamikus módszerekkel meghatározott Földalakok egymással annyira megegyeznek, hogy fizikai realitásuk ma már nem kétséges.

Gravitációs nívófelületeink torzultságában Földünk testének anyagi és energetikus inhomogenitása nyilvánul meg. Ezért ennek — vagyis a geoidnak — ismeretéből ezeknek az inhomogenitásoknak természetére következtethetünk.

A zonális gömbfüggvényeket a geoid egyenlítői metszetére speciális módon alkalmazva néhány megállapításra lehetett jutni.

Anélkül, hogy a részletekbe mélyebben bocsátkoznánk, röviden felvázoljuk a nyert eredményeket. A meglehetősen bonyolult lefutású egyenlítői geoid metszet előállítható két, matematikai értelemben szigorúan szimmetrikus anomália kép összegeként. Ebből arra a lényeges felismerésre jutottunk, hogy a Kelet-Csendes óceán, Dél-Amerika, Atlanti-óceán és Afrika területén jelentkező egyenlítői geoid anomáliák csak az indiai és ausztráliai fő anomáliák átellenes oldali szuperpozíciójából származnak. Önálló tömeg vagy energia-inhomogenitási alapjuk nincs.

A feltételezés nagyon egyszerűsíti a geoid anomáliákról kialakított elképzelésünket és a jelenség okával kapcsolatban az egyenlítőre és ezzel a Föld dinamikus jelenségeire tereli a figyelmet. Ezért földfelépítési szempontból annyira

fontosnak tűnik, hogy feltétlenül kívánatosnak látszik kilépni az egyenlítői metszet szűk lehetőségeiből és megvizsgálni a jelenséget a geoid egész anomália rendszere szempontjából is. Az anomáliák forgásszimmetriáját feltételezve és kihasználva, könnyen meghatározhatjuk az egyes anomália összetevőket a földfelület térképszerűen elosztott pontjain.

Az így kiszámított geoid kép az anomáliák helye, jellege és mérete szempontjából nemcsak hasonlóknak, hanem azonosnak vehető a mért geoid képpel. Az egyes – különböző módszerekkel számított – geoid képek között nagyobb a különbség, mint a bemutatott mért és számított kép között.

A vizsgálat szerint tehát a bonyolult geoid alak csak két forgásszimmetrikus anomália rendszer összege, más lényeges ható az anomália kép kialakításában nem játszik szerepet.

Az ausztráliai és indiai fő inhomogenitásokon kívül a többi geoid anomáliának önálló anyagi vagy energetikus háttere nincs. Határozottan kimondjuk tehát, hogy a geoid anomáliákat okozó hatók földfelületi vetülete jól összeesik a mágneses tér jellegzetes pontjainak földfelületi vetületeivel. A mágneses és geoid anomáliák hatóinak összeeséséből pedig a két jelenségrendszer oksági összefüggésére is joggal következtethetünk.

Anélkül, hogy a geoid alak vizsgálatának további részleteire kitérnénk, megállapíthatjuk, hogy az elméleti és mért geoid képek nagyfokú hasonlóságuk mellett bizonyos jellegzetes különbségeket is tartalmaznak. A hatók pontosabb helyének meghatározásakor tehát valószínűleg ki kell lépni az egyenlítő síkjából. Becslő számítások arra a sejtésre vezetnek, hogy ezzel a lépéssel a Föld ismert sarki aszimmetriájának jelentős részét is megmagyarázhatjuk.

A geoid-anomáliák okának és jellegének meghatározása a Föld szerkezeti felépítésének és folyamatainak kiértékelése – tehát földtudományi szempontból – nyilván rendkívül fontos. Ezen túlmenően azonban tudományfilozófiai szempontból elvileg is igen lényeges fizikai kutatások elengedhetetlen tartozéka.

Az utolsó években gravitációs terünk abszolút mérésének pontossága ugyanis 2–3 nagyságrenddel megnőtt és jelenleg mikrogal pontosságnál tart. Ez a pontosság már belátható időn belül lehetővé teszi a gravitációs konstans állandó vagy változó voltának közvetlen mérését. Az igen fontos elvi kérdés eldöntése azonban csak akkor lehetséges, ha gravitációs terünk mind rövid és hosszú periódusú, mind periódus nélküli változásainak hátterét pontosan ismerjük, és a Föld felületén lehetőleg egyenletesen elosztott obszervatóriumi hálózaton rendszeresen mérjük.

Mindenesetre megállapíthatjuk, hogy a mesterséges holdak által nyújtott új mérés technika ma már lehetővé teszi Földünk belső szerkezetének és folyamatainak részletes vizsgálatát. Földünk évszázados folyamatainak vizsgálatára nyílt új lehetőség magasabb szinten a fizika elvi alapjainak a tisztázására is módot nyújt. Rendkívül fontos tehát, hogy ennek a mind földtudományi, mind általános természettudományi szempontból lényeges kérdésnek megoldására lehetőség nyílik a mesterséges holdak alkalmazásával.

Előadásom elején említettem, hogy a mesterséges holdak alkalmazása Földünket kicsivé tette. A világegyetemnek ezt a kis anyag tartományát az emberiség valóban kézbe veheti, mint egy almát és megvizsgálhatja részletesen külső és belső tulajdonságait. Ezt az almát látta 10 évvel ezelőtt először kívülről *Jurij Gagarin* és ezzel a pillantással új korszakot nyitott az emberi technika és tudomány történetében.

Reméljük, hogy a kicsivé vált Föld közelebb hozza egymáshoz a népeket, nemzeteket és a köztük levő minden nyelvi, gazdasági, kulturális és társadalmi különbség ellenére felismerik azt a tényt, hogy a technika mai eszközeinek a birtokában boldogulásukat ezen a kis almán csak a rendezett, békés egymás mellett élésben találják meg.

## Egyesületi hírek

Az 1969-ben Prágában első ízben tartott Nemzetközi Bányamérési Konferencia résztvevői a következő Nemzetközi Konferenciát 1972-re irányozták elő és rendezésével Magyarországot (OMBKE) bízták meg. A Konferencia szervezésére alakult rendezőbizottság az 1972. június 4–14 közötti időszakot jelölte ki a rendezvény részére.

A budapesti Konferencia Rendezőbizottsága a következők szerint rögzítette a rendezvény célkitűzését:

„Rávilágítani azokra a feladatokra, problémákra, melyek a bányászat általános fejlődésének megfelelően a bányamérési tevékenységgel szemben támasztott növekvő igények kapcsán jelentkeztek, illetve bemutatni azokat az új tapasztalatokat, útkereséseket, eredményeket, melyek a bányászat fejlődését előmozdítják.”

Az érdeklődők részére az OMBKE Bányamérői Munkabizottsága készségesen ad további felvilágosítást.

ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET  
Bányamérői Munkabizottsága. Nemzetközi Bányamérési Konferencia – Budapest V., Szabadság tér 17.

S. K.

### LAPSZEMLE

*Kőolaj- és Gázipari Tájékoztató*, 1970. 2. sz. 1–180 oldal. Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt és a NIMDOK közös kiadványa (litografált).

A Varga József, Binder Béla és Szegesi Károly szerkesztésében, 30 munkatárs segítségével szerkesztett kiadvány a hazai és külföldi kőolaj-gazdálkodás 1970-ben (sőt részben már 1971 elején) felmerült eseményeiről számol be. Igen érdekes és részben igen részletes cikkekben számolnak be a felmerülő problémákról, új mezők felfedezéséről, termelési eredményekről, új termelési módszerek alkalmazásáról: úgyszólván mindarról, ami a szakma iránt érdeklődőket – mind a szakembereket, mind a külső megfigyelőket – érdekelheti. Közvetlen geofizikai kutatási témákra nem térnek ki, de a geofizikusok is feltétlenül azok között vannak, akik az összeállítást érdeklő és haszonnal forgathatják.

T. G.

Fizikai Szemle 1971/2.

*Szöke Béla*: Néhány szakirodalmi adat helyesbítése Eötvös Loránd 1890 körüli ingaméréseire vonatkozólag, 61–63. old.

Szerző rámutat bizonyos ellentmondásokra, melyek az Eötvös-inga első kísérleti méréseinek időpontjaira vonatkozólag az idevágó szakirodalomban (többek között Pekár Dezső közleményeiben is) szereplő adatok között mutatkoznak. Rybár István közlésére támaszkodva itt is (mint előzőleg már a Műszaki Nagyjaink c. kiadványban is tette) leszögezi, hogy a pestszentlőrinci mérések voltak az első szabadban eszközölt alkalmazások (1890-ben) és időrendben megelőzték a sághegyi (1891) méréseket.

M. Gy.: Az Eötvös szobornál tartott avatóbeszéd, 63–64. old. Az 1970. július 27-én Eötvös szentlőrinci kertjében felavatott emlékszobornál tartott emlékbeszéd,

T. G.

# Vízföldtani problémák megoldása komplex geofizikai módszerekkel, a fejlődő országokban

HOBOT JÓZSEF – ERKEL ANDRÁS

A közlemény áttekintően ismerteti a víznek, mint legfontosabb nyersanyagnak szerepét emberi – közgazdaságtani vonatkozásban. Szól a vizkutatás gazdasági fontosságáról, s a kutatás geofizikai lehetőségéről, a különböző fizikai paraméterek mérésének és értelmezésének kérdéseiről.

Továbbiakban két jellegzetes példát mutat be felszivatagi területen végzett komplex geofizikai mérések eredményéből, s azok felhasználásáról vízföldtani feladatok megoldásában. Végül statisztikusan összefoglalja az ELGI által 12 év alatt külföldön végzett vizkutatás legfontosabb adatait.

В работе в сводном виде описывается экономическая роль воды, как самого основного сырья. Обсуждаются экономическое значение поиска вод, геофизические возможности поиска, а также вопросы об измерении и интерпретации различных физических параметров.

Приводится два типичных примера проведения комплексных геофизических работ в полупустынных районах и на этих примерах иллюстрируется возможность использования полученных результатов для решения гидрогеологических задач. В заключение дается статистическая сводка основных данных, характеризующих работы по поиску вод, проведенные Венгерским геофизическим институтом за последние 12 лет за границей.

Es wird über die Rolle des Wassers, als wichtigsten Rohmaterials in menschlicher und volkswirtschaftlicher Beziehung eine Übersicht gegeben. Die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserschürfung, die geophysikalische Möglichkeiten deren, sowie die Fragen der Messung und Interpretation der verschiedenen vorkommenden physikalischen Parameter werden besprochen.

Weiterhin werden zwei typische Beispiele vorgeführt, betreffend die Resultate von geophysikalischen Messungen, ausgeführt in Halbwüsten-Gegenden und deren Verwendung für die Lösung von wassergeologischen Problemen. Zum Schluss wird eine statistische Zusammenfassung der wichtigsten Daten der vom B.L.G.I. in den letzten 12 Jahren im Ausland im Interesse der Wasserschürfung ausgeführten Arbeiten gegeben.

A víz szerepe és jelentősége az emberi települések keletkezésében és fejlődésében ma már közismert. A víz mint a modern ipari társadalom nélkülözhetetlen nyersanyagának kutatása és kitermelése lassan éppen olyan jelentős összegeket emészt fel, mint az energiahordozók, vagy az ásványi nyersanyagoké. A városok, települések vízellátásának megoldása jelentős költségráfordítást igényel, ezért nem mindegy, hogy a víz kitermelési ára milyen összegekre rúg. Sok esetben, különösen az arid vagy szemi-arid égövek alatt elhelyezkedő egyes országok iparosításának szab gátat az a tény, hogy nem rendelkeznek megfelelő mennyiségű olcsó ipari vízzel. Az afrikai országok fővárosait 100–200 km hosszú távvezetékek látják el ivóvízzel (*Conakry*), vagy vízlepárló berendezésekkel a tenger vizét kénytelenek felhasználni (*Nouakchott*).

A mezőgazdaság korszerű fejlesztésének is rendszerint az öntözés lehetőségei szabnak határt. Az urbanisztikailag fejlett országokban pedig mind nagyobb mértékben jelentkezik a termál- és gyógyvizek iránti igény, amelyet napjainkban komplex módon hasznosítanak: fűtés, gyógyvíz és üvegházi primőr termelés. A vízszerzési lehetőségeket minden esetben gondos mérlegelés tárgyává kell tenni, figyelembe véve a víz fajlagos előállítási költségét és a rohamosan fejlődő igények perspektíváit is.

A vízfogyasztás a különböző fejlettségű országokban igen eltérő adatokat mutat. Az iparral vagy belterjes mezőgazdasággal nem rendelkező vidékeken,

ahol a víz csupán a háztartásban használdik el,  $5 - 10 \text{ l /fő/nap}$  a fajlagos vízfogyasztás. Kisebb vidéki városokban ez a szám  $50 - 100 \text{ l /fő/nap}$ , nagy ipari városokban  $450 - 500 \text{ l /fő/nap}$  a fajlagos vízfogyasztás, amely becslések alapján a századfordulóra  $1000 \text{ l /fő/nap}$  mennyiségre emelkedik. A szükséges ivóvízmennyiség felszíni vízfolyásokból történő biztosításának az iparilag fejlett országokban a folyók egyre növekvő ipari szennyezettsége szab korlátot. A sivatagi, félsivatagi országokban viszont vagy egyáltalán nincsenek, vagy csak időszakos felszíni vízfolyások vannak. Így a probléma a legtöbb helyen csak a felszín alatti vizek feltárásával és kitermelésével oldható meg. Magyarországon például potenciális vízkészlet  $45 - 50\%$ -a a felszín alatti vízkészletből biztosítható (talajvíz, karsztvíz, artézivíz). A modern vízkutatás ma már komplex folyamat, amely a hidrogeológiai felméréssel kezdődik, s a vízkutató és termelő fúrások lemélyítésével fejeződik be. A kettő közti szoros és nem elhanyagolható kapcsolatot teremti meg felszíni geofizikai kutatás.

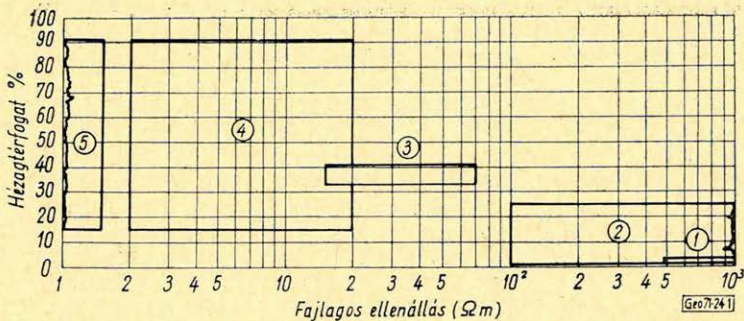
A felszíni geofizikai kutatások elvi célja a felszín alatti vizek optimális tárolóhelyeinek felkutatása, a víztároló összlet vastagságának és tömegének meghatározása, gyakorlati célja pedig röviden összefoglalva az, hogy a vízkutató- és feltáró fúrások legkedvezőbb helyét kijelölje. Ez a feladat a vízföldtani számítás egyetlen lehetséges módszere, amelynek segítségével a víz fajlagos kitermelési költségei is jelentősen csökkenthetők. A geofizikai kutatások a fúrási költségnek cca.  $5\%$ -a, ha egy területen belül több fúrás kitézéséről van szó. Kb.  $15\%$ -ra emelkedhetnek a költségek, ha egyedi vagy igen bonyolult földtani helyzetű vízfúrások kitézését kell végrehajtani. Ha meggondoljuk azt, hogy a vízfúrások produktivitása a geofizika alkalmazásával  $40 - 60\%$ -ról  $90 - 95\%$ -ra növelhető, nyilvánvalóvá válik ezen kutatások alkalmazásának elengedhetetlen szükségessége is.

A felszíni geofizikai módszerek hidrogeológiai kutatásban való alkalmazására az ad lehetőséget, hogy a kőzetek az alapvető ásványos összetételtől, valamint a százalékos víztartalomtól függően igen nagy mértékben változtatják kőzetfizikai paramétereiket. Ilyenek például a fajlagos ellenállás, a sűrűség, szuszceptibilitás, vagy pl. a rugalmasság. A különböző kőzetek százalékos hézagterfogata és azok fajlagos ellenállása közti kapcsolatot az *1. ábra* diagramjában és az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

1. táblázat, 1. Таблица, 1. Tabelle

	Közepes hézagterfogat	Fajlagos ellenállás
1. <i>Tömött kőzetek</i> Ide sorolható az intruziós és metamorf kőzetek nagy többsége, az üledékes kőzetek közül a tömött mészkövek, dolomitok, kvarcitos homokkövek, valamint az effuzív kőzetek közül a bazaltok és andezitek. Nagy fajlagos ellenállásukkal élesen elkülönülnek .....	0,3 – 3,0%	400 – 5000 ohmm
2. <i>Üreges-járatok, kőzetek</i> Főleg a mészkövek, dolomitok, tufák, hólyagos vagy repedezett bazaltok, ellenállásuk közepes, vagy nagy ..	0,26 – 24,5%	100 – 2000 ohmm
3. <i>Porózus, átteresztő kőzetek</i> Általában a víztároló kőzetek, homok, kavics, murva, bazalttufa stb. ....	34 – 42%	15 – 70 ohmm
4. <i>Porózus átmeresztő kőzetek</i> Agyag, márga, tőzeg, iszap stb. ....	15 – 90%	2 – 20 ohmm
5. <i>Porózus, sós vízzel telített kőzetek</i> .....	15 – 90%	0,1 – 1,5 ohmm





1. ábra. A kőzetek fajlagos ellenállása a hézagterfogat függvényében, közepes víztelítettséget és átlagos réteg vízionkoncentrációt feltételezve

1: Tömött kőzetek. 2: Üreges kőzetek. 3: Porózus átteresztő kőzetek. 4: Porózus átneresztő kőzetek. 5: Porózus, sósvízzel feltöltött kőzetek (1. táblázat)

Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления горных пород от объема пор, при предположении средней насыщенности водой и средней концентрации ионов воды в пласте  
Таблица № 1. 1 – плотные породы; 2 – пористые породы; 3 – пористые проницаемые породы; 4 – пористые непроницаемые породы; 5 – пористые породы, насыщенные солевой водой

Fig. 1. Spezifischer Widerstand der Gesteine als Funktion des Porenvolumens, unter der Annahme mittlerer Wassersättigung und Schichten-Ionkonzentration

1: Kompakte Gesteine, 2: Poröse Gesteine, 3: Poröse durchlässige Gesteine, 4: Poröse undurchlässige Gesteine, 5: Poröse, salzgesättigte Gesteine

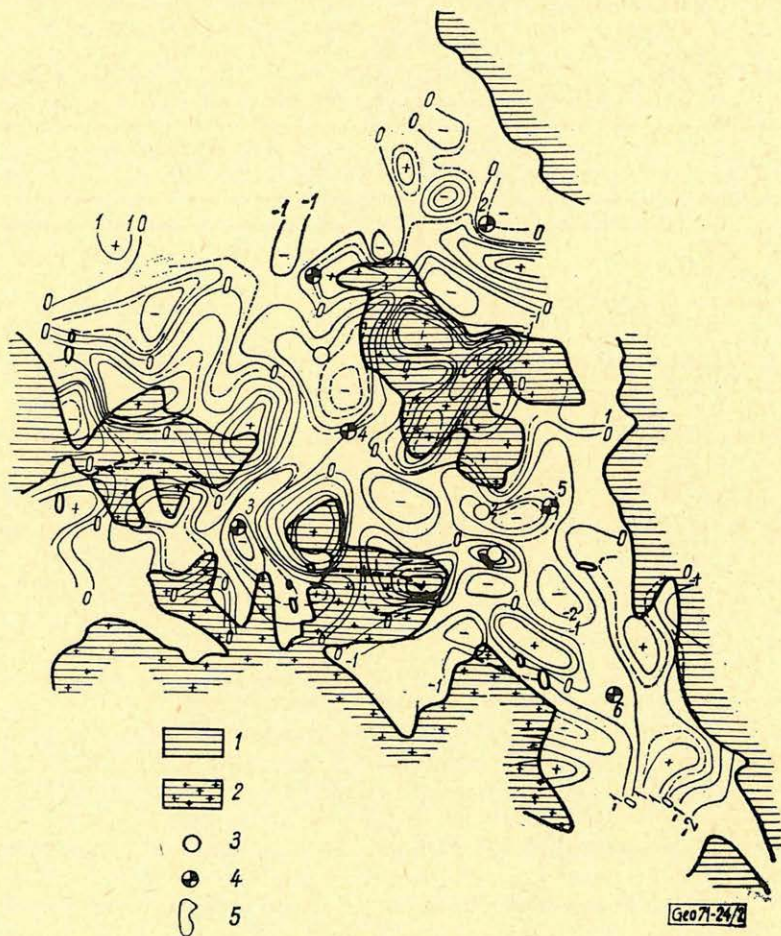
Amint a diagramból is látható, a gyakorlatilag teljesen impermeabilis kőzetek nagyon nagy, ill. nagyon kis fajlagos ellenállással rendelkeznek, ezért ellenállásmérésekkel igen élesen elkülöníthetők. Az üreges kőzetek ellenállása általában nagy, de ezeknél elsősorban a vetődések, repedések, valamint a tektonikailag igénybe vett zónák kimutatására kell törekednünk. A porózus kőzetek közepes ellenállással rendelkeznek. Meg kell jegyeznünk, hogy a gyakorlatban az elválasztási lehetőségek nem mindig ilyen élesek, mert a víztartalom és az ionkoncentráció függvényében ugyanazon kőzetek ellenállása is igen széles határok között változhat. Ezért a táblázatban közepes víztartalmú és átlagos ionkoncentrációjú kőzetek ellenállását tüntettük fel.

A következőkben néhány olyan példát mutatunk be, amelyet az *ELGI* kutatói külföldön, félsivatagi éghajlat alatt elhelyezkedő, fejlődő országokban hajtottak végre. Meg kell jegyeznünk, hogy bár a vízföldtani kutatásoknál a konkrét eredmények használhatóságát illetően döntő szerepük a geoelektromos ellenállásmérő módszereknek van, a bemutatott példákban gravitációs és tellurikus kutatások eredményei is láthatók. Szándékosan választottunk ilyen példákat, mivel ezek azt bizonyítják, hogy nagy területek előzetes felmérésénél a gyors és olcsó előkutatási módszerekkel a perspektivikus, és részletkutatásra alkalmas területek jól kijelölhetők. Másrészről a bonyolult földtani felépítésű területeken a különböző kőzetfizikai paramétereken alapuló értelmezés olyan többletinformációkat tartalmaz, amely a vízkutatás szempontjából nem hanyagolható el.

Az első kutatási terület egy 2000 m tszf. elhelyezkedő magas hegységekkel körülvett lefolyástalan zárt medencében van. A geofizikai kutatásokat megelőzően már 4 meddő vízkutató fúrás mélyült. A terület földtani felépítése igen bonyolult. A környező hegységek anyagát erősen gyűrt intruziós gránitok,

granitoidok, porfiritek, valamint üledékes eredetű metamorfitek és különböző kristályos palák, homokkövek, effuzivumok stb. alkotják (2. ábra).

A három oldalról magas hegységekkel határolt medence határát egy lefolyástalan mocsaras terület, majd egy sós vízü tó képezi. A medencét a környező hegységekből származó, változó szemmagyságú törmelékek töltik fel, valószínűleg több száz méter vastagságban. A környező hegyekből számos gyorslefolyású, időszakos vízfolyás igyekszik a medence belseje felé, de ezek a peremi durva üledékekben rendszerint elnyelődnek. A patakok a medenceperemeken nagy kiterjedésű görgetegekből álló törmelékkipokat halmoztak



2. ábra. Gravitációs residuel anomália térkép

1 gránitkibúvás - 2 üledékes eredetű metamorfitek - 3 meddő fúrások - 4 javasolt fúrások - 5 residuel anomáliák

Рис. 2. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести  
1 - обнажения гранитов; 2 - метаморфиты осадочного происхождения; 3 - непродуктивные скважины; 4 - предлагаемые для бурения скважины; 5 - остаточные аномалии

Fig. 2. Karte von residuellen gravimetrischen Anomalien

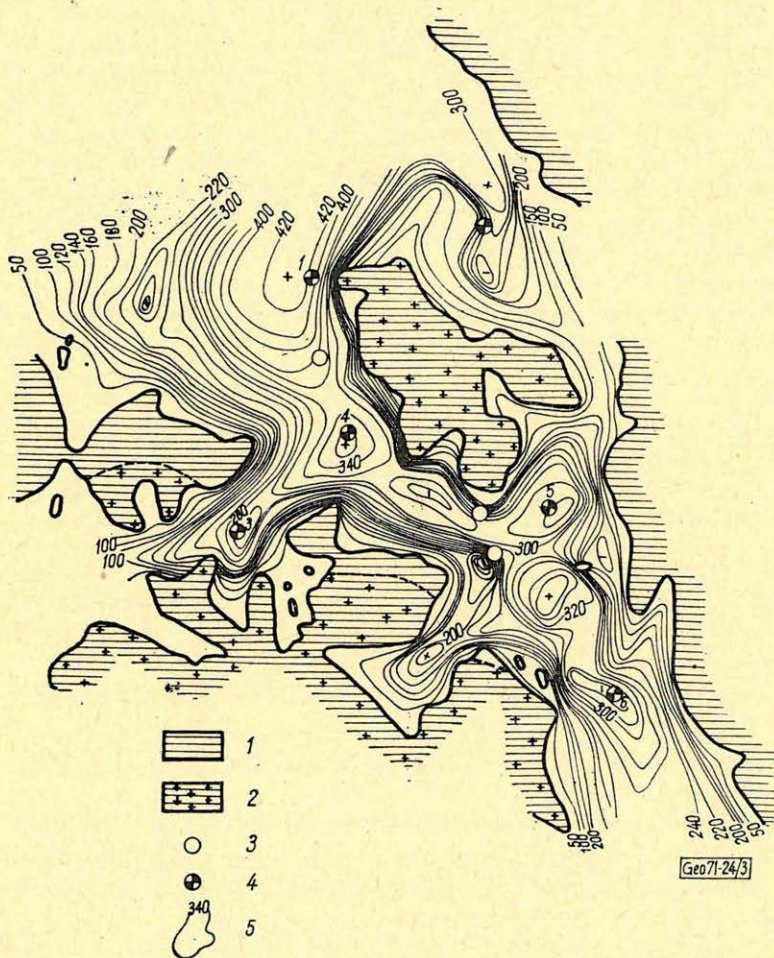
1 Granitauskeilung - 2 Metamorphgesteine sedimentischen Ursprungs - 3 Erfolgreiche Bohrungen - 4 vorgeschlagene Bohrungen - 5 residuelle Anomalien

fel. A medence magasabb fekvésű részein a felszínen durva törmelékes anyagok, majd távolabb egyre finomabb szemű üledékek, a déli részeken viszont már csak a sós iszapos-agyagos üledékek találhatók meg.

A kutatási területen a víztárolásra két lehetőség kínálkozik:

a) A granitoidok, valamint a metamorf alaphegység töréses-repedezett zónái, vagy

b) a nagytömegű harmad-negyedkori üledékek porózus rétegei.



3. ábra. A  $q_{\infty}$  szint térképe

1 granitkibúvás – 2 üledékes eredetű metamorfitek – 3 a meddő fúrások – 4 javasolt fúrások – 5 a  $q_{\infty}$  szint mélysége méterben

Рис. 3. Карта горизонта „ $q_{\infty}$ ”

1 – гранитные обнажения; 2 – метаморфиты осадочного происхождения; 3 – непродуктивные скважины; 4 – предлагаемые для бурения скважины; 5 – глубина залегания горизонта „ $q_{\infty}$ ” в м

Fig. 3. Karte des  $q_{\infty}$  – Niveaus

1 Granitauskeilung – 2 Metamorphgesteine sedimentischen Ursprungs – 3 erfolgreiche Bohrungen – 4 vorgeschlagene Bohrungen – 5 Tiefe des  $q_{\infty}$  – Niveaus in Metern

Vízutatás és feltárás szempontjából az első eset rendkívül bonyolult, ezenfelül a vízutánpótlás folyamatossága sem biztosított. Marad tehát a második megoldás, és itt a felszíni geofizikai módszereknek az alábbi kérdésekre kellett válaszolnia:

Elsősorban mi volt az első négy meddő fúrás oka?

Másodsorban vannak-e és hol vízzakkumulációra alkalmas szerkezetek?

A kutatás első fázisaként mintegy  $700 \text{ km}^2$ -re kiterjedően gravitációs méréseket végeztünk és azokból Bouguer-anomália térképet szerkesztettünk. Mivel a szóban forgó területen a medencealjzat két képződménye eltérő sűrűséggel rendelkezik ( $\sigma$  gránit  $2,5 - \sigma$  homokkövek  $2,9 - 3,1$ ) ezért a  $\Delta g$  értékek nagyságát nem csak az üledékek ( $\sigma_n = 1,9 - 2,1$ ) vastagsága, hanem a medencealjzat inhomogenitásai is jelentősen befolyásolták. Az elmondottak miatt maradékanomália térképet szerkesztettünk, amely a 2. ábrán látható. A reziduel térképen a nagy sűrűségű aljzat tömegeinek hatása már elenyésző. A térképen jelentkező  $\Delta g_R$  minimumok az üledékes összlet kivastagodásának területére esnek. A  $\Delta g_R$  maximumok viszont a medencealjzat kisebb kiemelkedéseit, vagy a nagytömegű törmelékkúpok felhalmozódását indikálják.

A medencealjzat morfológiáját, az üledékes összlet vastagságát, a felszíni ellenállásmérések alapján szerkesztett  $\rho_\infty$  szint térkép reprezentálja (3. ábra). A térkép alapján jól érzékelhető, hogy a medenceüledékek elhelyezkedése a kibúvásokhoz képest nem szimmetrikus, mivel a legmélyebb zónát kijelölő tengelyvonal a  $K$ -i gránitkibúváshoz esik közelebb. Feltehető, hogy a gránit benyomulása az idősebb képződményekbe egy nagy törésvonal mentén ment végbe. A  $\rho_\infty$  szint térkép, amely hibahatáron belül gyakorlatilag a paleozóikum felszínével egyezik meg, több kisebb-nagyobb, egymástól felszín alatti nyeggel elválasztott medencét mutat, amelyek vízföldtani szempontból nem egységesen perspektivikusak. Ezen képből is látható, hogy a kutatások előtt lemélyített fúrásokat a medencealjzat nagy lejtésű oldalára telepítették, ahol a felhalmozott durva üledékben a leszivárgó víz gyorsan átfolyt. További hiba volt az, hogy a  $30 - 40$  méterben jelentkező durva törmelék már összefüggő alaphegységnek tekintették:

A kutatások alapján kitűzött 6 fúrás közül hármat lemélyítettek. A fúrásokkal bizonyítást nyert, hogy

- a meddő fúrások nem az alaphegységet, hanem csak a durva lejtőtörmelékét érték el.
- a legjobb víztároló összletek a durva törmelékek alatt helyezkednek el.

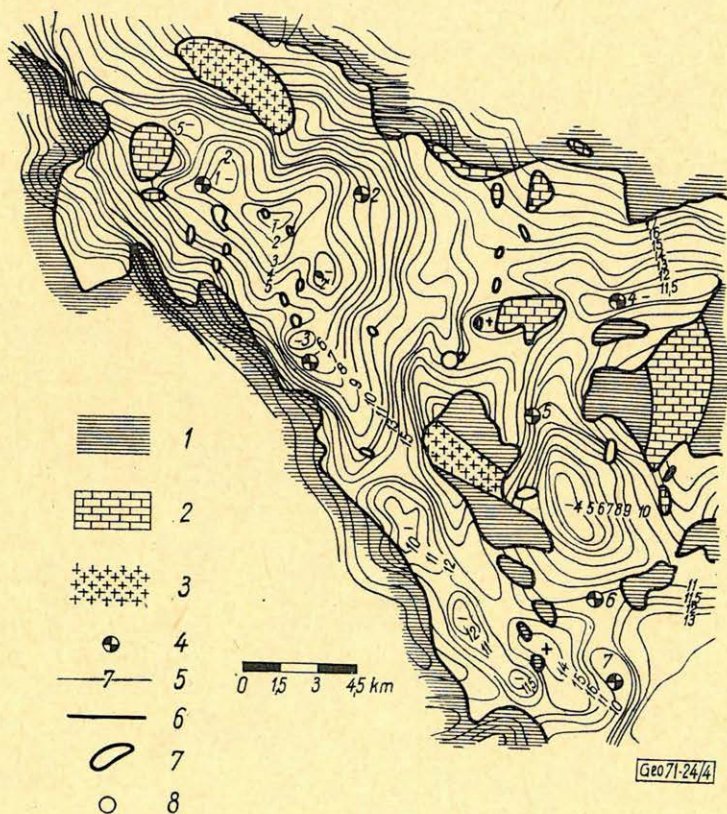
Az elvégzett kutatások azt bizonyították, hogy a kis kapacitással végzett geoelektromos kutatásokkal (a telepített fúrások alapján) meddőnek nyilvánított terület vízföldtani problémáit a rendszeres és áttekinthető komplex geofizikai mérésekkel sikeresen meg lehet oldani. A felszíni geofizikai kutatások összes költségei annyit tettek ki, mint amennyibe egyetlen meddő fúrás került.

A második mérésterület egy magas hegyekkel körülvett fennsíkon fekvő, tektonikai mozgások során kialakult, és felszíni morfológiája alapján nyílt lefolyású völgyrendszerben helyezkedik el. A mintegy  $600 \text{ km}^2$ -t kitevő völgyrendszert kambriumi korú gneiszek, kristályos mészkövek és palák határolják. A völgy  $Ny$ -i peremén fiatalokorú vulkáni tevékenységre utaló képződmények (bazalt) láthatók.

A völgyrendszer morfológiailag legmélyebb pontján egy vízutató fúrás mélyült, amely  $27 - 170$  méterig száraz, repedezett kristályos mészkövet (me-

dencealjzatot) harántolt. Ebből arra következtek, hogy a területen a medenceüledékek 50 m-nél nem vastagabbak, és hogy az alaphegység repedezett zónái szárazak.

A kutatás célja felszíni geofizikai módszerekkel felderíteni azt, hogy van-e a völgyrendszerben vízakumulációra alkalmas, nagy üledékvastagsággal rendelkező víztároló szerkezet. Elsőként a terület átnézetes megismerésére a legolcsóbb és leggyorsabb graviméteres módszert alkalmaztuk. A 4. ábrán a Bouguer-anomália térképet mutatjuk be. A  $\Delta g$  anomáliák értéke 1–23 mgal között változik. A peremi kambriumi képződmények 15 mgal feletti értékkel, a medencén belüli gránit-kibúvások 10–15 mgal közötti és a nagyobb üledékvastagságú völgyrészek 0–10 mgal közötti értékkel jelentkeznek. A Bouguer-térkép alapján a részletes kutatások területe, az ellenállásmérési szelvények iránya, terítéstávolsága már egyértelműen meghatározható. A gravi-



4. ábra. Bouguer-anomália térképe

1 – palák – 2 mészkövek – 3 gneiszek – 4 javasolt fúrások – 5 a Bouguer-anomália – 6 a képződmény felszíni kibúvásának határa – 7 bazaltok – 8 a meddő fúrás

Рис. 4. Карта аномалий Буге

1 – сланцы; 2 – известняки; 3 – гнейсы; 4 – предлагаемые для бурения скважины; 5 – аномалия Буге; 6 – граница обнажения формации на поверхности; 7 – базальты; 8 – непродуктивные скважины

Fig. 4. Karte der Bouguer-Anomalien

1 Schiefer – 2 Kalksteine – 3 Gneisse – 4 vorgeschlagene Bohrungen – 5 Bouguer-Anomalien – 6 Grenze der Auskeilung der Formation – 7 Basalte – 8 erfolgreiche Bohrungen

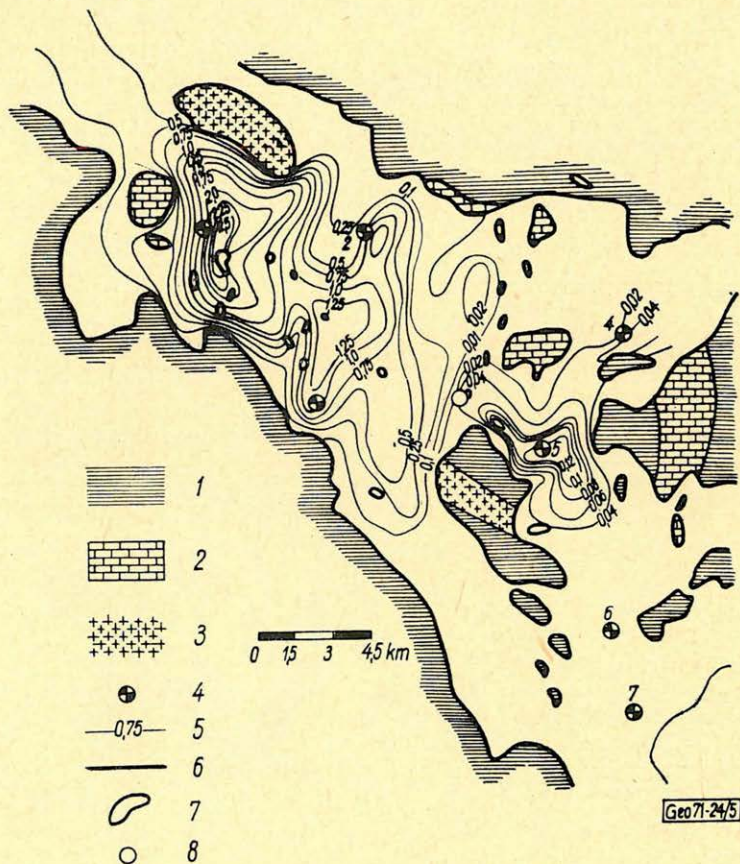
méteres mérésekkel egyidőben, egymástól nagy távolságban elhelyezett pontokon felszíni ellenállásméréseket végeztünk. Azt a meglepő eredményt tapasztaltuk, hogy az  $\bar{E}Ny$ -i nagy minimumban a  $\rho_{\infty}$  szint  $AB = 4000$  m-es szondázással sem érhető el. Ezért a minimum területén a szondázásokhoz képest gyorsabb tellurikus módszert alkalmaztuk.

Az izoarea térkép (5. ábra) alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

– A medence legmélyebb pontja – amelynek mélysége az 1000 m-t is meghaladja a gravitációs minimumhoz képest  $\bar{E}Ny$ -ra tolódik el.

– Ettől  $DK$ -re két kisebb, közepes mélységű (300–500 m) medence-részlet helyezkedik el.

– A  $K$ -i mellékvölgyben is hasonló mélységviszonyok alakultak ki (5. pont környékén).



5. ábra. Tellurikus izoarea térkép

1 palák – 2 mészkövek – 3 gneiszek – 4 javasolt fúrások – 5 izoarea vonalak – 6 képződményhatárok – 7 bazaltok – 8 a meddő fúrás

Рис. 5. Карта изоарей по данным метода ТТ

1 – сланцы; 2 – известняки; 3 – гнейсы; 4 – предлагаемые для бурения скважины; 5 – линии изоарей; 6 – границы раздела; 7 – базальты; 8 – непродуктивная скважина

Fig. 5. Tellurische Isoarea-Karte

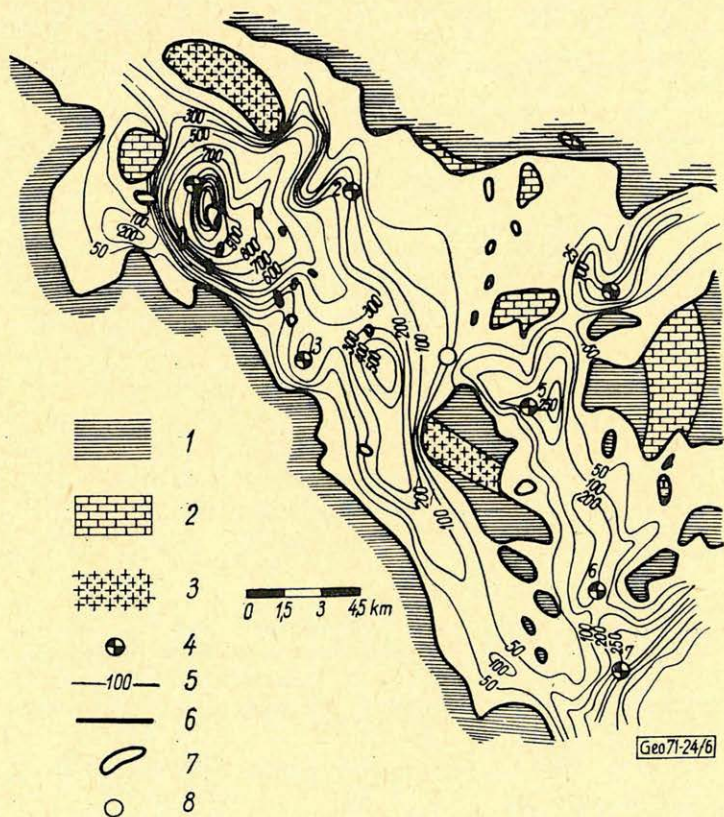
1 Schiefer – 2 Kalksteine – 3 Gneise – 4 vorgeschlagene Bohrungen – 5 Isoarea-Linien – 6 Formationsgrenzen – 7 Basalte – 8 erfolgreiche Bohrung

A TE mérések alapján a medencealjzat nagytektonikája, mélységviszonyaira, továbbá a részmedencék elkülönítésére már konkrét elképzelés alakult ki. A felszíni ellenállásmérések alapján egy medencealjzat térképet ( $\rho_{\infty}$  szint) szerkesztettünk (6. ábra). Látható, hogy a felszíni morfológia alapján sekély mélységűnek vélt völgyrendszer alja igen sokféle morfológiai elemre tagozódik.

– Az 1. pont (javasolt fúrás) környékén egy cca 1500 m mély, a TE mérésekkel már indikált katlanszerű beszakadás helyezkedik el.

– Tőle K-re (2–3. pont térségben) kisebb mélységű, egymástól elkülöníthető részmedencék alakultak ki, amelyeknek a felszíni morfológiához, továbbá a kibúvásokhoz képesti elhelyezkedése aszimmetrikus.

– A K-i mellékvölgyben a medenceüledékek vastagsága a kibúvások között eléri a 200–250 métert is. Az aljzat izohipszái több kisebb zárt bemélyedést mutatnak.



6. ábra. Üledékvastagság ( $\rho_{\infty}$  szint) térkép

1 palák – 2 mészkövek – 3 gnejszek – 4 javasolt fúrás – 5 az üledékes összetel vastagsága méterben – 6 képződményhatárok – 7 bazaltok – 8 a meddő fúrás

Рис. 6. Карта мощности осадочной толщи (горизонта „ $\rho_{\infty}$ ”)

1 – сланцы; 2 – известняки; 3 – гнейсы; предлагаемая для бурения скважина; 5 – мощность осадочной толщи в м; 6 – границы раздела; 7 – базальты; 8 – положение непродуктивной толщи

Fig. 6. Karte der Sedimentendicke ( $\rho_{\infty}$  – Niveau)

1 Schiefer – 2 Kalksteine – 3 Gneisse – 4 vorgeschlagene Bohrung – 5 Dicke der Sedimenten-Schichtenfolge in Meter – 6 Formations-Grenzen – 7 Basalte – 8 unhaltiges Gestein

A  $\rho_{\infty}$  szint ismeretében a vízakkumulációra legkedvezőbb morfológiájú helyek kijelölhetők.

Víznyerésre a mérési eredmények alapján három legvalószínűbb következtetés vonható le:

– Az 1. fúrásponton a 40–150 ohmm-es réteg összlet alsó részét tekintjük legoptimálisabb tárolónak.

– A 2–3. fúrásponton, a 40–80 ohmm-es összletből vagy a medencealjzat törmelékeiből lehet legnagyobb valószínűséggel vizet termelni.

– A 4–5–6. fúrásponatokon elsősorban a medencealjzat mélyedéseiben felhalmozódó durva törmelékek lehetnek vízadók.

A bemutatott példákat több száz esetre tehető kutatási tevékenységünk-ből válogattuk ki. A közeljövőben megjelenő Geofizikai Közleményekben részletesebben ismertetjük vízkutatásaink főbb eredményeit. Gondolom, az itt bemutatott néhány példa is eléggé meggyőzően bizonyította kutatásaink hasznosságát és eredményességét oly területen, ahol az előzetes fúrási tevékenység alapján nagy területeket meddővé nyilvánítottak.

A következő ábra az ELGI külföldön végzett hidrogeológiai kutatási tevékenységéről ad áttekintést (7. ábra). Amint látható, kezdetben kizárólag

felszíni ellenállásméréseket alkalmaztunk. 1967-től kezdve olyan megbízásokat kaptunk, amikor nagy területekről (2000–3000 km<sup>2</sup>) kellett viszonylag rövid ideig tartó terepi mérések után véleményt alkotni. Ezekben a területeken rendszerint már volt előzetes geofizikai-fúrási tevékenység is. Volt olyan mérésterületünk, ahol 13 fúrásból 11 meddő volt. Ezekben a bonyolult földtanifelépítésű, rendszerint nagy kiterjedésű területeken a geofizikai komplexus lényegében a gravitációs, mágneses előkutatásokkal kiegészített geoelektromos kutatás volt. Ezzel a módszerrel lényegében két célt értünk el:

– Csökkent a mérési terület fajlagos, négyzetkilométerenkénti kutatási költsége.

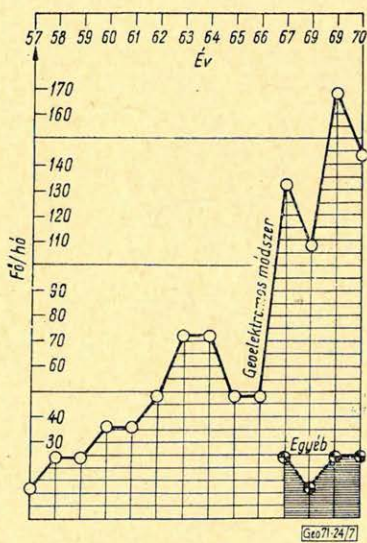
– A leghatékonyabb, de ezzel együtt a legdrágább felszíni ellenállásméréseket az előkutatások alapján a legkedvezőbb területekrészre lehetett koncentrálni.

A mérési eredmények komplex értelmezése során olyan kérdésekre is választ tudunk kapni, amelyre a geoelektromos eredmények önmagukban nem elegendők.

Az elmúlt 13 év alatt az ELGI kutatói 782 helyen végeztek vízföldtani geofizikai kutatásokat, mintegy 572 fúrásponatot tűztek

ki és 462 volt a méréseik alapján lemélyített víztermelő fúrások száma. A vízfúrások produktivitása, amely 50–65%-os volt, a geofizika alkalmazásával 85–93%-ra emelkedett.

Az ELGI külföldi vizkutatása



7. ábra. Az ELGI külföldi vizkutatási tevékenysége

Рис. 7. Деятельность Венгерского геофизического института по поиску воды за границей

Fig. 7. Wasserschürfungs-Aktivität des ELGI im Ausland



# Egyesületi hírek

DR. BARTA GYÖRGY-öt, az MTA lev. tagját, Egyesületünk alapítótagját, az Eötvös Loránd Emlékérem tájaljonosát, a Tudományos Bizottság elnökát 1971. július 1-i hatállyal az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszék tanszékvezető egyetemi tanárává nevezték ki.

Szerkesztőség

## LAPSZEMLE

- Geofysikální Sborník*: (Geofizikai Gyűjtemény) 1968, XVI. kötet, a Csehszlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének munkái, No 288 – 301. Praha 1971. 324 old.
- Szerkeszti A. Zátópek akadémikus, J. Pícha, J. Bouška V. Petr és J. Vaňek közreműködésével. A kötet 14 cikket tartalmaz angol vagy német szöveggel, cseh, és orosz nyelvű kivonattal. A szerkesztőség előszava cseh, orosz és francia nyelvű. A cikkek témái:
- M. Burša*: A quazigeoidális magasságok interpolációs hibája Csehszlovákia területén 9 – 27 old.
- J. Kašpar*: Egyszerű transzformációs módszerek általános rendszerekben 29 – 50 old.
- I. Pola*: Gravitációs anomáliák pontszerű forrásai 51 – 79 old.
- V. Vyskočil – J. Panýr*: Gravitációs anomáliák előrejelzése a legkisebb négyzetek módszerével és azok pontossága 81 – 90 old.
- V. Babuška – L. Ruprechtová*: Keletalpi földrengések makroszeizmikus hatása a prágai területen 91 – 101 old.
- K. Holub*: Lyukban végzett robbantások szeizmikus effektusa 103 – 113 old.
- K. Klíma – O. Kulhánek – V. Babuška*: Kvantitatív összefüggés az elasztikus anizotrópia és a kalcit szemcsék irányítottsága között márványban 115 – 153 old.
- A. Dvořák*: Rúdalakú és lemezes oszlopok földbeverése által keltett rezgések 155 – 170 old.
- V. Bucha*: A felső-kambrium és alsó ordovicium paleomágnessége Csehszlovákiában 173 – 188 old.
- K. Prikner*: A hidromágneses síkhullám rezonanciája vízszintesen rétegezett magnetoszférában közepes és alacsony mágneses szélességen és Pc pulzációk 5-től 40 mp-ig, melyeket mágneses viharok alkalmával észleltek 189 – 218 old.
- B. Bednařova – Nováková – E. Bortlíková*: Geomágneses aktivitás és a napkorona 219 – 252 old.
- J. Šubrt*: A földi áramok mesterséges varáció-forrásai a Budkov-i elektromágneses obszervatórium vidékén 253 – 271 old.
- J. Mrázek*: Adalék az ionoszféra-viharok morfológiájához 273 – 290 old.
- E. Cechová*: Nem-adiabatikus felmelegedés becslése különböző módszerekkel 291 – 323 old.

*Alföldi Olajbányász*: 1971. július, VII. évf. 6. sz.

*Kármár Tibor*: Geofizikai műveletek az ország legmélyebb fúrásánál, I. old.

A Hód – 1 fúrásnál (talpmélység ma már 5418 m) a geofizikai szelvényezés legalább olyan nehéz feladatot jelent a maga nemében, mint a fúrás lemélyítése. Eddig a feladatot sikerrel teljesíthették, a nagyobb mélységekben azonban olyan nehézségek lépnek fel, melyeket a ma rendelkezésre álló eszközökkel már le nem győzhetünk. Ezért „A további szelvényezések érdekében elengedhetetlennek látszik az iparág megfelelő vezetőinek konkrét, gyors segítsége”, mondja a szerző.

# A magyar geofizika eredményei és lehetőségei a szénhidrogén-kutatások területén

MOLNÁR KÁROLY – RUMPLER JÁNOS

Magyarországon a geofizikának szénhidrogén-kutatásra való felhasználása régebbi időszakra nyúlik vissza, s alapvetően Eötvös nevéhez fűződik. A torziós ingát később követte a graviméter, majd a mágneses, geoelektromos, valamint a legjelentősebb, a szeizmikus módszer.

Az ország gravitációs és mágneses felmérése, az adatok feldolgozása jelentős segítséget nyújtott a szénhidrogén perspektíváinak helyesebb megítéléséhez, s a későbbi szeizmikus kutatások területeinek kijelöléséhez.

A hazai olajipari szeizmikus kutatások két évtizede alatt közel 40 000 km összhosszúságú vonal-hálózat került bemérésre. E kutatások változatos földtani felépítésű, és felszíni adottságú területeken kerültek végrehajtásra. E nagyvolumenű szeizmikus kutatáshoz jelentős kőolaj- és földgázmezők felfedezése kapcsolódik.

A kutatások módszertani és műszeres fejlődése is jelentős. Napjainkra jellemző az analóg, mágneses jelrögzítés intenzív felhasználása, s a digitális technika gyakorlati bevezetése. A különböző műszergenerációhoz tartozó módszertani lehetőségek ugyancsak széles körű felhasználást nyernek.

Az ismertetett hazai eredmények, a modern műszerekkel és gyakorlott geofizikusokkal rendelkező kutatóbázis biztosítékot nyújtanak arra, hogy külföldön is megfelelő színvonalú mérésekre vállalkozhassunk.

*В Венгрии применение геофизики для поиска нефти имеет длинное прошлое и связано, в основном, с именем Этвеша. За вариометром следовал гравиметр, а затем стали постепенно применяться магнитометрический, электроразведочные и, как самые значительные, сейсморазведочные методы.*

*Грави- и магнитометрическая съемка всей страны для значительную помощь для уточнения перспективных на нефть и газ районов и для выделения участков для сейсморазведки.*

*За два десятилетия применения сейсморазведки в венгерской нефтяной промышленности была заснята сеть профилей общей протяженностью 40 000 км. Эти разведочные работы проводились в районах с различными геологическим строением и поверхностными условиями. С этим значительным объемом сейсморазведки связано выявление ряда месторождений нефти и газа.*

*Для рассматриваемых работ характерно значительное методическое и аппаратное развитие. Настоящий этап развития характеризуется широким применением аналоговой, магнитной записи и внедрением цифровой техники. Также широко используются методические возможности, связанные с применением различных видов аппаратуры.*

*Описанные результаты, достигнутые в нашей стране и существующая разведочная база с современными видами аппаратуры и с опытными геофизиками дают нам гарантию обоснованно взяться за проведение разведочных работ подобного высокого уровня и за границей.*

*Die Anwendung der Geophysik für die Kohlenwasserstofferkundung in Ungarn geht auf eine lange Zeitperiode zurück und ist grundlegend mit dem Namen Eötvös verknüpft. Der Torsionswaage folgte später das Gravimeter, dann die magnetische, geoelektrische, und als letzte, die höchst effektive seismische Methode.*

*Die gravimetrische und magnetische Vermessung des Landes, sowie die Bearbeitung der so gewonnenen Daten bot eine bedeutende Hilfe zur richtigen Beurteilung der Perspektiven der Kohlenwasserstoffe und zur Auswahl der Gebiete der später erfolgenden seismischen Erkundung.*

*In den zwei Jahrzehnten der einheimischen seismischen Forschungen der Erdölindustrie wurde ein Netz von nahe 40 000 km Gesamtlänge vermessen. Die Messungen wurden an Gebieten vollgeführt, wo recht variable geologische Struktur angetroffen wird und recht verschiedene Oberflächenverhältnisse herrschen. Diesen seismischen Forschungen grossen Volumens gesellte sich die Aufdeckung von bedeutenden Öl- und Gas-Feldern.*

*Die Erkundung zeitigte auch bedeutende methodische und instrumentalische Fortschritte. Für unsere Tage ist bezeichnend die intensive Anwendung der analogen, magnetischen Zeichenerfassung und die praktische Einführung der digitalen Technik. Gleichzeitig haben die zu verschiedenen Apparategenerationen gehörigen Möglichkeiten ein breites Anwendungsgebiet gewonnen.*

*Die vorgeführten einheimischen Erfolge, die mit modernen Instrumenten ausgestattete und über geübte Geophysiker verfügende Untersuchungsbasis sind eine Gewähr dafür, dass wir auch im Ausland Messungen entsprechenden Niveaus unternehmen können.*

A geofizikai eszköznek olajkutatásra történő felhasználására – tudomásunk szerint – először Magyarországon került sor. Az Eötvös Loránd által alkalmazott torziós inga volt az eszköz, amelyet a felszín alatti tömegeloszlás meghatározására lehetett alkalmazni. Az első gyakorlati eredmény 1916-ban mutatkozott, amikor a Morvaföldön, Egbell közelében a torziós inga mérések segítségével kimutatott anomálián lemélyített fúrás kőolajat eredményezett. Ez időszaktól kezdve a torziós inga kőolajkutatásra való alkalmazása világszerte fellendült. Az eszköz magyarországi alkalmazása a 20-as és 30-as években igen nagymértékű volt és értékes adatokat szolgáltatott az üledékes medence-területek földtani megismeréséhez.

Az Eötvös-féle torziós ingát később követte a graviméter, amely a gravitációs anomáliatér gyors és pontos feltérképezését tette lehetővé. Magyarország a gravitációs kutatások területén élenjáró volt, az ország területe kellő részletességgel fel van mérve. Új értelmezési eljárások kifejlesztésével igyekeztünk az adatokból a lehető legtöbb, a földtani következtetések levonására alkalmas információt nyerni.

A mérési adatok feldolgozásánál egyre nagyobb szerepet kapnak a matematikai módszerek, illetve a számítógépek. Programokat készítettünk:

1. különböző interpolációs számításokra;
2. 2 és 3 dimenziós hatószámítások elvégzésére;
3. térfüggvények spektrumának előállítására;
4. különböző térképtranszformációk gépi számítására.

Az utóbbi időkben különösen nagy súlyt helyeztünk a Bouguer-térképek szűrősorozatokkal történő átalakítására. Az átalakítással kapott térképek, tapasztalataink szerint, ugyanis célszerűen felhasználhatók a földtani értelmezésben, illetve a további szeizmikus kutatások tervezésében.

A gravitációs térképek átalakításában alkalmazott eljárások túlnyomó többsége lineáris és ezért matematikailag kétváltozós szűréssel egyenértékű. A lineáris átalakítások egyértelműen jellemezhetők átviteli függvényekkel.

Az általunk alkalmazott szűrősorozat alapvető tulajdonságait az alábbiak jellemzik:

1. irányfüggetlen átvitel;
2. zérus fáztolás;
3. lehető legkisebb együttható-mátrix.

Szeretnénk kihangsúlyozni, hogy tapasztalataink szerint az általunk alkalmazott szűrősorozat a Bouguer-térképek felbontásában kedvezőbbnek bizonyult az idevonatkozó irodalomból megismert szűrési eljárásoknál.

Az ország kőolajkutatásra alkalmas területének földtani felépítése lehetővé, a komplex értelmezési, továbbá a gazdaságossági szempontok szükségessé teszik a szeizmikus részletező kutatások előtt a geoelektromos módszerek alkalmazását. A hazai szénhidrogén-kutatásban a következő geoelektromos eljárásokat alkalmazzuk:

Tellurikus mérések. E módszernél a Föld változó mágneses terének elektromos vektorát, ennek két horizontális komponensét regisztráljuk az idő függvé-

nyében, a  $0,1-0,005$  cps frekvenciatartományban. A mérések eredményeit egy bázisállomásra vonatkoztatjuk, így a tellurikus áramerősség területi eloszlását kapjuk meg. Ezen adatokból az alapkőzet felett levő üledékes összlet vezetőképessége a bázisállomásra vonatkoztatva meghatározható. A mérési eredmények izoarea térképek formájában jeleníthetők meg.

A magnetotellurikus méréseknél az elektromos vektor két horizontális komponensén kívül a Föld mágneses terének két horizontális komponensét is regisztráljuk, ugyanabban a frekvenciatartományban. Ezen adatok segítségével az alapkőzet feletti üledékek vezetőképességének abszolút értéke is meghatározható. Mindezekén túlmenően az ellenállás ellipszisek tulajdonságaiból további adatok nyerhetők a medencealjzat dőlésére, csapására, s az előforduló tektonikai zónákra vonatkozóan is. Az eredmények általában vezetőképességi térképek és állomásellipszisek formájában nyernek ábrázolást. A következő egyre kiterjedtebben alkalmazott eljárás a magnetotellurikus frekvenciaszondázás. E mérésekhez a magnetotellurikus észlelésekhez alkalmazott műszer megfelelő. A kiválasztott szondázási pontokon hosszabb ideig regisztráljuk a földi mágneses tér két horizontális elektromos, ill. mágneses komponensét. A regisztrált  $0,1-0,002$  cps frekvenciatartomány  $10-12$  szűkebb sávjában meghatározzuk az ellipszisek sajátságait és a vezetőképesség értékeket. Ezekből az adatokból az üledékes képződmények elektromos sajátosságaira, továbbá – ami igen lényeges – az alapkőzetben levő ellenállásváltozásokra lehet következtetni.

A mesterséges áramerű dipol equatoriális mélyszondázással mintegy  $5000$  m-es mélységű üledékes medencék kutathatók. E módszer segítségével meghatározhatók, – egy bázispontra vonatkoztatva – az ellenállásértékek és a relatív rétegvastagságok az üledékes rétegsorban, továbbá az alapkőzet mélysége. Kedvező körülmények között az alaphegység mélysége térképezhető. Ugyancsak felhasználható a módszer egymástól távoli felderítő fúrások vezérhorizontjának azonosítására, nyomkövetésére is.

A felsorolt módszerekkel, ezek célszerű kombinációival gyorsan és olcsón nyerhetők információk az adott terület geológiai viszonyairól, a kiemelt szerkezeti helyzetben levő területrészek jól körvonalazhatók. Az így lehatárolt területen van csak szükség részletező szeizmikus vizsgálatokra. Ebben rejlik tehát a kockázat- és költségcsökkentő tényező a felderítő geoelektromos kutatások során. E módszerek alkalmazásának másik haszna a komplex értelmező munka területén mutatkozik meg, amikor a gravitációs, geoelektromos és szeizmikus mérések eredményeinek összevetése alapján a kutatott területről – több fizikai paraméter együttes vizsgálata alapján – teljesebb képet alkothatunk. A levont következtetések a szénhidrogén-perspektívák alaposabb megítéléséhez és a kutatófúrások helyének pontosabb kijelöléséhez segítenek hozzá.

A magyarországi állami kőolajipar saját kutatóbázist hozott létre, amely  $20$  éve rendszeresen végzi a felszíni geofizikai kutatásokat. Ezen időszakban évente átlagosan  $8-10$  csoporttal végezte a méréseket. Ez a hazai olajipari szeizmikus kutatás  $90\%$ -át teszi ki. Húsz év alatt a kőolajra reményteljes területeken mintegy  $40\ 000$  szeizmikus vonalkilométert mértünk be. E tevékenységnek több mint  $3/4$  része reflexiós, a többi refrakciós medencealjzat-kutatás volt. A reflexiós méréseket  $1966$ -ig nem reprodukálható módon (fotoregisztrálás) végeztük. Az  $1966-70$ -ig terjedő időszak az analóg mágnesszalagos jel-

rögzítés intenzív alkalmazásának időszaka volt. Ez évtől kezdődik a digitális mágnesszalagos jelrögzítés és a számítógépes feldolgozás a hazai kutatásban.

A hagyományos fotoregisztrálásos szeizmikus mérésekkel szép sikereket értünk el a fiatal pliocén-korú antiklinálisok felkutatásában, mintegy 2000 m-es mélységig. Az ettől vastagabb üledékekkel kitöltött medencék, továbbá az ennél idősebb, bonyolultabb felépítésű földtani alakulatok kutatását ezzel a technikával nem lehetett megoldani.

Az analóg mágnesszalagos jelrögzítésű műszerek alkalmazása az ezzel együttjáró szélesebb módszertani lehetőségek lényeges előrelépését jelentették. A nagyobb regisztrálási dinamikatartomány, a *jel/zaj* viszony javulása, a lehatolás megnövekedése, a szeizmikus hullámkép időszelvényeken történő összefüggő áttekintési, értelmezési lehetősége mind olyan tényezők, amelyek jelentősen bővítették a megoldható feladatok körét. Világosabb képet tudunk kialakítani az egyes eltérő sajátosságú kutatási területek szeizmikus problémáiról is.

A legjelentősebb módszertani tényező, amelyet a reprodukálható jelrögzítés lehetővé tesz, a közös mélységpontú többszörös fedéses eljárás (*CDP*). Ezen eljárás magyarországi alkalmazása egyre inkább kiterjedtté válik, s jelenleg a szeizmikus mérések közel háromnegyed részét a *CDP*-nek az egyes területek sajátos szeizmikus tulajdonságaihoz illesztett észlelési rendszerével végezzük. A magyarországi kutatási problémák úgy földtani, mint szeizmikus szempontból tekintve sokrétűek. Itt csupán az utóbbira térnénk ki röviden. Az alapvető szeizmikus probléma a *jel/zaj* viszony megfelelő arányának biztosítása. Hazai viszonyok között a szabálytalan háttérzaj, a többszörös és szellemreflexiók, a gyenge reflexiós energia együttes jelenléte a megoldandó problémák igen széles skáláját szolgáltatja. Ma már elmondható, hogy ezekkel a módszertani problémákkal egyre sikeresebben tudunk megbirkózni. Rutinszerűen alkalmazható lövészi rendszereink megbízhatóak. Pontos statikus, dinamikus korrekció számítási elemzési módszereink vannak, amelyek segítségével igen jó minőségű összegszelvényeket tudunk előállítani.

Speciális reflexiós sebességmérésekkel tudjuk meghatározni az új területek sebességadatait. Gyors transzformálási eljárásunk van, amelynek segítségével az egyes időszinttérképeket mélységtérképekké tudjuk transzformálni a gyakorlati pontosságú igényeket kielégítő módon.

A földtani vonatkozásokról röviden:

A mélymedence területek kutatásában jelentős sikereket tarthatunk számon. Vannak olyan területeink, ahol 6–7000 m mélységben levő határfelületeket megbízhatóan tudunk nyomunkövetni, feltérképezni, analóg *CDP* eljárással. Hasonló módon a bonyolult töréses tektonikájú mészköves, dolomitos felépítésű szerkezeti viszonyok meghatározásában is jelentős előrehaladásról számolhatunk be.

Jelenleg kutatási tevékenységünk jellemzője az analóg technika lehetőségeinek maximális kihasználása, s a digitális jelrögzítés, valamint a számítógépes feldolgozás bevezetése. Néhány adat a kőolajipari geofizikai kutatóbázis műszerezettségéről, nagyságáról. Rendelkezünk Sharpe és Worden típusú graviméterekkel, különböző geoelektromos mérőműszerekkel. Van 4 db francia gyártmányú analóg, 5 db magyar gyártmányú analóg szeizmikus műszerünk. Ezek anyagát *Cs-621* típusú francia analóg centrumon dolgozzuk fel. Közelmúltban szereztünk be *DFS-III* típusú digitális műszereket, és *TIOPS* feldolgozó számítógépet. E dolgozat megjelenésekor már az utóbbiak is üzemel-

nek. A terepi mérések végrehajtásához szükséges géppark is rendelkezésünkre áll. Üzemünk összlétszáma több mint 1000 fő. Ebből: egyetemi végzettségű, nagy gyakorlattal rendelkező szakember közel 100 fő.

Mindezek alapján levonható az a következtetés, hogy a kőolajipari geofizikai kutató bázis modern geofizikai eszközökkel, és gyakorlott szakemberekkel egyaránt rendelkezik. Ezek biztosítékot szolgáltatnak arra, hogy megfelelő színvonalú kutatómunkát hajtsanak végre, belföldön és külföldön egyaránt. A hazai feladatok ellátása mellett a fejlődő országok számára a következő szolgáltatások elvégzésére lehet vállalkozni:

1. Modern graviméteres mérések végrehajtása az adatok gyors számítógépes feldolgozása, korszerű értelmezési munka.

2. Különböző, természetes és mesterséges áramterű geoelektromos (tellurikus, magnetotellurikus, ill. mélyszondázó) mérések, a kutatandó területek gyors felderítésére.

3. A szeizmikus módszerek közül:

- a) reflexiós mérések a CDP-technika különböző változataival, analóg és digitális terepi műszerekkel;
- b) a szeizmikus anyagok analóg vagy digitális számítógépes feldolgozása;
- c) szeizmikus kutatás refrakciós módszerrel;
- d) a szeizmikus adatfeldolgozáshoz szükséges összes járulékos mérések és számítások végrehajtása (statikus, dinamikus korrigálás, korrekciós mérések, sebességmérések).

4. Szakértői szolgáltatások:

- a) szaktanácsadók, értelmező geofizikusok küldése az érdekelt országokba;
- b) a fejlődő országokban korábban végrehajtott geofizikai mérések újraértékelése;
- c) a fejlődő országok olajkutató-geofizikusainak fogadása Magyarországon tapasztalatgyűjtés érdekében.

Végezetül a magyar geofizikusok nemzetközi kapcsolatairól szeretnénk említést tenni.

Az olajipar geofizikusai a Magyar Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet szakértőivel közösen több mint 5 éven át dolgoztak Kínában. A Kőolajipari Geofizikai Üzem mérnökeinek-technikusainak egy csoportja két éven át résztvett a Német Demokratikus Köztársaság olajkutató szeizmikus munkájában.

Gyümölcsöző együttműködés alakult ki Jugoszlávia olajiparának geofizikusaival a határmenti területek közös szeizmikus felmérése érdekében.

Szeizmikus anyag feldolgozását, reflexiós időszelvények készítését vállaltuk csehszlovák és lengyel geofizikai vállalatok számára. Az elvégzett munkával megrendelőink meg voltak elégedve, ezt mutatja az is, hogy további megrendeléseket helyeztek kilátásba.

A fentiekkel vázlatos képet kívántunk adni a kőolajipari geofizikai kutatóbázis munkájáról, eredményeiről, a vállalkozási lehetőségekről. Amennyiben ezt sikerült elérni, további gondolatokat ébreszteni a jövőbeni együttműködésre vonatkozóan tisztelt külföldi vendégeink körében, úgy fáradozásunk nem volt hiábavaló.

# Kísérletek barnakőszén-telepek minőségének meghatározására bányakarottázs útján

CSÓKÁS JÁNOS – STEINER FERENC

*Bányatérsegekből mélyített kisátmérőjű előfúrások geofizikai szelvényezése segítségével sokkal pontosabb és részletesebb kőzettani és rétegtani, valamint szénminőség-adatok nyerhetők a maganalízis alapján, mint a fúrások karottázs vizsgálata nélkül. A bányaiüzemek minden szükséges feltétellel rendelkeznek ahhoz, hogy üzemi technológiai előírás szerint rendszeres bányakarottázs szolgáltatást vehessenek be az előfúrásokból magvételek alapján készült földtani szelvények részletesebb megszerkesztése és ellenőrzése céljából. A fúrómagok elemzési adatai egyöntetű rétegszakaszokra vonatkoztathatók a jelenlegi gyakorlattal ellentétben.*

*При геофизическом исследовании поисковых скважин небольшого диаметра, бурящихся в пространствах шахты, по анализу кернов можно получить значительно более точные и детальные петрографические и стратиграфические данные, а также данные о качестве углей, чем без каротажна скважин. Горные предприятия имеют все условия, необходимые для внедрения систематической горнокаротажной службы по технологическим предписаниям, для более подробного построения и проверки геологических разрезов, получаемых по по кернам из поисковых скважин. В противоположность существующему положению, в этом случае результаты анализа буровых кернов могут быть уверенно отнесены к определенным интервалам пластов.*

*Durch die geophysikalische Profilierung von aus Grubenräumen abgeteufte Vorbohrungen von geringem Durchmesser können viel genauere und detaillierte petrographische und schichtenkundige, sowie Kohlenqualitäts-Daten aus den Kernanalysen gewonnen werden, also ohne die Karottage-Untersuchung der Bohrungen. Die Bergbaubetriebe verfügen über alle benötigte Bedingungen dafür, dass sie nach den betriebstechnischen Vorschriften einen regulären Grubenkarottage-Dienst einführen können im Interesse der detaillierten Konstruktion und Kontrolle der aus den Vorbohrungen gewonnenen Bohrkern-Profile. Die Analysen-Daten der Bohrkernne könnten dann auf einheitliche Schichtenintervalle bezogen werden, im Gegensatz zur heutigen Praxis.*

A Borsodi Szénbányák megbízásából a NME Geofizikai Tanszék bányakarottázs méréseket végzett vágatból mélyített 40 mm átmérőjű előfúrásokban barnakőszén-telepek határára vonatkozóan a meddő betelepülésének és a szén minőségének meghatározása céljából.

A mérések a feladat teljesítése céljaira készített műszerekkel történtek. Lyukfalhoz szorított elektródákkal ellátott mikropotenciálszonda segítségével a kőzet fajlagos ellenállásával arányos feszültséget, gamma-gamma szondával a kőzettérfogat súlyával arányos skálaértéket mértünk. A vizsgált fúrásokból vett magokat a megbízó laboratóriumában analizálták, az Elemzési értesítő adatait a táblázatok tartalmazzák (1., 2., 3. táblázat.)

A mérések kőzetfizikai alapelve szerint a meddő betelepülések agyagos márgás, kis fajlagos ellenállású kőzetek, a barnakőszén nagyobb fajlagos ellenállású és a hamutartalmától függő, a meddő kőzeteknél lényegesen kisebb térfogatsúllyal rendelkeznek.

A talajban vagy a főtébe fúrt lyukakból vett magok alapján egyrészt visszahullás, másrészt a magvételek helyének pontatlan meghatározása miatt a meddő betelepülések helye és vastagsága, valamint az effektív telepvastagság elég nagy hibával adható meg.

Amint a táblázatokból is látható, a vágatból mélyült fúrásokban a magvétel a fúróberendezés működésétől és a fúrást végzők pillanatnyi döntésétől függően véletlenszerűen megválasztott szakaszokból történik. Az így vett és zacskózott magmintákban a meddő és a különböző minőségű barnaköszén aránya is véletlenszerű, ezért a laboratóriumi analízis eredménye valamilyen súlyozás nélküli átlagérték, mely a mintázott szakaszra jellemző lehet, de sem magára a széntelepre, sem a meddő csíkra nem az.

1. táblázat. 1. Таблица, 1. Tabelle

Elemzési értesítő

Sorszám	Minta-jelzés	Fúrás mélysége	Cm	Nedv. %	Hamu %	Fűtőért. kal	Égésm. kal	Kén %	Hidrogén %	Tiszta-széném.	Térf. súly g/cm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Ormos, VII. V. telep, II. aknai körvágat 2. sz. fúrás, lefelé

1	12 751	3 45 – 3,80	35	15,31	77,54	– 110	∅	1,45	0,40	∅	2,356
2	12 412	3,80 – 4,30	50	32,96	9,67	3530	3892	4,01	3,22	6784	1,337
3	12 413	4,30 – 4,80	50	33,71	6,64	3666	4039	3,68	3,34	6771	1,306
4	12 414	4,80 – 5,10	30	35,23	9,32	3288	3657	3,38	3,10	6595	1,332
5	12 415	5,10 – 5,70	60	22,10	60,39	660	841	2,85	0,98	4803	2,066
6	12 416	5,70 – 6,20	50	32,24	9,54	3596	3956	5,20	3,26	6795	1,327
7	12 417	6,20 – 6,70	50	31,41	12,90	3364	3712	3,02	3,12	6665	1,351
8	12 418	6,70 – 7,20	50	31,89	10,62	3530	3886	4,15	3,22	6759	1,338
9	12 419	7,20 – 7,50	30	33,11	6,39	3707	4080	3,57	3,37	6778	1,300
10	12 420	7,50 – 7,95	45	21,99	54,14	965	1164	1,91	1,34	4876	1,877
11	12 421	7,95 – 8,45	50	31,90	12,24	3388	3739	3,36	3,13	6693	1,358
12	12 422	8,45 – 8,95	50	29,43	28,66	2332	2628	2,92	2,35	6272	1,489
13	12 423	8,95 – 9,20	25	27,77	30,26	2337	2623	4,94	2,35	6249	1,552
14	12 424	9,20 – 9,60	40	30,19	20,53	2789	3111	4,40	2,76	6312	1,441
15	12 425	9,60 – 10,00	40	29,60	29,91	2250	2542	2,91	2,26	6290	1,523
16	12 752	10,00 – 12,00	200	19,17	77,49	– 112	∅	0,68	∅	∅	2,242

2. táblázat, 2. Таблица, 2. Tabelle

Elemzési értesítő

Sorszám	Minta-jelzés	Fúrás mélysége	Cm	Nedv. %	Hamu %	Fűtőért. kal	Égésm. kal	Kén %	Hidrogén %	Tiszta-széném.	Térf. súly g/cm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Ormos VI. V. telep DNy-i fővonal 3. sz. fúrás felfelé

1	12 738	0,00 – 2,10	210	35,61	9,34	3398	3768	3,34	3,08	6845	1,321
2	12 739	2,10 – 2,60	50	31,98	18,30	2954	3287	2,87	2,78	6611	1,409
3	12 740	2,60 – 3,10	50	33,29	8,46	3565	3931	2,97	3,26	6748	1,304
4	12 741	3,10 – 3,60	50	32,65	14,35	3225	3572	2,91	2,97	6738	1,355
5	12 742	3,60 – 4,10	50	31,34	18,93	2964	3294	2,86	2,78	6624	1,401
6	12 743	4,10 – 4,60	50	31,18	18,02	3069	3401	2,26	2,84	6695	1,389
7	12 744	4,60 – 5,10	50	33,34	8,23	3558	3925	3,72	3,27	6717	1,323
8	12 745	5,10 – 5,60	50	32,52	9,31	3547	3909	3,36	3,26	6719	1,337
9	12 746	5,60 – 5,80	20	19,42	77,59	– 114	–	1,28	–	–	2,241
10	12 747	5,80 – 6,40	60	19,67	63,98	579	743	1,62	0,92	4544	2,054
11	12 748	6,40 – 6,90	50	32,03	10,04	3551	3909	4,08	3,24	6746	1,363
12	12 749	6,90 – 7,30	40	31,72	7,57	3737	4102	4,08	3,40	6757	1,320
13	12 750	7,30 – 8,50	120	18,22	72,46	194	328	1,51	0,53	3510	2,113



## Elemzési értesítő

Sorszám	Minta-jelzés	Fúrás mélysége	Cm	Nedv. %	Hamu %	Fűtőért. kal	Égésm. kal	Kén %	Hidrogén %	Tiszta széném.	Térf. súly g/cm <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

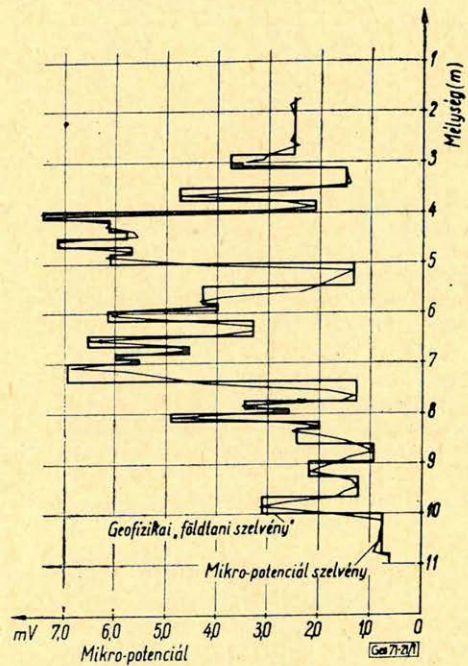
Ormosbánya CE-01. F-6 elágazás. 3. sz. fúrás felfelé

1	9073	4,60 – 4,80	20	9,86	86,93	-58	∅	0,87	∅	∅	agyag
2	9074	4,80 – 5,30	50	32,91	26,32	2259	2572	3,48	2,28	6309	
3	9075	5,30 – 5,60	50	33,37	17,76	2858	3197	3,18	2,74	6542	
4	9076	5,60 – 6,10	50	28,56	27,81	1778	2074	2,16	2,44	4754	
5	9077	6,10 – 6,60	50	34,82	17,83	2766	3109	3,16	2,65	6566	
6	9078	6,60 – 7,10	50	35,57	12,31	3091	3453	2,13	2,92	6625	
7	9079	7,10 – 7,60	50	36,80	7,32	3269	3650	3,07	3,13	6532	
8	9080	7,60 – 8,10	50	36,88	9,12	3304	3527	3,03	3,02	6533	
9	9081	8,10 – 8,30	20	32,80	10,92	3382	3740	4,88	3,15	6645	
10	9082	8,30 – 8,50	20	34,89	9,47	3289	3657	3,44	3,12	6573	
11	9083	8,50 – 8,70	20	25,60	28,55	2640	2925	4,89	2,57	6379	
12	9084	8,70 – 8,90	20	16,15	73,58	55	180	0,92	0,58	1753	

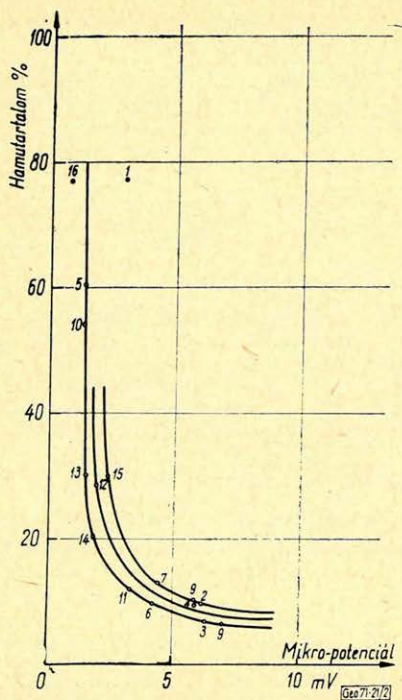
1. ábra. Ormos VII. V. telep. II. aknai körvágat 2. sz. fúrás felfelé, fajlagos ellenállás szelvény. Áram: 70 mA, 30 Hz. Szonda: = 0,05 m mikropotenciál. Mélység az iránycső felső peremétől mérve

Фиг. 1. „Ормош” VII. Залежь V. Размивка II. Скважина № 2 вниз  
Кривая удельного сопротивления.  
Сила тока – 70 ма, 30 гц; микропотенциальный зонд АМ = 0,05 м  
Глубина измерена с верхней кромки направляющей трубы

Fig. 1. Ormos VII. Flöz V. Schacht II. Kreisstrecke, Bohrung No. 2. nach unten. Bohrung spezifischen Widerstands. Strom: 70 mA, 30 Hz. Sonde: = AM 0,05 m, mikro-potentielle. Tiefe gerechnet von dem oberen Rand des Richtungsrohres



Karottázs mérésekkel a magvételnél sokkal pontosabban lehet a réteghatárokat megadni, ezenkívül ki lehet jelölni azokat a szakaszokat, melyeken a kőzet- vagy telepminőség egyöntetű és a maganalízis-adatok, ha onnan származnak, arra jellemzők.

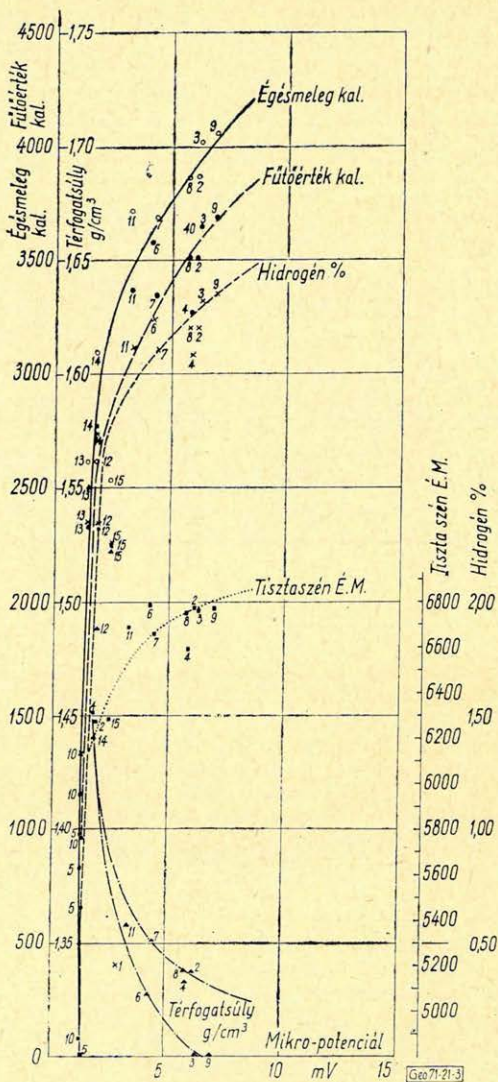


2. ábra. Ormos VII. V. telep. II. aknai körvágat 2. sz. fúrás. Fajlagos ellenállás — hamu % összefüggés. A pontok számozása az Értelmezési Értéstartó sorszámaival megegyező

Fig. 2. „Ормош” VII. Залежь V. Разминовка II. скважина № 2. Зависимость удельного сопротивления от процентного содержания золы. Нумерация пунктов соответствует порядковым номерам по Вестнику об анализе

Fig. 2. Ormos VII. Flöz V. Schacht II. Kreisstrecke, Bohrung No. 2. Zusammenhang zwischen spezifischem Widerstand und Aschenprozent. Die Numerierung der Punkte entspricht der laufenden Nummer des Analysenberichts

A mikropotenciál-mérés 30 Hz-es váltóárammal történt, a szonda-elektroda elrendezése: A 0,05 M; az N és B elektróda a vágatban a fúrástól kb. 20 m távolságban volt. A tápáram konstans 70 mA volt, tehát a fajlagos ellenállás az MN elektródák közötti feszültség-gel arányos.



3. ábra. Ormos VII. V. telep. II. aknai körvágat 2. sz. fúrás. Fajlagos ellenállás — elemzési adatok összefüggése

Fig. 3. „Ормош” VII. Залежь V. Разминовка II. Скважина № 2. Зависимость между удельным сопротивлением и данными анализа

Fig. 3. Ormos VII. Flöz V. Schacht II. Kreisstrecke, Bohrung No. 2. Zusammenhang zwischen dem spezifischen Widerstand und Analysendaten

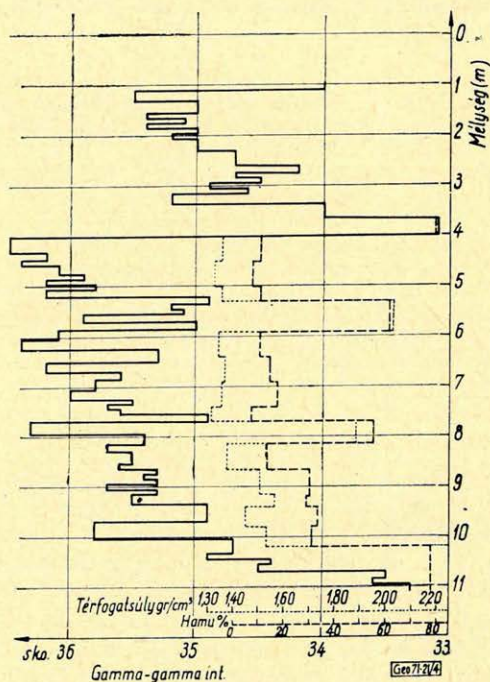
A gamma-gamma szonda *GM*-csöves detektorból és  $12,5\text{ mC}$  erősségű *Cs-137* izotópból állt. Mind a kilépő sugárnyaláb, mind a *GM*-cső blendézve volt a többszörösen szórt gamma-fotonok kizárása miatt.

A mérések álló szondával a lyuktalptól kiindulva  $10\text{ cm}$ -es közökkel történtek. A gamma-gamma mérés  $1$  perces várakozás után  $15\text{ sec}$ -ként a következő percben végzett vizuális leolvasással végeztük és az öt adat számtani középértékét képeztük. Mindkét módszernél a mélység-tengelyre felhordott pontokat egyenes szakaszokkal kötöttük össze, majd az amplitúdók félértékeinél húztuk meg a réteghatárokat. Az így megszerkesztett geofizikai „földtani szelvény” hasonlítható össze az ábrák szerint a laboratóriumi analízis megfelelő mélység-szakaszokra vonatkozó adataival.

Az *1. ábrán* az Ormosbánya *VII. V. telep II. akna* körvágat *2. sz. fúrás* mikropotenciál szelvénye és a geofizikai „földtani szelvény” látható. A fúrás a vágattalpban függőlegesen  $12\text{ m}$ -ig mélyült.

A *2. ábra* az Ormos *VII. V. telep* hamuszázaléka és fajlagos ellenállás összefüggését mutatja. A pontok mellé írt számok az Elemzési értesítő mintasorszámaát jelentik. A pontok alapján két szabályos görbe vagy egy közepelő görbe  $80\%$  hamutartalomig is kihúzható, a görbe meredeksége miatt a hamutartalom és a fajlagos ellenállás között csak  $30\%$  alatt lehet felhasználható kapcsolatról beszélni,  $30\%$  hamutartalom felett azonban a fűtőérték olyan alacsony, hogy további összefüggésnek nincs gyakorlati haszna.

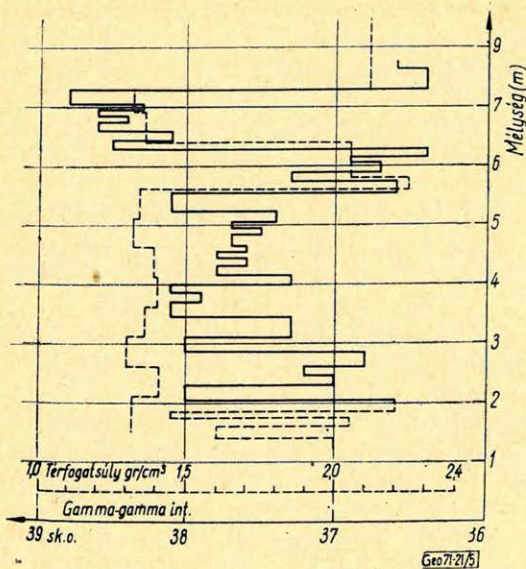
A *3. ábra* a mikropotenciál (fajlagos ellenállás) és a maganalízisből nyert égésmeleg, fűtőérték, hidrogénszázalék, tisztaszén-égésmeleg és térfogatsúly értékek kapcsolatát mutatja. Annak ellenére, hogy a talpba fúrt lyukba rétegvíz és visszahullás is volt, tehát a lyuk geometriailag meglehetősen szabálytalan kiképezésű, tizenegy mérési adat alapján az égésmeleg és a mikropotenciál adatok  $2500$  kalória fölött mégis elég jó kapcsolatot mutatnak. Hasonló megállapítás tehető a hidrogénszázalékról is. Valószínűleg mintaelemzési vagy ásványtani okokkal magyarázható, hogy a térfogatsúly-összefüggés kettéágazó görbével ábrázolható. A fajlagos ellenállás, valamint a hidrogénszázalék, a fűtőérték és az égésmeleg kapcsolatokra jellemző pontok között, sőt a tisztaszén-égésmeleg esetén is tapasztalható a térfogatsúlyhoz hasonló szétválás.



4. ábra. Ormos *VII. V. telep. II. aknai* körvágat *2. sz. fúrás*. Gamma-gamma térfogatsúly szelvény és egyes elemzési adatok összefüggése

Фиг. 4. „Ормос” *VII. Залежь V. Разминовка II. Сквжина № 2.* Сопоставление кривой ГГК с данными анализа

Fig. 4. Ormos *VII. Flöz V. Schacht II. Kreis-strecke, Bohrung No. 2.* Gamma-Gamma -Raumgewichts-Profil und einige Analysendaten



5. ábra. Ormos VI. V. telep DNy-i főszállítóvágat 3. sz. fúrás felfelé. Gamma-gamma térfogatsúly szelvény — elemzési térfogatsúly összefüggés

Фиг. 5. „Ормош” VI. Залежь V. Югозападный главный откаточный штрек. Скважина № 3 вверх. Сопоставление данных об обменном весе по кривой ГГК и по данным анализа

Fig. 5. Ormos VI. Flöz V. SW-Hauptförderstrecke, Bohrung No. 3. nach oben. Zusammenhang zwischen Gamma-Gamma-Raumgewichtsprofil und Analysen-Raumgewicht.

fel van-e töltve vízzel, vagy kibővült-e, továbbá milyen mértékben tömöríti a szonda a lyukfalat alkotó plasztikus kőzeteket. Az említett tényezők látszólagos térfogatsúly-változást okoznak egy pár deciméteres szakasz mentén, a kőzettani változások azonban mindig élesen jelentkeznek.

A Borsodi Szénbányákhoz tartozó Ormosbánya-i kutatások alapján megállapítható, hogy bányatérsegekből mélyült előfúrások elektromos és radioaktív karottázs vizsgálata útján az átfúrt telepösszlet mind kőzettanilag, mind szénminőség szempontjából sokkal pontosabban és megbízhatóbban tagolható, mint csupán fúrómagok vagy furadékminták segítségével.

Karottázsmérésekkel kijelölhetők az átfúrt összlet kőzettanilag és telep-tanilag egyöntetű szakaszai úgy, hogy az onnan vett minták laboratóriumi elemzési adatai jellemzőek legyenek a telepre, ellentétben a meghatározhatatlan súlyeloszlással vett minták elemzési paramétereivel.

Bányák leművelésének elemzése, tervezése és irányítása céljából a telepek és a meddő beágyazások felderítése bányatérsegekből mélyített kisátmérőjű fúrások karottázs vizsgálatát hasznos lenne üzemi előfúrásokkal rendszeresíteni. Ezzel a telepek megismerése sokkal pontosabban történne, elhárulnának a

A gamma-gamma intenzitás integrált, valamint a laboratóriumban mért térfogatsúly és hamuszázalék mélység szerinti eloszlását a 4. ábra mutatja az említett fúrásban.

További gamma-gamma mérések történtek az V. telepen 8,5 m-ig felfelé irányuló 3. sz. fúrásban, valamint az Ormosbánya CE-01. F-6 elágazás 3. sz. 8,9 m-es felfelé mélyült fúrólukban, ezek eredménye az 5. és 6. ábrán látható.

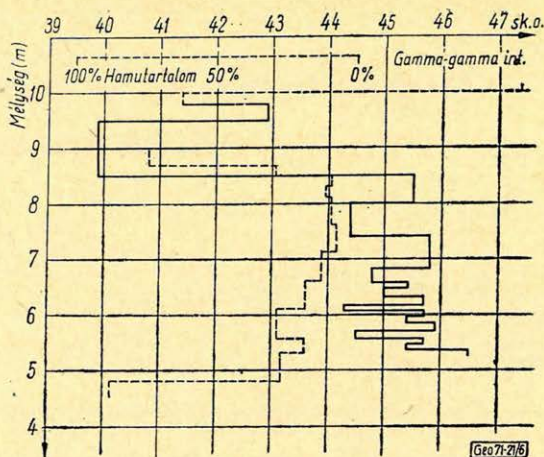
A gamma-gamma intenzitás, valamint a térfogatsúly, továbbá a hamutartalom között nagyon jó korreláció tapasztalható a mérési adatok korrekciója nélkül is. A térfogatsúly-karottázs hibája az átlagosnál nagyobb szórást mutató II. aknai 2. sz. fúrás 3,80 m-nél mért értékek alapján becsülhető. Az egyes leolvasások valószínű hibája  $\pm 0,3$  skálaosztás, ennek megfelelően a térfogatsúly középhibája  $\pm 0,04$  g/cm<sup>3</sup>.

A vizes vetőt harántolt CE-01. fúrásban végzett mérés rövid időn belül történt megismé-tlése azt mutatta, hogy elég nagy befolyással van a mérési adatokra a lyuk állapota, különösen az, hogy

magvételnél és a maganalízisnél elkerülhetetlen objektív és szubjektív hibák.

A felszínről mélyült telekutató fúrások története mind a folyadék, mind a szilárd ásványbányászatban azt mutatja, hogy a karottázs vizsgálat a földtani adatok pontos ismerete, a magfúrás alapján szerkesztett földtani szelvények ellenőrzése és az emberi adottságokból származó hibák elhárítása miatt nélkülözhetetlen. Ésszerű ezt az elvet a bányatérsegekből mélyített fúrásoknál is figyelembe venni.

A bányakarottázs-műszerek elkészítési költsége elhanyagolhatóan kicsi az egyéb műveleti költségekkel összehasonlítva, a méréseket és azok értelmezését pedig elvégzik a bányák mérnökségén és földtani szolgálatán dolgozó mérnökök. A nyert földtani és teleptani adatok gazdasági haszna sokszorosan felülmúlja azok költségeit.



6. ábra. Ormosbánya CE-01. F-6 elágazás. 3. sz. fúrás felfelé. Gamma-gamma térfogatsúly szelvény – hamu % összefüggés

Фиг. 6. „Ормошбанья” CE-01. Разветвление ш-6. Скважина № 3 вверх. Зависимость объемного веса по данным кривой ГГК от процента зольности

Fig. 6. Ormosbánya CE-01. Verzweigung F-6. Bohrung No. 3. nach oben. Zusammenhang zwischen dem Gamma-Gamma-Raumgewicht und Aschenprozent

#### IRODALOM

- [1] Hearst, I. R. et. al.: The RIDS: A density logger for rough holes. Geophysics Vol. 34. No. 2. 1969.
- [2] Pálos M. et. al.: Bányabeli kutatófúrások gamma-gamma szelvényezésének tapasztalatai. Tatabányai Szénbányák. Műszaki Gazdasági Közlöny. 10. évf. 2. sz. 1970.

# 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].

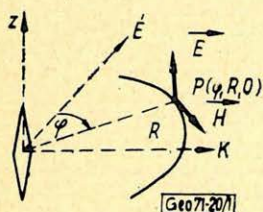
Vizsgálataink tárgyát viszont a radiokip módszer képezte, amely távoli, műsorszóró adók elektromágneses terének vizsgálatával szolgáltat földtani információkat [4]. A műszerezettség így minimális és a mérés is rendkívül gyors és olcsó. Az elektromágneses terek hasonlósága miatt az értelmezésben

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).

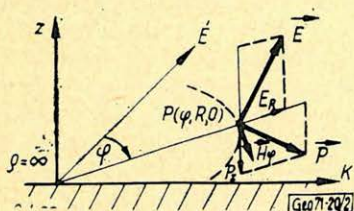


1. ábra. Az elektromos dipólus térerősség-összetevői homogén térben

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  $\rho$  (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  $\lambda_0$  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  $h_{\text{max}}$  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 ( $H_\varphi$ ) területi feltérképezése is szolgáltat földtani információkat.  $H_\varphi$ -nek a környezetéhez képest fellépő növekedése kisebb átlagos fajlagos ellenállásra, csökkenése pedig nagyobb ellenállású összletre, illetve képződményre utal.  $H_\varphi$  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 ( $\delta$ ) 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 ( $H_\varphi$ ) összetevők hányadosából – az ún. bemeneti impedanciából – a behatolás mélységéhez tartozó látszólagos fajlagos ellenállást ( $\varrho_f$ ) 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  $mV/km$   $H_\varphi$ -t pedig  $\gamma$  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

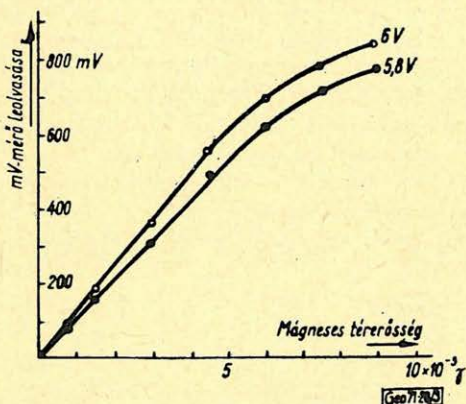
Kísérleti méréseinkkel a mágneses térerősség vízszintes ( $H_\varphi$ ) és függőleges ( $H_Z$ ) összetevőinek, az elektromos térerősség vízszintes összetevőjének ( $E_R$ ) és a mágneses térerősségvektor hajlásszögének ( $\delta$ ) viselkedését vizsgáltuk különböző földtani feltételek mellett. Műszereink 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  $155\text{ kHz}$ -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.

$H_\varphi$  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- ( $\varphi$ ) és dőlésszögének ( $\delta$ ) mérését szintén állványba fogott készülékkel kell elvégezni.  $\varphi$  mérése vízszintes antenahelyzet mellett a jel maximumok megkereséséből áll. A minimum azonban — mivel a  $mV$ -mérőn nagyobb érzékenységgű fokozatot használhatunk — biztosabban kijelölhető. Ebből azután  $90^\circ$ -os korrekcióval kapjuk  $\varphi$ -t. A mágneses vektor dőlésszögét a ferrit-antennát a  $\varphi$  azimuthú függőleges síkban a jel maximumáig, illetve  $90^\circ$ -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

Фиг. 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 részelektrodákról árnyékolt kábellel csatlakoztunk. Az elektrodák 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

Фиг. 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.

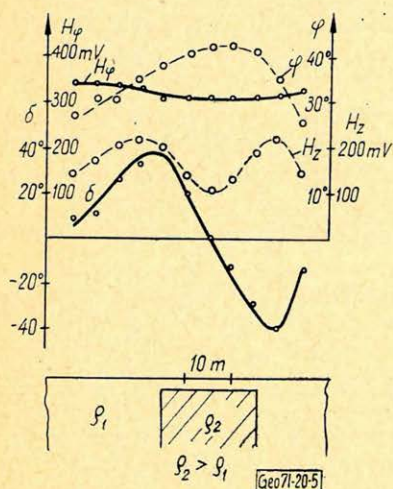
4.1. Az 5. ábrán bemutatott mérési eredmények a Bükk-fennsíkról valók, ahol a közel vízszintes felszín alatt kis vastagságú, alluviális üledékkel elfedett  $15-20$  m szélességű mészkő gerinc húzódik. A földtani viszonyok kb. a metszet szerintiék. Tanulságos példája ez a laterális ellenállásváltozások 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 ( $\delta$ ) 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 ( $H_{\varphi}$ .) A mészkőgerinc felett kisebb térerősség értéket kaptunk, ami jelzi annak nagyobb fajlagos ellenállását.

Érdekes, hogy a mágneses vektor azimuthszöge ( $\varphi$ ) is jól mérhetően megváltozott.

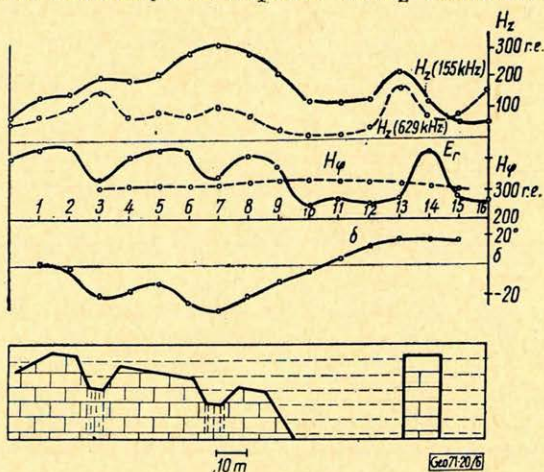
4.2. Ugyancsak a Bükk-fennsíkon, a csipkésúti Nagymezőn több profil mentén a 6. ábrán bemutatott mérési eredményeket kaptuk. A  $H_Z$  összetevőt



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)

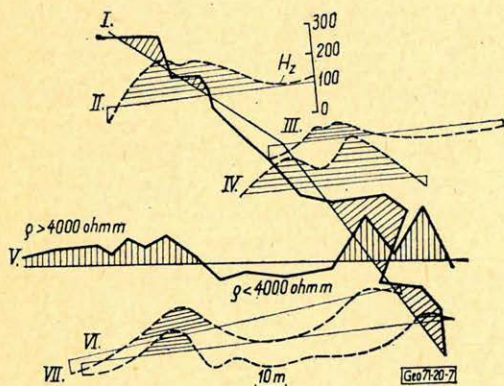


Fig. 7. Vergleich zwischen der  $H_Z$ -Komponente der R.f. – Feldstärke (155 KHz) und der Kurve der horizontalen Gleichstrom-Profilierung über ein Spaltensystem des Triass-Kalksteins, aufgefüllt mit Ton, (Miskolc-Tapolca – Nagymázsa)

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,  $H_\varphi$  maximuma és a szegélyeken – 12–13 és 7–10 állomásokon – kialakuló  $H_Z$  maximumok.  $\delta$  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.

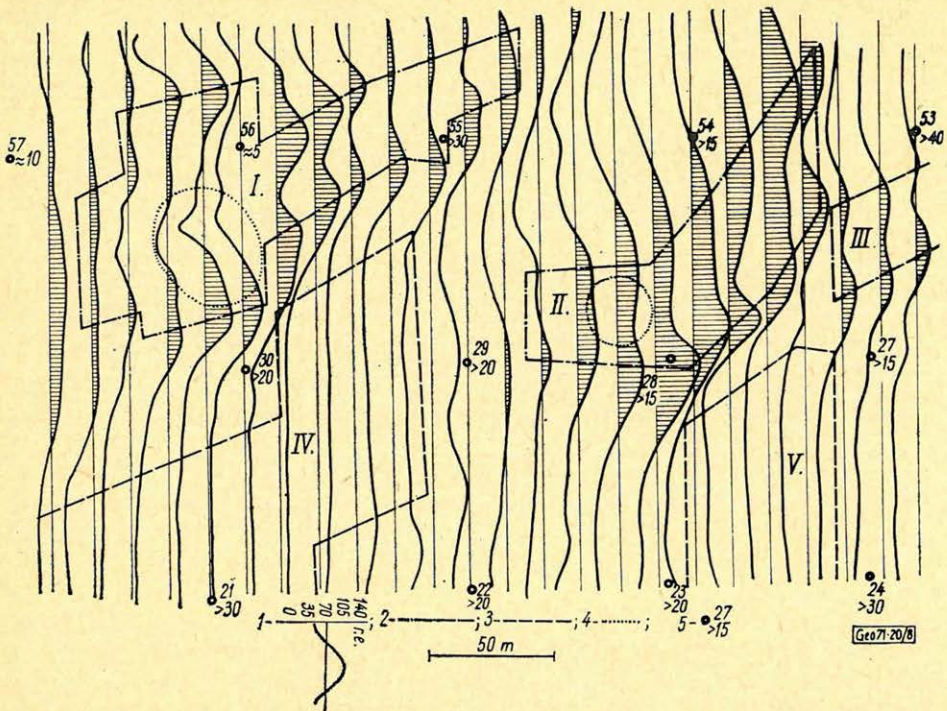
Az 1–8 állomások alatt a mészkő a felszín közelében van és a 8-tól az 1. állomás felé emelkedik. Ezt elsősorban az  $E_R$  görbe alapján állíthatjuk, de a 155 KHz-es  $H_Z$  görbe széles maximuma is erre utal. A 3 és 7 pontoknál mészkő felszínének bemélyedésére, vagy ellenállásának csökkenésére számíthatunk. 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  $\delta$  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  $H_\varphi$  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 profil mérés 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 elfedtségének 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

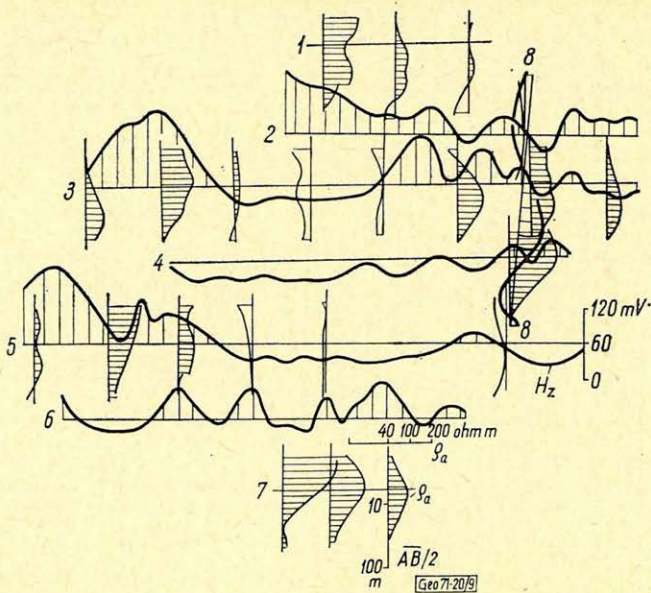
A területen elektromos mélyszondázás is volt. Helyüket feltüntettük. Az állomás jele alatti szám a fedőösszlet közelítő vastagságát jelenti.

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.

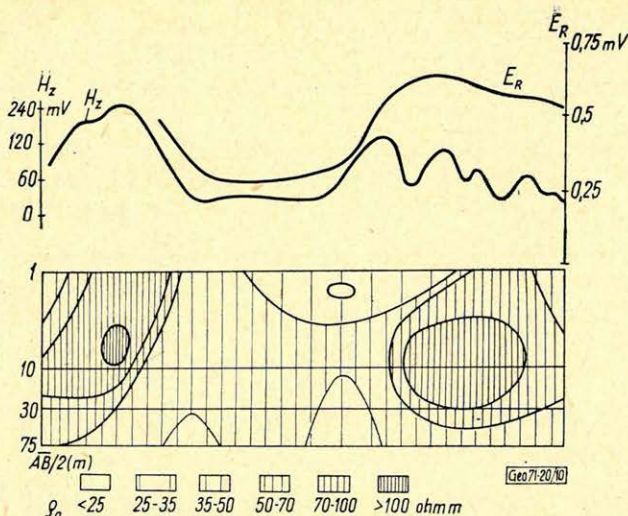
Helyüket jól mutatják a profilokra fölrajzolt egyenáramú szondázási görbék. A  $H_z$  térerősség komponens profiljai ezekkel teljesen összhangban levő eredményt adnak. Jelzik, hogy a 3., 4. és 5. szelvények középső szakaszain nincs homokkő betelepülés.

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  $\rho_a$  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  $\rho_a$ -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.

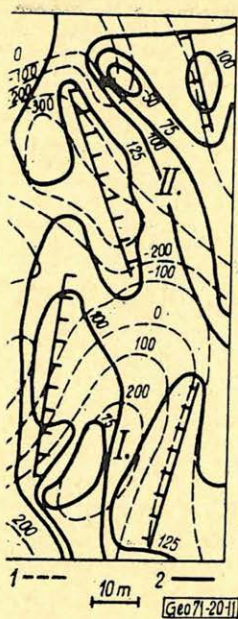
A  $H_Z$  izovonalak maximumai alapján az I. és II. jelzésű, eltérő sajátságú kőzettömeget tudtuk lehatárolni. I. teljes fedésben van a mágneses térkép nagyon határozott pozitív anomáliájú területével. A II. kőzettömeg viszont negatív anomaliasávval jelentkezik. Figyelembe véve az információk eltérő 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.

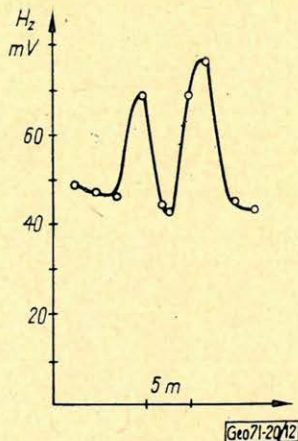
Műszerei kis költséggel előállíthatók. Teljesítménye  $H_Z$  mérésnél 50–70 állomásóra is lehet. Feloldóképessége rendkívül jó. Kutatási mélysége az egyre növekvő számú 16–25 KHz frekvencia-sávon sugárzó, speciális adóállomások felhasználásával pedig növelhető.



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. Мишколец)

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 Tarcál I. bányája lefejtés alatt álló területe kőzetanyagának áttekintő felszíni geofizikai vizsgálatáról. Nehézipari Műszaki Egyetem, 1970.
- [7] Csókás J.: Jelentés a Thorez külfejtésű 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
<b>НОВОСТИ В ОБЩЕСТВЕ ВЕНГЕРСКИХ ГЕОФИЗИКОВ</b> .....	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

