

MAGYAR

Sreidovitz

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1974. XV. ÉVFOLYAM, 1—2. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XV. évfolyam

1—2. szám

TARTALOMJEGYZÉK

<i>F. W. Hefer</i> : Számítógéppel ellenőrzött szeizmikus adatfelvevő rendszerek újabb fejlesztése	1
<i>S. D. Brasel</i> : Szeizmikus technika tervezése (Szeizmikus problémák és módszerek áttekintése)	7
<i>J. Lohse—G. Klaus—S. Knebel—K. Lenert—W. Lötsch—P. Schlosser</i> : Nagymélységű fúrások szelvényezésének helyzete az NDK-ban	16
<i>Morvai László</i> : Röntgensugárzás-fluoreszcenciás analízis alkalmazása érckutató fúrásokban	21
<i>Egerszegi Pál—Szabó János</i> : Magyarországi bauxitok fizikai paramétereinek meghatározása bányabeli karotázsmérésekkel és az eredményekből levonható következtetések	26
<i>A. Lenda</i> : A természetes gamma-szelvényezés szabványosítása	31
<i>K. Palka</i> : Gamma-spektrométer szonda	37
<i>Lakatos Sándor</i> : Folyamatos áramlásmérések eredményeit befolyásoló mérés technikai tényezők és azok figyelembevétele az interpretációnál	42
<i>Takács Ernő</i> : A magnetotellurikus tér eloszlásának numerikus vizsgálata kétréteges ($\rho_2 = \infty$), kétdimenziós szerkezetekre	49
<i>Hadz István</i> : Közelítő eljárás háromdimenziós testek gravitációs és mágneses hatásának kiszámítására	56
<i>Ádám Antal</i> : A Dunántúli Középhegység mélyszerkezetének vizsgálata inhomogén MT modellel (Az "S"-hatásról)	63
<i>Verő László</i> : Okozhatnak-e meddő kőzetek GP anomáliát?	70
<i>J. Szmolenszki—A. Trojanovszki</i> : PLH 03 típusú alacsonyfrekvenciás fajlagos ellenállásmérő	74
<i>Egerer Frigyes</i> : Különböző víztartalmú kőzetek dielektromos állandójának és dielektromos veszteségi szögének változása a frekvencia függvényében	76
Közlemények	69, 73, 79
Egyesületi Hírek	80

MAGYAR GEOFIZIKA

Szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest, Anker-köz 1. Telefon: 429-764

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9—11. Telefon: 221—285 Levélcím: 1906 Budapest Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

74.2115. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232—90171—2494

csekkzámlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Index: 26 507

Számítógéppel ellenőrzött szeizmikus adatfelvevő rendszerek újabb fejlesztése

F. W. H E F F E R

Egy minikomputer orientációjú geofizikai adatfelvevő berendezést fejlesztettek ki, amely egyszerű operációs rendszert tesz lehetővé azonnali lebegőpontos lehetőséggel és gondoskodik realtime minőségi ellenőrzésről. A számítógép végrehajtja az összes rutinfeladatot, az operátor csak nagyobb funkciók elkezdésénél vagy módosításánál lép közbe. A rendszert úgy tervezték, hogy teljesen kihasználja a lebegőpontos formátum nyújtotta pontossági lehetőségeket, mind a felvevő, mind a feldolgozó kapacitásában. Speciális megoldások lehetővé teszik minőségi ellenőrzés alkalmazását az adatfelvétel közben.

Была разработана система по сбору геофизических данных, которая управляется малой вычислительной машиной, позволяющая упростить работу системы, прямо провести операции с плавающей запятой и осуществить проверку качества в действительное время. ЭВМ производит все обыкновенные задачи и требует вмешательства оператора только при начале или изменении главнейших функций. Система запланирована с целью полностью использовать точность формата с плавающей запятой как при записи, так и обработке данных. Специальные свойства позволяют провести проверку качества при регистрации.

A minicomputer-oriented geophysical data acquisition system has been developed which offers simplified system operation, instantaneous floating point capability, and provision for real-time quality control. The computer performs all routine tasks with the operator interacting only to begin or modify major functions. The system is designed to fully utilize the precision capability of the floating point format in both its acquisition and processing capacity. Special features allow quality control to be applied to the data during acquisition.

Bevezetés

Kifejlesztettek egy geofizikai szeizmikus adatfelvevő rendszert, amely egyszerűsíti az adatgyűjtést, jelzi az adatok megbízhatóságát és teljes precizitású adatfeldolgozást tesz lehetővé a mérési ponton. Ez a fejlett berendezés digitális regisztrálást alkalmaz azonnali lebegőpontos erősítéssel, továbbá egy minikomputert és így adatkezelés és rugalmasság tekintetében jobb, mint a konvencionális rendszerek. Röviden: a rendszer legérdekesebb vonásai 1. egyszerűsített operáció rendszer és kontroll, 2. teljes precizitású azonnali lebegőpontos lehetőség, 3. a minőség ellenőrzése.

Egy minikomputernek az adatfelvevő rendszerbe történt integrálása egyszerűbb felépítést és működést tesz lehetővé az egész rendszer számára. A rendszerrel operátor útján történő kommunikációt kizárólag egy CRT terminal billentyűzete és kijelző-berendezése valósítja meg. A display-terminált két módon használhatja az operátor: monitor- vagy interaktív-működés módban. Monitorként a rendszer az operációs paraméterek vagy rendszer viszonyok azonnali kijelzését tudja biztosítani. Beavatkozó készülékként a rendszer vezérleni tudja az operátort a működési paraméterek kívánt változásai közepette a rendszer adottságai által adott korlátok között.

A teljes lebegőpontos erősítés és a rendszernek az a képessége, hogy ebben a formában teljes precizitással kezeli az adatokat, természetesen fontos. Az azonnali lebegőpontos adatok különböző jelentős előnyöket nyújtanak. Az ilyen adatokat használó rendszer nem fog hamar elavulni. A technika széles dinamikai tartományt ad (174 db ebben az esetben). Az amplitúdóban nagy változások léphetnek fel erősítési torzítás nélkül. A kis jelek felbontása is megjavult.

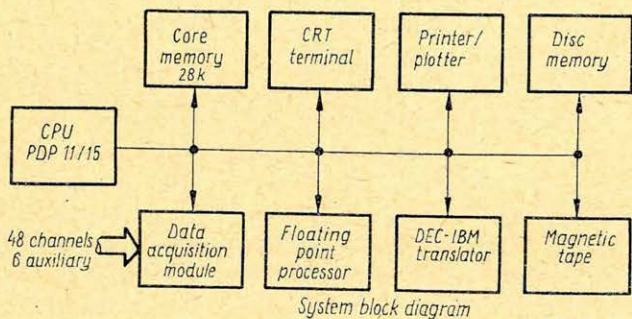
A mérési pontosság a korlátozott feszültségtartományban működő *A/D* konverter következtében állandó. A lebegőpontos technika nem igényel manuális ellenőrzést vagy állítást sem.

Minőségi kontrollt könnyen lehet alkalmazni ilyen rendszerrel. Különböző módja van annak, hogy az adatminőséget biztosítsuk. Az egyik mód az, hogy a műszerteszt eredményét gyorsan és kemény kópia formájában tegyük hozzáférhetővé. Az adatok felvétel utáni kontrollja szintén folyamatos, még mielőtt azokat regisztrálnák. Az adatminőség további javítását a széles tartományú adatfeldolgozás teszi lehetővé, ez korábban csak távoli adatfeldolgozó központban volt lehetséges.

Az adatfelvevő rendszer konceptusának leírása céljából először leírjuk az alapvető részeket és szerkezetet, azután tipikus műveleteket tárgyalunk. Ezt követi az operátornak a rendszerre való hatásának tárgyalása. Utolsó témaként a minőségi kontroll rendszerbeli megvalósításával foglalkozunk.

A rendszer összevetői

Az alapvető rendszert, amely ennek az előadásnak a tárgya, az *1. ábra* blokkdiagramján mutatjuk be. A következő pontokban ennek a rendszernek alapegységeit írjuk le.



1. ábra. A rendszer blokk-diagramja

Рис. 1. Схема системы

Fig. 1. System block diagram

Geo74/1-1

A számítógép (*CPU*) egy Digital Equipment Corp. (*DEC*) *PDP 11/15* priority megszakítással és közvetlen memória-hozzáféréssel. A komputer és az összes periféria az „*Unibus*”-al van összekötve és kommunikál egymással. Ez a gyűjtősín képes minden *400 nanosec*-ben egy *16 bites* szó átvitelére. Egy Standard Memories mágnes-mag memória-egység a memória méretét *28K 16-bites* szóra terjeszti ki *0,8 mikrosec* hozzáférési idő mellett.

A lemeztároló egység a Digital Development Co. gyártmánya, egy fej csatorna (*128 csatornás*) egység. Tárolni képes *524K 16 bites* szót *8,7 ms* átlagos hozzáférési idő mellett. A lemez lezárt egység. A légmentes lezárás növeli a megbízhatóságot, mert megakadályozza, hogy por vagy más részecskék beszenyeyezzék a fejeket és a lemezt. A mágneses szalagtárolást *120 hüv/sec*-el *1600 karakter/hüvelyk* transzporttal valósították meg.

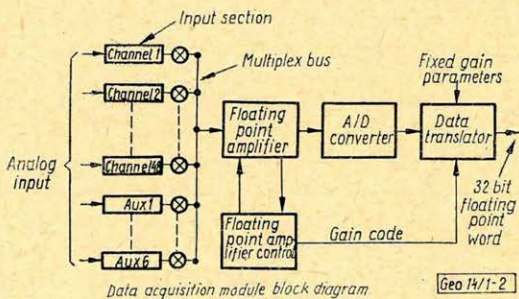
A katódsugárcső (*CRT*) terminál egy ernyő, mérete *9 × 6 hüv.*, megjelenítési kapacitása *20 jelsor*. Egy standard alfanumerikus billentyűzet kisebb változtatások folytán lehetővé teszi a kontroll-utasítások operátoros bevitelét. Egy Gould elektrosztatikus nyomtató/plotter gondoskodik a nyomtatott kimenetről és a szeizmikus adatok kirajzolásáról *11 hüvelykes* papírra.

Az adatfelvevő modul, ahogy a 2. ábrán a blokk-diagramon látható, gondoskodik az adatok lebegőpontos mintavételéről mind a 48 adatsatornáról és a 6 segédsatornáról 2 16-bites szó alakjában. Ugyanaz a lebegőpontos erősítő szolgálja ki mind az 54 adatsatornát. Ezeket a csatornákat párosával transzformálják, előerősítik és szűrik (3. ábra), mielőtt multiplexelnék azokat a lebegőpontos erősítőbe.

2. ábra. Az adatgyűjtő egység blokk-diagramja

Рис. 2. Схема получения данных

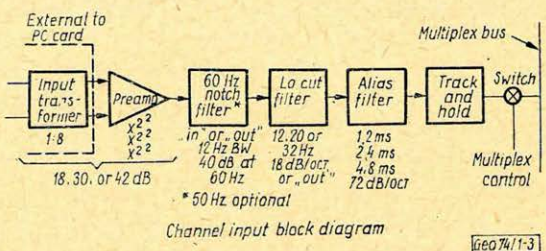
Fig. 2. Data acquisition module block diagram



3. ábra. A csatorna bemenet blokk-diagramja

Рис. 3. Схема ввода каналов

Fig. 3. Channel input block diagram



Az 1. ábra két lényeges, speciális célú egységet tartalmaz: a lebegőpontos feldolgozót és a DEC-IBM fordítót. A lebegőpontos feldolgozó egy komplikált aritmetikai egység, amely végrehajtja a lebegőpontos valós és komplex összeadást és szorzást, továbbá speciális, a Fourier transzformációhoz szükséges függvények-képzéseket. Ezen felül végre tud hajtani olyan műveleteket, amelyek hasznosak az adatminőség ellenőrzése szempontjából. A DEC-IBM fordító arra szolgál, hogy az adatszavak lebegőpontos formátumát DEC-ről IBM-re (decimálisból IBM rendszerűre) változtassa. Mindkét egység végre tudja hajtani műveleteit a magmemóriában levő adatrendszeren minimális programvezérléssel.

A rendszer működése

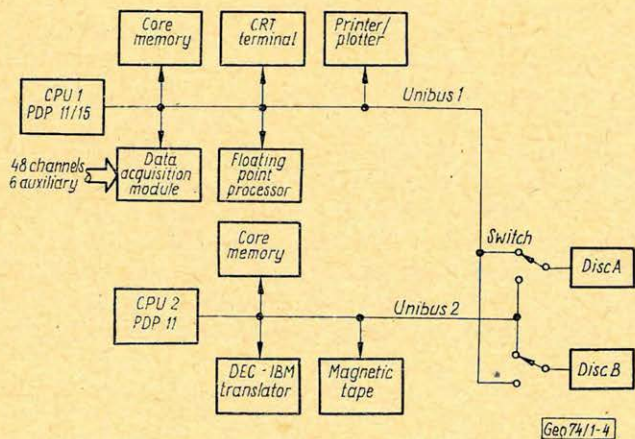
Az alapvető adatfelvevő rendszer működését olyan szempontból tárgyaljuk, hogy tőle megköveteljük, hogy 7 sec regisztrálási hosszára ellássa a 48 2 msec mintavételi sebességű csatorna adatait. Ebben a helyzetben a rendszer két fajta működés elvégzésére alkalmas. Az egyik esetben az adatok felvehetőek és korábban felvettekkel összegeezhetők. A rendszer ellenőrzi az adatminőséget és végső regisztrálás előtt visszadobja az elfogadhatatlan adatokat. A másik esetben az adatokat stacking nélkül lehet felvenni és a minőség ellenőrzése még a regisztrálás előtt alkalmazható. Mi a második esetet tárgyaljuk.

A műveletfolyamat a következő. Megtörténik a mintavétel és az adatokat az adatfelvevő modul és a controller segítségével elhelyezik a magmemóriában.

Az adatok DEC lebegőpontos formában vannak, ami két 16 bites komputer szót vesz igénybe. Mindegyik lebegőpontos szó áll egy előjel-bitből, 2-nek 8 bites kitevőjéből és egy 23-bites törtről, amelyben a vezérlő bit is el van rejtve. Ha a magmemória-puffer megtelt lebegőpontos adatokkal, a vektor lebegőpontos processzor elkezd összehasonlítani az adatokat egy referencia csatorna adataival. Ha a bejövő adatpont exponense nagyobb, mint a referencia csatorna adataé, a referencia csatorna kitevője visszateszi a bejövő adat kitevőjét a magmemóriába. Egy számláló regisztrálja azon referencia csatorna értékeknek a számát, amelyek visszatettek adatpontokat.

A felvételi folyamat ezután azzal folytatódik, hogy azokat az adatokat, amelyeket már alávettettek az ellenőrzésnek és a magban vannak, ráírja a lemezre. A lemez formátum-elrendezése olyan, hogy az adatok a lemezre részben demultiplexelt formában helyeződnek el.

A felvételi folyamat végeztével az adatokat visszaolvassák a lemeztől és a magmemóriában helyezik el. A fordító arra szolgál, hogy átalakítja a lebegőpontos formátumot DEC-ből IBM-be, míg a mágnesszalagra teljesen demultiplexelt formában kerülnek, minden csatorna között egy-egy hézaggal. Az az eredmény, hogy a mágnesszalagon mindegyik teljes csatorna sorban regisztrálódik, ennek a működésnek kiemelkedő vonása, mivel későbbi feldolgozásoknál e regisztrátum kezelésénél időt takarítunk meg. Azonban a felvétel befejezése után 3–4 sec idő szükséges a szalagregisztrálás befejezéséhez annak következtében, hogy felvétel és regisztrálás nem történt szimultán. A lebegőpontos formátum nagyobb adatpontossága kompromisszumot igényelhet az adatkezelési sebességet illetően, mivel egy lebegőpontos szó két 16 bites komputer szó.



4. ábra. Kétszámítógépes rendszer blokk-diagramja

Рис. 4. Схема системы с двумя ЭВМ

Fig. 4. Two-computer system block diagram

A 4. ábrán bemutatjuk egy olyan rendszer blokk-diagramját, amely lehetővé teszi az adatfelvételt minőségi ellenőrzéssel és vele egyidőben a mágnesszalagra való rögzítést. Ebben a rendszerben egy másik PDP 11 komputer további lemez-memóriával és egy 16 K magmemóriával együtt is foglaltatik. Ez a rendszer két unibusszal (gyűjtő) van ellátva, ebben az esetben ez az egyidejű művelet kulcsa. Mindkét lemeznek van lehetősége arra, hogy bármelyik busszal összekössék. Tipikus működésnél mindegyik buszon lenne egy-egy lemeztároló. Pl. az A lemez az 1. buszon venné fel a bejövő adatokat, míg a

B lemezt a 2. buszon olvasnák le az adatokkal a mágneses szalagra való írás ellátására. Miután a regisztrátum felvétele befejeződött, a lemezeket úgy kapcsolják, hogy most a *B* lemez legyen az 1. buszon és *A* a 2. buszon. Most az *A* lemezen vannak azok az adatok, amelyeket a mágnesszalagra kell rávinni és a *B* lemezre kerülnek az új adatok. Ezzel a rendszerrel nincs idővesztés a felvételnek szalagra történő átmásolása következtében. A szalagra ismét teljesen demultiplexelt mormában lehet írni. A rendszer nagyobb sebességét azáltal érték el, hogy a hardware-t a szükséges mértékben növeltük.

Az operátor beavatkozása a rendszerbe

Az operátor a rendszerbe a *CRT* terminál és a billentyűzet útján avatkozhat be. A rendszer komputerének sebessége és memóriája a rutin regisztrálásoknál és a vezérlési funkcióknál hasznos. A felvételi rendszer tipikus működését egy műszerellenőrző művelet alkalmával a következőkben ismertetjük.

A rendszer minden egyes művelete azzal kezdődik, hogy az operátor megnyomja a billentyűzetet a „*system load*” billentyűt. Ezáltal a dátum és az idő felkerül a *CRT* kijelzőre, ezt az operátor vagy megváltoztatja, vagy helyben hagyja és ezután megnyom egy másik billentyűt „*verify page*” jellel. Az események és kijelzések folyamatát az 5. ábrán közölt folyamat-ábra mutatja.

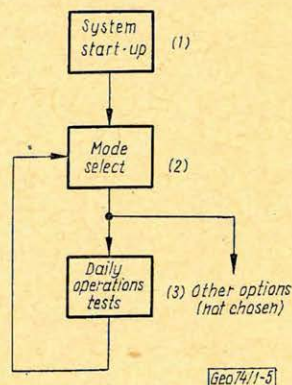
Egy másik kijelzési oldal automatikusan megjelenik, felirata „*mode select*” (2 az 5. ábrán). Ez a kijelzés felsorolja a rendszer összes alapfunkcióit; pl. paraméter belépés/kijelzés, adatrendszer-ellenőrzés, adatfelvétel stb. Az operátor most kiválasztja ezen alapfunkciók közül azt, amelyiket meg akar valósítani. A kiválasztás egyszerűen úgy történik, hogy egy számot bead a billentyűzetet és megnyomja a „*verify page*” billentyűt.

Ahogy a folyamatábrán látható, a rendszer automatikusan válaszol az operátor választására azáltal, hogy vagy kijelez újabb „*oldalakat*”, vagy végrehajtja a jelzett funkciót. Pl. az 5. ábra szerint az operátor kiválasztotta a „*daily operations test*”-et, ami lehetővé teszi számára, hogy kiválassza valamennyi adatfelvevő műszer tesztjét; pl. *A/D* konverter, lebegőpontos erősítő stb. Ezeket a teszteket az operátor úgy hajtja végre, hogy a billentyűkön beviszi a teszt számát. Az operátor bármikor visszatérhet a „*mode select*” kijelzésleaphoz, ha megnyomja a „*mode select*” jelű billentyűt.

Minőségellenőrzés

Korábban tárgyaltuk a minőségellenőrzés összehasonlítás-kicserélés típusát, amely ezzel a rendszerrel végrehajtható. A bemenő adatok minőségi ellenőrzésének egy másik típusát a lebegőpontos processzor végzi el, mint „*Add Absolute*” funkciót. Ebben az esetben a lebegőpontos processzor a lebegőpontos adatok egy során végez műveletet és kiszámítja az adatok abszolút értékének összegét. Másszóval

$$S_n = |a_1| + |a_2| + |a_3| + \dots + |a_n|$$



5. ábra. A rendszer vezérlésének folyamatábrája

Рис. 5. Схема контроля системы

Fig. 5. System control flow diagram

Az S_n összeg most az a_n sor által reprezentált adatok jóságának fokmérője. S_n alapján elfogadhatjuk vagy elvethetjük az a_n által reprezentált adatsort.

A műszer- és rendszer-tesztek automatikus lefuttatásának lehetősége a minőségellenőrzésnek egy újabb fontos formája, amelyet könnyebben valósíthatunk meg ennél a rendszernél, mint bármelyik másiknál. Egy komplikált teszt folyamatot és a megfelelő teszt jeleket előzetesen beprogramozhatjuk, hogy bármikor lefutathassuk. A tesztek és számítások többórás munkát képviselnek, ha kézzel végezzük, viszont programvezérlés mellett a teszt kinyomtatott eredményeit percekben belül megkaphatjuk. Ilyen típusú tesztek példája, amelyet ily módon lefutathatunk, az analog-digitális konverter linearitásának vizsgálata a konverter teljes bemeneti tartományában. Az A/D konvertert több ezer mérésre automatikusan el lehet látni bemeneti feszültséggel. A komputert az olyan mennyiségek kiszámítására használjuk, mint átlagkimenet, százalékos hiba és offset. A teszteredményeket ezután könnyen kinyomathatjuk az állandósított felvételre.

Végezetül a minőségi ellenőrzés a rendszer feldolgozási kapacitásánál is megvalósítható. Olyan műveletek, mint NMO számítás, CDP összegzés a rendszer kapacitásán belül vannak, ha a megfelelő soft-waret hozzáadjuk.

Meg kell említeni a minőség ellenőrzésére vonatkozó más technikákat is. A rendszer regisztrálás-megtartási képessége felhasználható tengeri környezetben olyan adatok rögzítésére, mint kábel mélység, fathometer, sebesség, menetirány és kábel helyzet.

Következtetések

Az itt tárgyalt geofizikai adatfelvevő rendszernek más meglévő terepi rendszerekhez viszonyítva számos előnye van. Ezen előnyöket nagyobb adatkezelési követelmények és komplexebb rendszer alkalmazása árán értük el. Gondos műszertervezéssel az ilyen rendszerek a felvett és rögzített adatok minőségét tovább javíthatják.

A jelen tanulmányban leírt rendszer minden művelet számára lehetővé teszi az egyszerű operátor-vezérlést. Műszertesztek és más információk nyomtatott formában gyorsan megkaphatók, csakúgy, mint a szeizmikus adatok kijelzése. Az adatok minőségét két módszer biztosítja, melyek közvetlenül a bejövő adatokra alkalmazhatók. Az adatok további feldolgozását is elvégeztethetjük a rendszerrel. A rendszer számító kapacitása lehetővé teszi, hogy a felvétel alatt a demultiplexelt csatornákat szalagra regisztráljuk.

Szeizmikus technika tervezése (Szeizmikus problémák és módszerek áttekintése)

S. D. BRASEL

A jó szeizmikus felvétel úgy definiálható, mint kedvező jel-zaj viszony valamennyi geofizikai szempontból. A szeizmikus zaj problémáit teljesen meg kell értenünk ahhoz, hogy hatékony szeizmikus eljárást tervezhessünk. A szeizmikus módszer tervezésénél a jel-zaj viszony növelésének lehetőségéből és a gazdasági költségekből kell kiindulnunk. Dia-képeken mutatja be a szerző a szeizmikus problémák geológiai korrelációját és a jó szeizmikus módszerek alkalmazását.

Хорошая сейсмическая запись определяется как благоприятное отношение сигнал/шум со всех геофизических точек зрения. Мы должны полностью понять проблемы сейсмического шума для проектирования эффективного сейсморазведочного метода. При проектировании сейсморазведочного метода необходимо исходить из возможности увеличения отношения сигнал/шум и экономических затрат. При помощи диапозитивов автор показывает геологическую корреляцию сейсмических проблем и применение хороших сейсморазведочных методов.

The good seismic record is defined as favourable signal to noise ratio for all geophysical reasons. Seismic noise problems must be fully understood, before efficient and effective seismic technique can be designed. Seismic method must be derived for both signal to noise enhancement potential and cost of economics. Slides will be used to establish geological correlation to seismic problems and adaptation of good seismic methods.

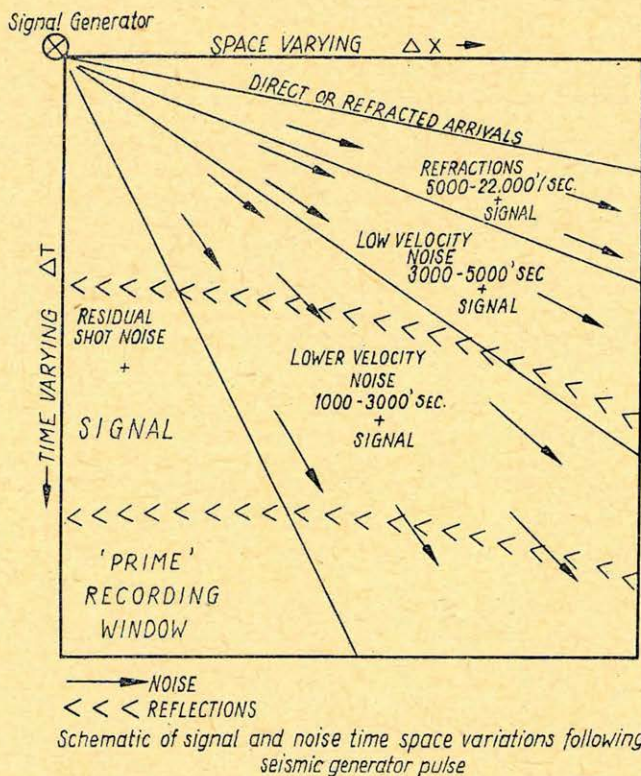
I. Szeizmikus problémák

A szeizmikus terepi csoportok az egész világon hasonló berendezéseket és eljárásokat használnak. Ezek az eljárások néha hasznos eredményeket 'produkálnak, de gyakori, hogy csupán sovány geológiai információ mennyiséget szolgáltatnak. Néha az adatok hibás vagy téves interpretációhoz vezetnek. Egy technikát akkor tartunk jónak, ha legalább egy időszint térképezését (rögzítését) lehetővé teszi. Ha a szeizmikus eredmények nem kielégítőek, a probléma-spektrum megoldását keresve sokféle fizikai szempont alapján variálják az eljárásokat és az eszközöket. Azonban a szeizmikus berendezések és módszerek sokféle variációinak kis hatása van a szeizmikus technika jellemzőire és ritkán mutatkozik sikeres eljárásnak olyan területeken, amelyeket korábban már felmérték szegényes eredménnyel.

A szeizmikus regisztrátum számos szeizmikus hullám szuperponálódása útján keletkezett nagyon összetett komplexum, amit rendszerint lövéssel gerjesztenek, és amelyek mindegyike keresztülhaladt számos rejtélyes, de egyértelmű úton. Ezeket az utakat a geológiai környezet, továbbá a szeizmikus forrás és felvevők megszabott helyzete határozza meg. A regisztrátumot uralják a közvetlen és néha a visszavert, vízszintesen terjedő zajhullámok és a függőlegesen gerjesztett és a többszörös reflexiók. Gyenge adatokat kapunk, ha olyan területen, ahol felszín alatti reflexiókat reméltünk, zaj vagy többszörösök uralkodnak (1. ábra).

A szeizmikus zajspektrum karakterisztikája a felszínközeli geológia függvénye. A forrás által gerjesztett zaj bizonyos sebesség- és frekvencia-tartományban sugárirányban terjed és elfoglalja a potenciális regisztrálhatósági ablaknak egy statisztikus területét, de a zaj és a jel tulajdonságai az ablakon belül változ-

nak. A geológiai viszonyok és a hozzájuk tartozó zajspektrumok rendszerint nem változnak radikálisan a lövéspon-elhelyezések között, de változhatnak egy kutatási területen belül. A jól tervezett szeizmikus technika számol a geológia változásával és tekintetbe veszi a tér-idő regisztrálási ablakon belüli változások problematikáját (2. ábra).



1. ábra — puc. — Fig.

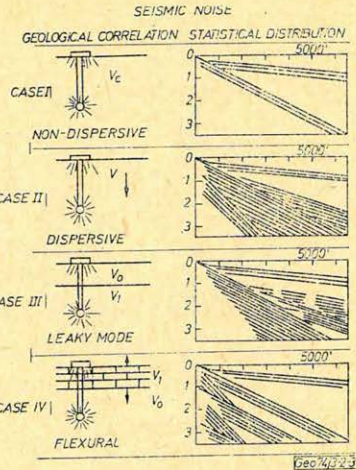
A legegyszerűbb zaj vagy „ground roll” viszonyok megfelelnek a legegyszerűbb geológiának, a konstans sebesség esetének, ilyet találtak a sarkvidéki „permafrost” régiókban és olyan területeken, ahol vastag mészkövek vannak a felszínen. Ezek potenciálisan jó regisztrálási területek, mivel a közvetlen zaj minimális teret foglal el a regisztrálási ablakból és statisztikusan nagy zajmentes adattér van. A szeizmikus zaj sebességspektruma független a gerjesztő rendszertől és egyedül a felszínközeli geológia függvénye.

A második geológiai esetben a sebesség a mélységgel nő, ez vastag felszíni agyag-, homok- és palarétegekre jellemző, a szeizmikus zaj sugárirányban egy bizonyos sebességi tartományban terjed. Ebben az esetben az egyszerű közvetlen zaj a szeizmikus felvételen nagy tér-idő tartományt foglalhat el (3. ábra).

A harmadik eset a tipikus „elmállasztási” V_0V_1 helyzet. Ennél a „ground roll”-energia a távolsággal abnormálisan csökken. Az energia „elszivárogo” vagy elvész az alacsony sebességű réteg talpánál fellépő refrakció következtében.

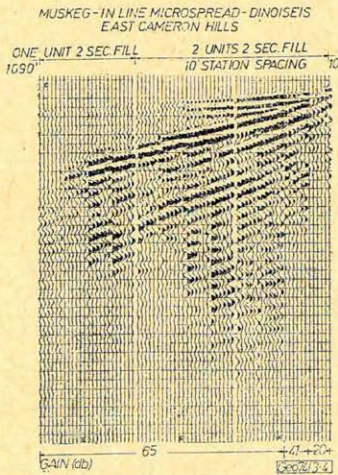
Az energiaeloszlás a terjedési sebességek tartományában érzékeny a mállott réteg vastagságára és a talapzaton levő sebességkontrasztra. Az energia a refrakció kritikus szögével való kapcsolattól függően szétszóródik. A kritikus szögnél kisebb szög alatt beérkező energia az alacsony sebességű rétegben mintegy csapdába kerül és erős hullámirányítottsgót hozhat létre. Ha az energia legnagyobb része a kritikus szögnél kisebb szög alatt érkezik be, nagymennyiségű zavaró „*nagysebességű*” zaj fog jelentkezni. Emellett rendszerint a mállott réteg sem állandó, hanem növekvő sebesség és széles sebességtartományú elsődleges közvetlen zaj fog terjedni.

A negyedik geológiai modell a „merek réteg” esete, amikor nagysebességű réteg van a felszínen vagy annak közelében. Ez a modell különösen kellemetlen, mivel a zajszint statisztikus tartománya a többszörösére növekszik. A merev réteg oszcillál, flexurális energiát hoz létre, amely csupán a gerjesztési sebességnek és a határfelületek kényszerének függvénye (4. ábra).

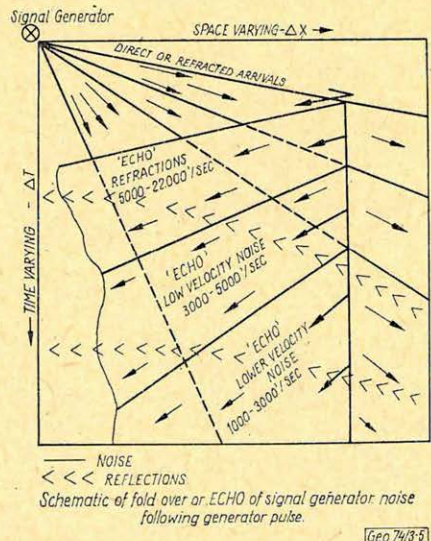


2. ábra - puc. - Fig.

3. ábra - puc. - Fig.



4. ábra - puc. - Fig.



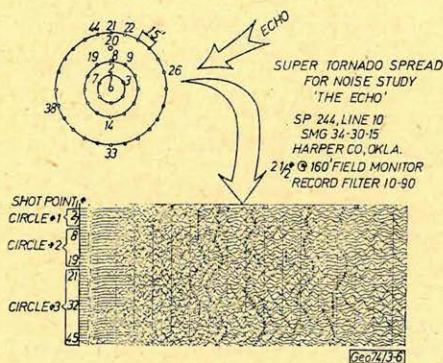
5. ábra - puc. - Fig.

Egy jellemző példa Kanadából származik 15 m-es permafrost területéről. A terepi példát a Dinoiseis felszíni forrás egység egyetlen lövésével regisztrálták. Ez egy hagyományos zaj-terítés 3 m-es nyomtávolsággal és konstans erősítéssel felvéve. Az elsődleges zaj-sorozat megközelíti a konstans sebesség geológiai esetét és jellegzetesen a flexurális energia, amely kb. 300 millisec-el később je-

lentkezik, hasonló sebességgel terjed. A flexurális energia majdnem olyan nagy, mint az elsődleges és ha erősítés-növelést alkalmaznánk, további oszcillációkat is lehetne látni. Fontos ezt a geológiai modellt megismerni, mert az egyik legelterjedtebben használt szeizmikus technika nem csökkenti a flexurális zajhullámokat.

Ez a négy modell áll összefüggésben azzal a zajspektrummal, amely a legtöbb szeizmikus problémát okozza. Vannak mások is, mint pl. mocsarak, tőzegláp és más kisebbességű „body wave” típusok, de ezeket el lehet kerülni, ha a felvétel kábeleknél offseteket alkalmazunk. Mások, mint pl. a nyíró hullámok, a felvételen kis terület foglalnak el és rendszerint nem jelentenek komoly problémát. A legzavaróbb zajviszonyok azok, amelyek a tér-idő felvételi ablaknak nagy tartományát foglalják le és lecsökkentő módszerek alkalmazását követelik meg (5. ábra).

A világ számos gyenge felvételi területén a szeizmikus zajspektrum nagymennyiségű reflektált zajt foglal magában. Ez mindannyiszor jelentkezik, valahányszor a felszínközeli geológia laterálisan, főleg topografikusan változik. Reflektált zaj a felvételnek olyan tartományát foglalhatja el, amely zajmentes lehetett volna és a hagyományos terepi eljárások még ki is emelhetik azt (6. ábra).

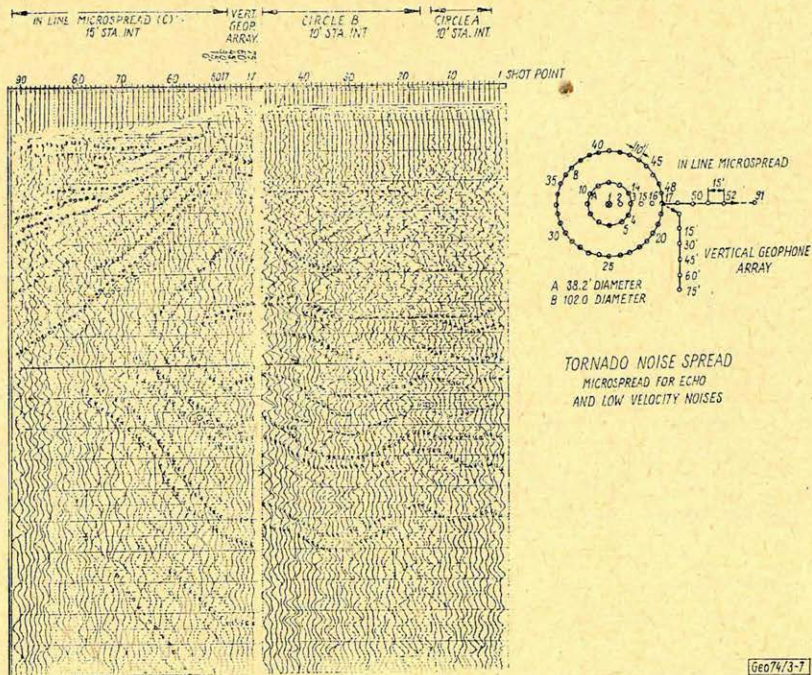


6. ábra — puc. — Fig.

Reflektált zaj jelenlétének kimutatására jó módszer a geofonoknak kis koncentrikus körök mentén történő sugaras elrendezése. A lövést a közép-pontba helyezve a közvetlen zaj spektruma az első néhány száz msec-ra korlátozódik és a fennmaradó felvételi idő a reflektálódó zaj, a felszín alatti jelek vagy a forrás térségéből származó másodlagos zaj számára marad fenn. Ez a teszt-elhelyezés szeizmikusan gyenge területeken világosan kimutatja, hogy a regisztrálási tartományban a reflektálódó zajhullámok dominálnak. A reflexiós zaj mechanikájának jobb megértése cél-

jából ezt a tesztet kiegészítik egy hagyományos vonalmenti zajszelvény felvételével, amely a lövési ponttól a reflexió forrásán túlig terjed (7. ábra).

Az 5 m-es közötti egyenes menti szelvény megmutatja, hogy a forrás által gerjesztett zajspektrum széles sebességtartományban terjed. Egyenes menti szelvényen rendszerint nehéz a reflektált zajt azonosítani, a kisebb sebességgel terjedő hullámok beérkezései miatt. Körös elrendezés esetében a reflektált zajhullámokat könnyen azonosíthatjuk. Ez a teszt bizonyítja, hogy a reflektált zajspektrum az ugyanolyan sebességkarakterisztikájú és frekvencia-eloszlású közvetlen spektrumnak csak kibővülése és csupán a terjedési irányban különbözik. A reflexió forrása egy kis szabálytalan áramlási csatorna mintegy 3 m-es doborulattal. A reflexiós zajspektrumot leginkább a topografikus változások hozzák létre a talaj-levegő határ reflexiós tényezője következtében, továbbá amiatt a tény miatt, hogy a zaj energiája a felszínen a legnagyobb és a mélységgel exponenciálisan csökken. Minél nagyobb a felszínközeli geológia sebessége, annál nagyobb lesz az a felvételi tartomány, amelyet a reflexiós zaj problémája befolyásol (8. ábra).

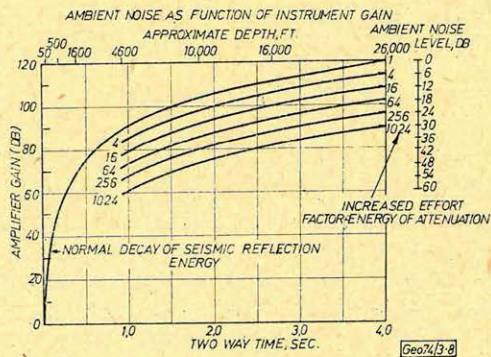


7. ábra - puc. - Fig.

Néha nem szeizmikus forrásból származó zaj uralja a szeizmikus csatorna vagy felvétel bizonyos tartományát. Ez a környezeti zaj problémája. Zajmentes környezetben a szeizmikus erősítőknek olyan az erősítésváltozások, hogy kiegyenlítse a szeizmikus energia-vesztéseket. Minél gyengébb a jel – akár mélység, a geofonok offsetávolsága, a reflexiók tényező, a forrasi energia, akár átviteli veszteségek következtében –, annál nagyobb az erősítési tényező. A szeizmikus berendezések 120 – 132 db zajmentes erősítésről gondoskodnak. Ha zaj dominál a bejövő jelen, az erősítés nem nő és a geológiai információ elnyomódik.

Egy tipikus erősítésváltozási görbe, amely feltételezi, hogy az energia csupán a gömbi divergencia következtében csökken, mutatja az erősítési követelményeket, mint a mélység vagy a reflexiók idő függvényét.

A példán az 1 sec regisztrálási időnél várt erősítési szint 92 db 2 sec-nél a várt erősítésváltozás 14 db, vagyis ötszörös az erősítési tényező. Ha a bejövő jelszint a környezeti zaj következtében nem csökken le 1 sec alá, az erősítés



8. ábra - puc. - Fig.

92 db marad. Néha ezt a szeizmikus energia problémájának tartják. Ha az erősítés nem nő 92 db fölé, ötször több energia szükséges ahhoz, hogy regisztráljunk egy 2 sec-os reflexiót az 1 sec-os jelhez viszonyítva, azonos reflexiók tényező feltételezése mellett. Ha 10 kg dinamitot használnak fel az 1 sec-os jel regisztrálására, akkor ötször nagyobb energia, vagyis 250 kg szükséges a 2 sec-os reflexió rögzítéséhez. 3 sec-os reflexió rögzítése 9 db-t igényel vagyis két és félszer több energiát, vagy 1562 kg-ot, ha az erősítés nem megy 1 sec alá. A környezeti zaj problémájának energia útján való megoldása nagyon költséges. Rendszerint minden szeizmikus probléma megoldására különböző lehetőségek állnak fenn.

II. Szeizmikus módszerek

A szeizmikus problémák megoldása attól függ, hogy képesek vagyunk-e különbséget tenni kívánt és nem kívánt jelek között. Négyféle alapmódszer van arra, hogy zajt és többszörösöket visszaszorítsunk, mindegyiknek korlátolt a lehetősége elméletileg és gyakorlatilag egyaránt. A szeizmikus terepi technikánál rendszerint különböző módszereket kell kombinálni. A módszerek kombinációja megszabja a terepi eljárást és a szükséges berendezést (9. ábra).

STATISTICAL NOISE ATTENUATION

MULTIPLICITY FACTOR * SHOT HOLES * GEOPHONES * TRACES TO COMPOSITE

SIGNAL-TO-NOISE IMPROVEMENT
(Assumes all noise is random)

$$SIN = \sqrt{\frac{M.F.}{M.F.}}$$

Technique	Shot Holes	Geophones	Traces to Sum	Multiplicity Factor	Improvement (Decibels)
100%	1	12	1	12	0 (Ref)
	1	24	1	24	3
	1	36	1	36	4.7
600%	1	36	6	216	10.8
1200%	1	36	12	432	12.8
2400%	1	36	24	864	16.0

Geo 7/39

9. ábra — puc. — Fig.



10. ábra — puc. — Fig.

Szeizmikus problémák megoldására a statisztikus vagy tömeges közelítés valószínűleg a leghatékonyabb alkalmazott módszer. Ha egy terepi csoport gyenge adatokat kap 12 geofonnal, áttér 24-re vagy 36-ra. Ha 600%-os stacking gyenge, áttérnek 1200%-ra és ha ez is gyenge, akkor vagy szeizmikusan rossz területnek nyilvánítják a területet, vagy vesznek 48 csatornás műszereket és megpróbálkoznak 2400%-os stackinggel.

A statisztikus módszerek feltételezik, hogy a szeizmikus problémák frekvencia- és fázisjellegűvé válnak véletlen jellegű, hogy a zaj mindegyik geofonon vagy stacking csatornán különböző, hogy egy szeizmikus jel időtartamán belül a zajspektrumban zérus korreláció van. Ha a terepi eljárás a spektrum-problémát sikeresen teszi „véletlen jellegűvé”, akkor a jel/zaj viszony javulását „négyzetgyökös törvény” szerint számítják. Az áttérés 12-ről 36 geofonra 4,8 db-t ad, 600-ról 1200%-os stacking 3 db-t jelent, és 600-ról 2400%-os stackingre való áttéréstől 6 db jel/zaj viszony javulást várunk.

A legtöbb szeizmikus probléma szabályos és sokkal nagyobb időtartamokat foglal el, mint a bejövő jel és nem lehet „véletlen jellegűvé” tenni (10. ábra).

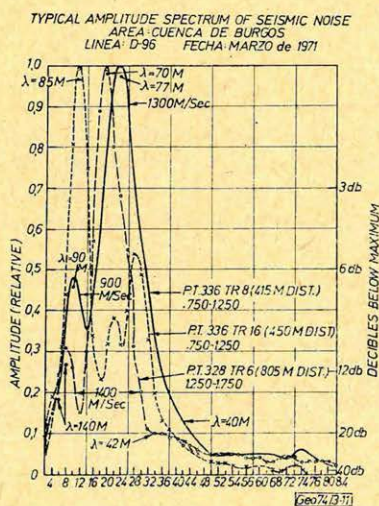
Az uralkodó szeizmikus zaj-probléma a közvetlen, a másodlagos és a visszavert zajspektrum, ezeket a szeizmikus energiaforrás-rendszer kelti. Egy jellem-

ző példa Mexikó középső részéről származik. A geofonköz 5 m-es és a regisztrálási távolság 900 m. A felvétel első 1–1 1/2 sec-ain a közvetlen és a forrás által keltett másodlagos zaj uralkodik. Hol van a jelspektrum? Ha egy szeizmikus felvétel a jelet nem lehet látni, akkor a felvételnek ezt a szakaszát kitöltő zaj legalább 20 db vagy tízszer erősebb, mint a reflektált energia.

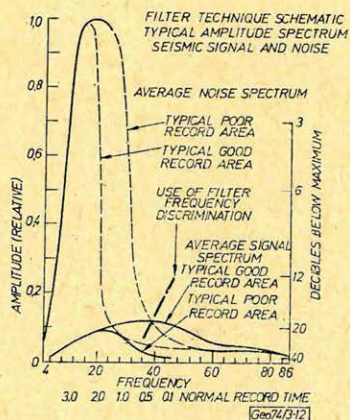
Csupán kétféle mód van arra, hogy a kívánt jelet megkapjuk: frekvencia szűrés és térbeli szűrés. Ezeket a jellemzőket a frekvencia- és sebesség-spektrum mérésével kapjuk meg. Ha a „zaj”-felvételek esetében különböző elrendezéseket használunk – néha ezek a legjobbnak tűnő felvételek, amelyeket egy terepi csoport kap – a sebességeket és a csúcs-frekvenciákat megmérhetjük. A terjedési sebességeket a frekvenciákkal elosztva megkapjuk a vonalmenti térbeli spektrumot vagy hullámhossz-spektrumot, ami a forrás által keltett zaj fizikai dimenziója. A mexikói példa három elrendezéséből a zajcsúcsokra 70, 77, és 85 m-es hullámhosszak adódtak.

A szeizmikus zajprobléma jobb megértése céljából a mexikói zaj-tanulmányozás három területére frekvencia analízist végeztünk (11. ábra).

A három amplitúdóspektrum csúcsa 70, 77 és 85 m-es hullámhossznak felel meg. Mi a szeizmikus zaj hullámhossz-spektruma? Ez attól függ, hogy mekkora zajvisszafojtás szükséges. Ezen a példán a zaj legalább 20 db-el erősebb, mint a jel, ezért a visszafojtandó zaj hullámhossz-sávja 28-tól több mint 100 m-ig tart és magába foglalja a normális jeláteresztő sáv minden frekvenciáját (12. ábra).



11. ábra – puc. – Fig.

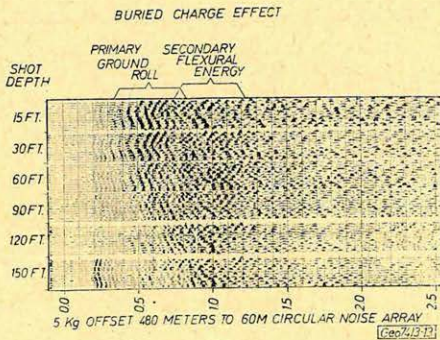


12. ábra – puc. – Fig.

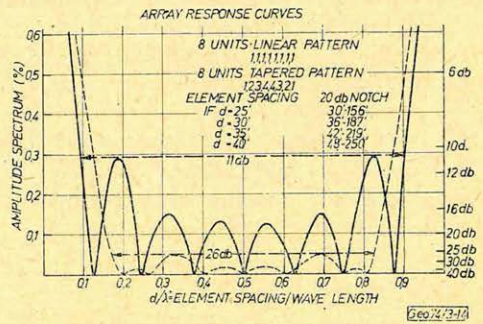
Szeizmikusan jó területen bizonyos frekvencia tartományban a kívánt jel energiája gyakran nagyobb, mint a zajspektrum. Ilyen területeken a frekvenciaszűrés módszerét használják. Számos területen, ahol nagysebességű forrásrendszereket használnak, a nagy frekvenciák spektrumában a sekély jelek erősebbek, mint a zaj, de annak következtében, hogy a mélységgel az energia gyorsan csökken és a nagy frekvenciák elvesznek, bizonyos mélységnél (rendszerint 1 sec alatt) a szűrés módszerrel bajok lesznek.

A szűrési technika nagyon gazdaságos, de a nagysebességű forrás ideális csatolásának a függvénye, ami terepen és a nagyon „csúcsos” kislekencziás zajspektrum esetében nehezen valósul meg. A szűrési eljárások mindig változva jó és rossz adatokat adnak, különösen a mélységtől függően (13. ábra).

Az adatkiemelés harmadik módja az a hatás, amelyet a dinamittöltet elásása okoz. Elméletileg a lövési mélység térbeli szűrést biztosít a zaj hullámhosszainak bizonyos tartományára. Minél mélyebb a lövés, annál nagyobb a visszafojtás, különösen a rövidebb vagy nagyobb frekvenciájú hullámhosszakra. A lövési mélységgel egyenlő hullámhosszra a visszafojtás 20 db, a lövési mélység kétszeres hullámhosszára 8 db. A lövési mélységnél kisebb hullámhosszokra több mint 20 db visszafojtást kapunk.



13. ábra - puc. - Fig.



14. ábra - puc. - Fig.

A földbe süllyesztett töltet és a frekvenciaszűrés kombinált módszere hagyományosan közkedvelt technika. Minél mélyebb a lövés, annál jobb a nagysebességű forrás csatolása, ezért jobb a nagyfrekvenciás jel és ezzel egyidejűleg nő a talajzaj nagyfrekvenciás komponenseinek visszafojtása, alkalmassá válna szűrési eljárásokra. Hagyományosan mély vagy medencealjzati információk szintén nehezek.

Egy Észak-Mexikóban végzett terepi teszt alátámasztja a dinamittöltet földbe süllyesztésének elméleti hatását. Az elsődleges talajzaj a töltetmélység függvényében csökken. Meg kell jegyezni, hogy a másodlagos flexurális zajhullámok, amelyek egy merev rétegnek a sebesség szerinti természetes reakciói, nem változnak. Ez a példa rámutat annak szükségességére, hogy a terepi eljárás megtervezése előtt meg kell állapítani a szeizmikus zaj és a geológia közötti korrelációt (14. ábra).

Az adatkiemelés negyedik módszere a matrix-elméleti eljárás a nemkívánatos jelek térbeli szűrésére. Ez az eljárás feltételezi, hogy a zaj nagy időszakaszt foglal el és egy mintavételi csoportra hasonló a frekvencia és fázis-karakterisztikája a forrás által keltett zaj spektrumához.

A forráselemeknek vagy a felvevő csoportoknak térbeli eloszlása bizonyos hullámhossztartományokra fojtási sávot fog eredményezni. Pl. egy nyolc elem-ből álló lineáris elrendezés 11 db fojtást fog eredményezni egy olyan sávon, amelynek leghosszabb hullámhossza közel nyolcszor hosszabb, mint a legrövidebb hullámhossza. A tényleges hullámhosszakat az elemek közötti köz határozza meg. Jelen példában a nyolc elemes lineáris elrendezés 11 db elméleti jel/zaj viszony javulást idéz elő, ha a jelfrekvenciát áteresztő sáv ugyanaz,

mint a zajfrekvenciát visszafojtó sáv. Ez természetesen feltételezi, hogy a jel-hullámok nem lépnek be a visszafojtási sávba. A matrix-elméleti megközelítés független a frekvenciától és különbséget tesz a térbeli vagy sebességbeli differenciákban kívánatos és nemkívánatos információk között. Ez nagy előny, ahol a zajnak és frekvenciának átfedő frekvenciaspektruma van, mint pl. mély- vagy alapközetű reflektáló szinteknél.

A nagyobb hullámhosszak vagy kisebb frekvenciájú zajok visszafojtására a lineáris elrendezések jellegzetesen gyengék és ezért gyakran baj van a mélyebb információkkal. Az nem számít, hogy 8, 18, 80 vagy 800 geofont használunk, a teljes fojtási sáv maximális visszafojtása 13,7 db.

Ha 13 db-nél nagyobb visszafojtást akarunk elérni, akkor az elrendezés elemeit súlyozni kell vagy „csúcsosítani”. Pl. egy 8 pozíciós terítés, amely 20 geofont használ 1, 2, 3, 4, 4, 3, 2, 1 súlyozással, 26 db vagyis ötször nagyobb visszafojtást eredményez bizonyos zajfrekvencia tartományban, ami a sebesség-spektrumtól és az elemek közötti köztől függ.

A leghatásosabb és hatékonyabb elrendezések az optimálisan súlyozott elrendezések, ahol a fojtási sávokon belül a csúcsok azonos amplitúdójúak. Szeizmikus terepi csoportok, amelyeknél a forrás- és felvételi-rendszerekre optimális elrendezést terveztek, amit felszíni forrás-berendezésekkel könnyen meg lehet valósítani, gazdaságosan elérnek 50, 60, 70, 80 db jel/zaj viszony növelést. Ezek az eljárások a szeizmikus felvételeken a zajszintet potenciálisan több, mint 1%-al az alá a szint alá redukálják, amely lineáris vagy hagyományos technikát használ.

Egy-egy szeizmikus csoport módszerei és berendezései megszabják, hogy bizonyos felszínalatti geológiai viszonyok között bizonyos szeizmikus problémátartományban mekkora adatkiemelés lehetséges. Számos szeizmikus csoport akár tervezés, akár véletlen folytán potenciális kapacitásának 10%-a alatt dolgozik.

A szeizmikus problémák jellegzetessége és megoldása a geológiai környezet függvénye. Egy probléma felismerésének és dokumentálásának képessége attól függ, hogy a szeizmikus információt hogyan nyerik. Jó adatok felvételének lehetősége annak a függvénye, hogy mennyire értjük át a szeizmikus problémákat és a szeizmikus módszereket. A szeizmikus kutatás gazdaságossága a berendezés kiválasztásától és a szeizmikus terepi technika hathatós megtervezésétől függ. Jó technika jó adatokat, rossz technika rossz adatokat eredményez.

Nagymélységű fúrások szelvényezésének helyzete az NDK-ban

J. LOHSE – G. KLAUS – S. KNEBEL – K. LENERT – W. LÖTSCH – P. SCHLOSSER

A kutatott terület szénhidrogén-perspektíváinak jellemzése szempontjából nagy jelentősége van a szénlepek kijelölésének, vastagságmeghatározásának és elszenesedési mértékük felmérésének. Jelenleg még nem tudjuk egyértelműen kimutatni a repedezett zónákat, amelyekben szénhidrogének vagy réteg-vizek hozzáfolyását várhatnánk.

В результате проведения интенсивных работ по развитию техники и технологии в 1971 г. было произведено успешное измерение по современной программе в самой глубокой скважине ГДР с глубиной свыше 7000 м.

Als eine Folge von intensiven technischen und technologischen Entwicklungsarbeiten wurde in 1971 mit einem modernen Programm in der tiefsten Bohrung der DDR eine erfolgreiche Profilierung ausgeführt bis zu einer grössten Tiefe von 7000 m.

A németországi Szocialista Egységpárt VIII. kongresszusi határozatainak teljesítése során az NDK kormánya azt a feladatot tűzte a földtani ipar elé, hogy a mély medenceüledékek felépítését és *CH*-tárolási viszonyait derítse fel. A VEB Geophysik feladata volt, hogy biztosítsa a nagymélységű fúrási program keretében a karottázs-méréseket. A legnehezebb feladat a Parchim-1. fúrás vizsgálata volt; ezt a munkát sikeresen fejezték be 1971-ben 7030 m mélységben.

1. Földtani és műszaki feltételek

A fúrásban a mélységgel növekvő hőmérséklet és nyomás mind fokozottabb követelményeket támaszt a karottázsberendezésekkel szemben. Az *1. táblázatban* adjuk meg az NDK-ban 1958 óta a mélyfúrási geofizikában előforduló maximális mélységeket, nyomást és hőmérsékletet.

1. táblázat – таблица – Tabelle

Év	Mélység (m)	Nyomás (kg/cm ²)	Hőmérséklet (C°)
1958	3080	400	102
1962	3580	485	100
1963	4050	725	119
1965	4080	690	145
1966	4580	810	155
1969	5790	895	175
1970	6800	960	188
1971	7030	985	193

A nagymélységű fúrásokban általában nagy ásvány sótartalmú gipszes fúróiszapokat alkalmaznak (fajlagos ellenállás felszíni hőmérsékleten 0,1 és 0,5 ohmm között, lyukhőmérsékleten általában 0,1 ohmm alatt, a fajsúly pedig 1,3–1,7 g/cm³ körül van). Mind ez ideig nagy mélységekben nem alkalmaztunk olajbázisú iszapokat.

A fúrások minimális átmérője 150 mm volt, a kőzetek általában könnyen fúrhatók voltak, bár egyesekben az alsó részen jelentős eltérést tapasztalhatunk a vertikálístól.

A kutatás tárgyát a perm előtti képződmények képezték. A felső karbonban homokos argillites kőzetek dominálnak széntelepekkel és magmatittal, az alsókarbonban: argillit és karbonát különböző agyagtartalommal, a devonban: homokkő, argillit, karbonát és intruziós kőzetek, az ordoviciumban: homokkő-argillites kőzetek. A perm előtti összletben 4000 m mélység fölött a kőzetek erősen cementezettek és kevésbé porózusak, bár időnként nagy mélységben is találhatóak 10 – 15% porozitású porózus tárolók. A hozzáfolyás általában repedezett zónákból történik. A rétegvizek ásványsótartalmáról egyelőre nincsenek egyértelmű adataink.

A hőmérséklet 7 km mélységben 175 és 225 C° között változik. Az NDK legmélyebb fúrásának hőmérsékletére vonatkozó adatokat az 1. ábra tartalmazza.

2. Alkalmazott módszerkomplexum

Az ultramély fúrásokban előforduló perm előtti képződményekben a hagyományos fúrólukszelvényezésnél a következő mérésprogramot alkalmazzuk:

Édesvízű fúróiszapok mellett:

SP, ellenállás N 25, M 0,5 A és A 2,5 M 0,5 N szondákkal, természetes gamma, neutron-gamma, akusztikus karróttázs, lyukbősségmérés, lyukferdeségmérés.

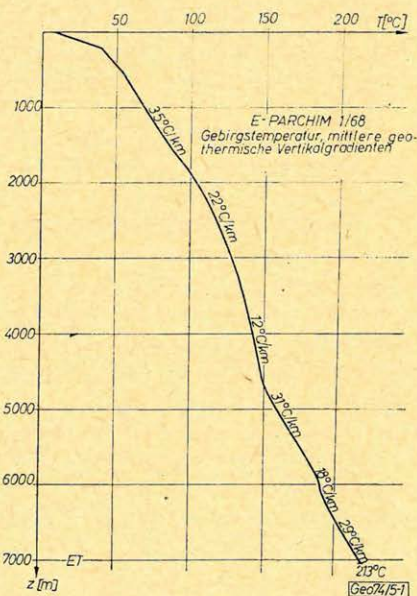
Nagyobb ásványsótartalmú fúróiszapokban az N 2,5 M 0,5 A szonda helyett N 0,5 M 2,5 A szondát alkalmazunk.

A speciális lukszelvényezésnél, amelyet csaknem az egész fúrásban elvégzünk, 1969 óta a következő módszerkomplexust alkalmazzuk: BKZ 4–5 gradiens-szondával laterolog: 3, akusztikus szelvényezés, gamma-gamma, neutron-gamma, lyukbősségmérés vagy mikro-lyukbősségmérés.

Ezt olykor gamma-gamma-módszerrel és PS-vel egészítjük ki (édesvízű fúróiszap esetében).

Az ultramély fúrásokban minden egyes beszerelésnél regisztráljuk a maximális lyukhőmérsékletet. A cementezés ellenőrzésére hőmérsékletmérést és akusztikus cementmérést végzünk. Szükség esetén műszaki méréseket is végzünk a fúrási és rétegvizsgáló munkák támogatása céljából. Kedvező felépítésű tárolókőzetekben kábeles rétegvizsgálatot hajtunk végre.

A második műszaki csőszakasz lebocsátása és végleges beléscsővezetés után általában elvégezzük a menetidő szeizmikus mérést és a vertikális szelvényezést. E műveletek után mérjük a lyukhőmérsékletet, minthogy erre az időre a fúrólukban körülbelül kialakulnak a stacionér hőmérsékleti viszonyok.



1. ábra – puc. – Abb.

3. Műszaki felszerelés és a mérések technológiája

Amikor az NDK legmélyebb fúrásában, a Parchim – 1/68-ban, amelyben az eddigi legnagyobb nyomást és hőmérsékletet tapasztaltuk, karottázs-méréseket hajtottunk végre, olyan karottázsberendezést alkalmaztunk, amely széles körű és gondos előkészítés után elég jó minőségű eredményeket biztosított. Az alkalmazott műszaki felszerelés általában szocialista országok konstrukciója:

- karottázsberendezés és mechanika: MNK,
- lyukműszerek: SZU/NDK.

Nem-szocialista szektorból importáltunk néhány elektronikus egységet, hőtűrő anyagokat, valamint a 7-eres páncélozott karottázs-kábelt.

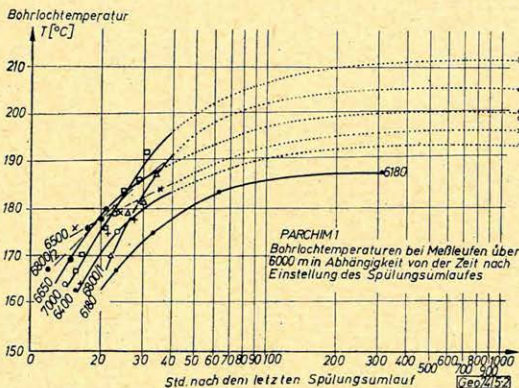
Az alkalmazott módszerkomplexust 175 °C-ig tudjuk megbízhatóan és eredményesen végrehajtani, míg az ennél nagyobb hőmérsékleteknél a szondákat minden esetben nyomás- és hőmérséklet-vizsgálatoknak és speciális előkészítésnek kell alávetni.

Az NDK legmélyebb fúrásának szelvényezésekor 1970–71-ben a 6000–7030 m szakaszban több esetben felmondta a szolgálatot a berendezés, holott minden beszerelést gondosan előkészítettünk és az alkalmazott lyukműszerek házát autoklávban 200 °C hőmérsékletre és 100 kg/cm² nyomásra kipróbáltuk. A leállások közül, amelyek a karottázs idejének mintegy 1/3-át tették ki, 40%-ot a kábel okozta, 24%-ot a szondafejek és kábelvégződésesek, kb. 35%-át pedig a mérőszondák. Az azóta végzett méréseknél az állásidőt sikerült csökkenteni.

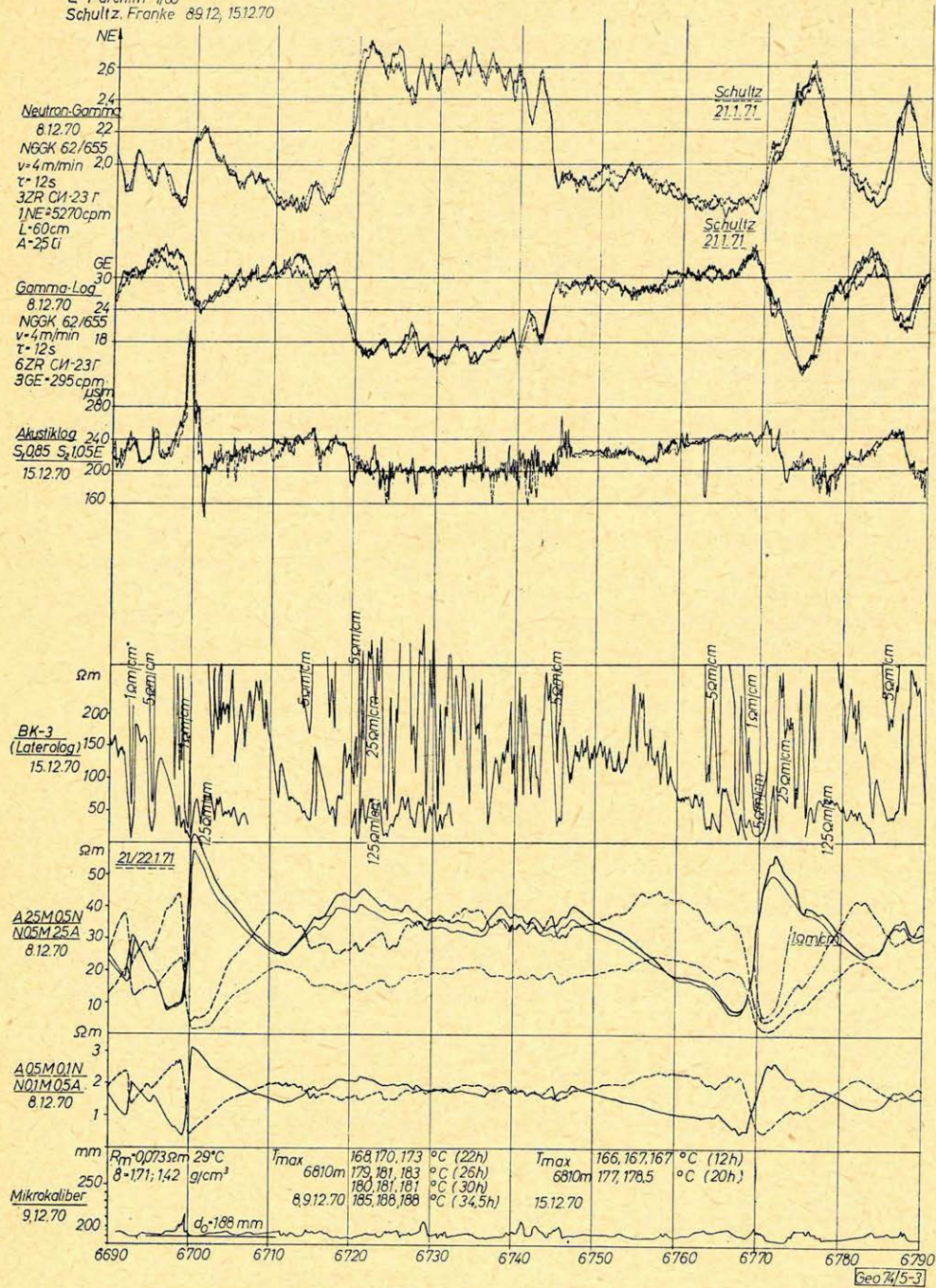
Az ultramély fúrásokban a szelvényezést speciálisan kidolgozott technológiával végezzük. 4500 m-en felüli mélységeknél minden mérésre részletes mérésprogramot kell kidolgozni, amelyet egyeztetünk a megfelelő kutató vállalattal és amely többek között magában foglalja a fúrás műszaki adatait, a mérésprogramot, a lyukszelvényezés technológiai előkészítését, pontos időbeosztást és mérésfolyamatot, a fúrólyuk előkészítési munkálatait, amelyet a fúróvállalatnak kell végrehajtania, továbbá a felelősséget. A technológiában pontosan ismertetünk minden mérési és ellenőrzési eljárást.

Annak következtében, hogy a nagyon nagy mélységekben az alkalmazott szondák terhelése meghaladja üzemképességük paramétereit, kialakítottuk a „termikus optimálás” módszerét, amelynek segítségével általában sikerült a fúró-

lyukméréseket 5500 m-nél nagyobb mélységekben végrehajtani. A pontos és állandóan kiegészített hőmérséklet-előjelzés alapján, továbbá a fúrással okozott hűtési hatás felhasználásával a lyukműszerek hőterhelését a lehető legalacsonyabb határon belül tartjuk. Optimálisnak bizonyult a méréseknek a folyamatos fúrási időszak befejezése után néhány hét folyamán történő végrehajtása. Így 213 °C közethőmérséklet mellett sikerült minden mérést 165–185 °C kö-



2. ábra – puc. – Abb.



3. ábra - puc. - Abb.

zötti lyukhőmérséklet mellett elvégezni (a hőmérsékletnövekedés görbéit a 2. ábra szemlélteti) és viszonylag rövid mérésidőt elérni (az egész mérésidő a 6000–7000 m intervallumban mintegy 210 óra volt a lyukszeizmika kivételével, amelyet befejezőül hajtottunk végre, amikor is a maximális lyukhőmérséklet elérte a 193 C°-ot.)

4. Kiértékelési metodika

A nagy mélységben nyert karottázsadatok kiértékelésére nagyjából ugyanazokat a módszereket és összefüggéseket alkalmazzuk, mint normál mélységek esetén. Példát a 3. ábrán mutatunk be. A mélyfúrási geofizikai és a földtani paraméterek közötti összefüggés pontosabb meghatározása (pl. a porozitási paraméter – porozitás, telítettségi paraméter – vízzel való telítettség) szükségessé teszi, hogy kísérleti vizsgálatokat végezzünk kőzetmintákon nagy hőmérséklet és nyomás mellett; ezt nem tudtuk végrehajtani, mivel az NDK-ban nem álltak rendelkezésre megfelelő berendezések.

A nagymélységű karottázsadatok kiértékelését megnehezíti, hogy itt legtöbbször alacsony porozitásértékű, bonyolult litológiai összetételű kőzetek fordulnak elő.

Olykor nehézségekbe ütközik a rétegsor egyértelmű litológiai taglalása, minthogy például a törmelékes üledékes és a közepesen savanyú eruptív kőzetek kőzetfizikai tulajdonságai alig különböznek egymástól. Az összes karottázsmódszerek komplex kiértékelése alapján azonban legtöbbször sikerült a különböző kőzettípusokat megkülönböztetnünk.

Az alkalmazott módszerkomplexus lehetővé teszi, hogy a litológiai taglalás mellett meghatározzuk a porozitást is (az akusztikus és elektromos szelvényezéssel) és 4%-nál nagyobb porozitásértékek mellett hozzávetőlegesen felbecsüljük a vízzel való telítettség mértékét.

Röntgensugár-fluoreszcenciás analízis alkalmazása érckutató fúrásokban

MORVAI LÁSZLÓ

Az előadás rövid áttekintést ad a radioizotópos röntgensugár-fluoreszcenciás analízis elméletéről, hazai laboratóriumi eredményességéről, valamint érckutató fúrásban való alkalmazásairól. Bemutatjuk továbbá kutató fúrásokban egyes elemek elkülönítésének lehetőségét, valamint a szelvényező eljárás további feladatait és felhasználási lehetőségét.

В докладе сводно рассматриваются вопросы теории рентгенфлюоресцентного анализа при использовании радиоактивных изотопов, результаты лабораторных исследований в Венгрии, а также виды применения метода в рудных скважинах. Обсуждаются возможность разделения отдельных элементов в разведочных скважинах, а также дальнейшие задачи и возможности применения скважинных измерений.

The paper presents a brief review of the theory of X-ray fluorescence analysis with the use of radioisotopes, of results obtained in Hungarian laboratories and of its applications in wells drilled to explore ore deposits. The possibility to separate individual elements in exploratory holes is shown, and further tasks and applications of this logging method are discussed.

Két évvel ezelőtt a XVI. Szimpóziumon a szelektív gamma-gamma eljárás érckutató fúrásban való alkalmazás hazai eredményeiről számoltunk be. Vázoltuk a kiskoncentrációjú érces szakaszok megbízható kimutatását és az összfémtartalom meghatározás lehetőségeit. Célkitűzésként említettük az összfémtartalom belüli egyes elemek elkülönítését.

Jelen előadásban az érckutató fúrások karottázs-módszertani kutatásainak újabb hazai eredményeiről, a röntgen-fluoreszcenciás analízis alkalmazásáról számolunk be és áttekintést nyújtunk modell- és terepi méréseinkről. Mint ismeretes, a fotoeffektus során a gamma sugarak a kőzeteket alkotó atomok elektronjaival kölcsönhatásba lépnek, optimális körülmények között teljes energiájukat átadják és az elektronok kilépnek az atomi kötélekből. Az elektronok csak bizonyos többletenergia befektetése útján képesek elhagyni az egyes elektronhéjakat. Kiszabadításukhoz közölni kell legalább a kötési energiának megfelelő energiát. Ez esetben a gamma-kvantum energiája

$$E_{\gamma} = E_{\text{köt}} + E_{\text{kin}},$$

ahol $E_{\text{köt}}$ — a kötési energia,

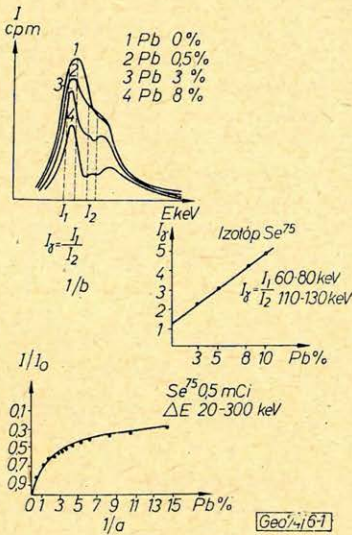
E_{kin} — a kilépő elektron kinetikus energiája.

A leírt folyamat során a gamma-kvantumok elnyelődnek, energiájuk átkerül a kölcsönható elektronra. A foto-effektus bekövetkezésekor az atom gerjesztettnek mutatkozik, ennélfogva bizonyos energiaátrendeződési jelenségek kísérik. Az atommaghoz legközelebb eső K -héjból eltávozott elektron megüresedett helyét (a többi) L , M stb. héjakból származó elektron általában betölti. Ez esetben a két elektronhéjhoz tartozó kötési energia különbsége karakterisztikus röntgensugárzás formájában szabadul fel. Esetleg az atomon belüli újraelrendeződéskor önionizáció vagy Auger effektus lép fel. Azt a számot, amely megmondja, hogy a K -héj üres helyének betöltésekor milyen valószínűséggel keletkezik karakterisztikus röntgensugárzás, fluoreszcencia hatásfoknak nevezzük. Ez pl. jóid esetén $0,8$, tehát a fotoeffektus teljes folyamatában 80% -

ban karakterisztikus röntgensugárzás – 20%-ban pedig Auger-elektronok jönnek létre.

Az 1/a. ábra szerint tiszta ólomérc-előfordulás esetén a mennyiségi kiértékelés nagyobb ólom-koncentrációra nem megoldott, mert a kiértékelési görbe ellaposodik a K befogásból származó karakterisztikus röntgensugárzás következtében, Se^{75} -ös izotóp alkalmazása esetén.

A karakterisztikus röntgensugárzás jelenségét vizsgáltuk modellméréseink során, amikor is a homokba különböző koncentrációjú ólmot kevertünk. Méréseinknél Se^{75} -ös izotópot alkalmaztunk.



1. ábra. 1/a. Relatív intenzitás-változás és az ólomkoncentráció összefüggése szelektív gamma-gamma szelvényezés esetén

1/b. Szórt és karakterisztikus röntgensugárzás spektruma különböző ólomkoncentrációnál

1/c. Ólomkoncentráció és a betűtésszám-hányados közötti összefüggés

Рис.1. 1/a. Зависимость изменений относительной интенсивности от концентрации свинца при селективном ГГК.

1/б. Спектр рассеянного и характерного рентгеновского излучения при различных концентрациях свинца.

1/в. Зависимость частного чисел импульсов от концентрации свинца

Fig. 1/a. Relationship between variations of relative intensity and lead concentration for selective gamma-gamma logs.

1/b. Spectra of scattered and characteristic x-ray radiation for various lead concentrations.

1/c. Relationship between lead concentration and count rate ratio

Tiszta homok esetén a spektrum képét az 1 görbe írja le, (1/b. ábra), ahol a vízszintes tengelyre az energiát (KeV -ben), a függőleges tengelyre pedig a betűtésszámot vittük fel. Az ábrán a 2. görbével 0,5%-os, a 3. görbével 3%-os és a 4. görbével a 8%-os ólomkoncentráció mellett felvett spektrum látható. A spektrum képéből jól látható, hogy az ólomkoncentráció növekedésével a spektrum erősen megváltozik, intenzitása határozottan csökken. Ha a spektrum képét energiaviszonyok alapján vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy az I_1 energia területre esik az ólom K befogásából keletkező karakterisztikus röntgensugárzás, ami az ólomkoncentráció növekedésével mind határozottabban emelkedik ki a spektrum képéből. Az I_2 energiatartomány a spektrum azon szakasza, ahol a fotoeffektus hatása a leghatározottabban érvényesül, azaz az ólom karakterisztikus sugárzásánál 20–30 KeV -el nagyobb energia tartományban. Látható továbbá, hogy 140 KeV -től a spektrum képe azonos. Ólom-ércre az alábbi energia-értékeket kapjuk:

$$Z = 82; \text{ a } K \text{ héj kötési energiája: } 88\,001 \text{ eV}$$

$$\text{ az } L \text{ héj kötési energiája: } L_1\,15\,807 \text{ eV, } L_2\,15\,207 \text{ eV,}$$

$$L_3\,15\,044 \text{ eV.}$$

A legnagyobb valószínűséggel az L_3 alhéjból lép be az elektron, így az ólomra jellemző karakterisztikus röntgensugárzás

$$K_{r\ddot{u}}t.s. = K - L = 88\,001 - 15\,044 = 72\,957 \text{ eV.}$$

A jellemző értékeket táblázatokból vehetjük, de a kötési energia értékét a K héjra közelítőleg a $17,5Z^2$ összefüggésből is meghatározhatjuk.

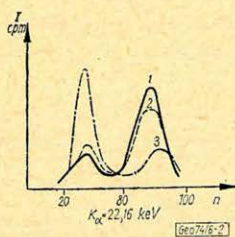
A spektrum képéből látható, hogy szelvényezés során az I_1 és I_2 energia-tartományba eső impulzus számok hányadosa adja az ólomkoncentráció közötti független összefüggést.

Ezt szemlélteti a I/c . ábra, ahol

$$I_V = \frac{I_1}{I_2} \frac{(60 - 80 \text{ keV})}{(110 - 130 \text{ keV})}$$

Homokba kevert ólom-érc esetén a karakterisztikus röntgensugárzás spektruma a homok spektrumába olvad; szemléletesség kedvéért bemutatjuk a homokszázalékba kevert ezüst spektrumát. (2. ábra.) Az 1 görbe: homok, a 2–3 görbe homok + ezüst az ezüst százaléknak növekedésével. Jól látható az ezüstre jellemző röntgensugárzás kialakulása 22,16 KeV energia értéknél.

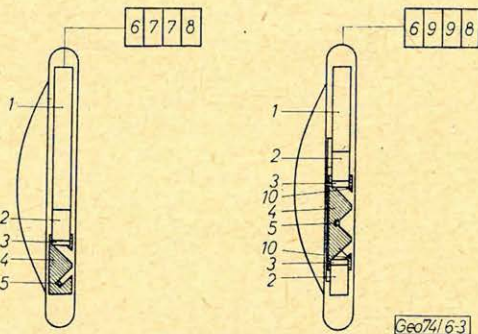
A mérések elvégzéséhez energia szelektív szcintillációs berendezésre és legalább kétsatornás analizátorra van szükségünk. Mind a modell; mind a bemutatásra kerülő terepi-méréseinket az Intézetben készült berendezésekkel végeztük.



2. ábra. Szórt és karakterisztikus röntgensugárzás spektruma különböző ezüst tartalom mellett 1. homok, 2., 3. homok + Cu-változás esetén

Рис. 2. Спектр рассеянного и характерного рентгеновского излучения при различных содержаниях серебра 1. песок, 2., 3. при изменении песка + Cu

Fig. 2. Spectra of scattered and characteristic x -ray radiation for various silver contents. 1. sand, 2., 3. for variations of sand and Cu



3. ábra. Mérőműszerek elvi rajzjai

Lyukműszer: 1 szonda elektronika – 2 elektronsokszorozó – 3 detektor – 4 árnyékoló, kollimátor – 5 – sugárforrás – 10 mechanikus szűrő. Felszíni egység: 6 tápegység – 7 analizátorok – 8 processzor – 9 rétméterek

Рис. 3. Принципиальные схемы измерительной аппаратуры

Скважинный прибор: 1 электроника зонда, 2 электронумножитель, 3 датчик, 4 экран, коллиматор, 5 источник излучения 10 механический фильтр. Наземная панель: 6 источник питания, 7 анализаторы, 8 процессор, 9 счетчики импульсов

Fig. 3. Schematics of measuring apparatus

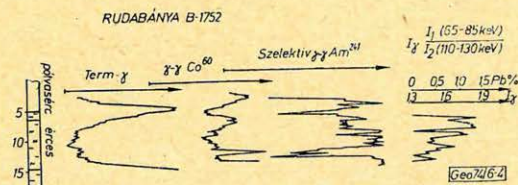
Downhole tool: 1. electronic scheme – 2. electron multiplier – 3. detector – 4. shield, collimator – 5. radiation source – 10. mechanical filter. Surface unit: 6. supply unit – 7. analyzers – 8. processor – 9. ratemeters

A szelvényezés során a karakterisztikus röntgensugárzás és az elemkoncentráció meghatározásainak másik lehetősége a szűrőpárok alkalmazása. Ez esetben a berendezés egyszerűbb, de ugyanakkor pontossága elmarad az energia-

mérés útján nyert értékektől. Ennek lényege az, hogy az energia-vágást mechanikus szűrőkkel végezzük, úgy, hogy az egyik detektor elé helyezett szűrő átengedi a vizsgálni kívánt elem röntgensugárzását, más gerjesztett és szórt sugárzást, míg a másik detektor elé helyezett szűrő csak más gerjesztett karakterisztikus – és szórt – sugárzást enged át, vagyis a szűrők röntgensugárbzorsorpciósi élei közrefogják a vizsgálandó elemre jellemző K röntgensugárzás energiáját. Ennélfogva a szűrőkkel mért beütésszámok különbsége arányos a vizsgálni kívánt elem karakterisztikus röntgen sugárzásainak intenzitásával és jellemző az elem koncentrációjára (3. ábra).

Terepi mérések a röntgenfluoreszcenciás analízis alkalmazásával

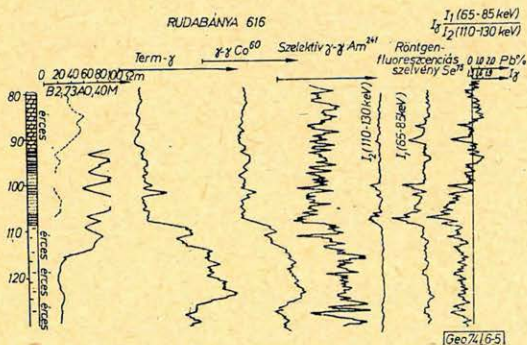
A bemutatott energia-szelektív szondával Rudabányán a külszíni fejtésben mélyült kutató fúrásban ($B-1752$) végeztük kísérleti mérésünket. Az ismert pátvasérc alatti $8-10$ m közötti agyag, agyag-márgába ágyazott gumós kifejlődésű érces szakaszban való ólom elkülönítése képezte a karottázás célját. A fúrás száraz volta miatt csak radioaktív szelvényezést végeztünk. A szelektív gamma-gamma szelvény alapján az 5 m-ig tartó pátvasércet és ezt követően több érces szakaszt jelölhetünk ki. A röntgenradiometrikus szelvényünket a korábban elmondottak alapján két energiatartományban vettük fel, a processzorral végeztük a hányados-képzést és ezt regisztráltuk szelvényünkön. A kapott szelvény alapján megállapítható, hogy az érces szakaszban ólomérc fordul elő és a hitelesítő görbe alapján $0,5-1,5\%$ közötti ólomtartalom adható meg (4. ábra). Az 5. ábrán ugyancsak Rudabányán a 616 sz. fúrásban végeztünk komplex karottázás szelvényezést, melyek közül csak a jellegzetes görbéket tüntettük fel, a fúrás $80-120$ m-ig terjedő szakaszán.



4. ábra. Rudabánya $B-1752$ sz. érckutató fúrásban felvett karottázás-szelvény és az ólom %-os változásának meghatározása

Рис. 4. Каротажная диаграмма, записанная в скважине Рудабанья № $B-1752$ и определение процентного изменения содержания свинца

Fig. 4. Log recorded in the borehole Rudabánya $B-1752$ for mineral exploration and determining percentage variations of lead concentration



5. ábra. Rudabánya 616 sz. érckutató fúrásban felvett karottázás-szelvény és az ólomtartalom változásának kimutatása a röntgenfluoreszcenciás mérés alapján

Рис. 5. Каротажная диаграмма, записанная в скважине Рудабунья № 616 и выявление изменений в содержании свинца на основе рентгенофлуоресцентного измерения

Fig. 5. Log recorded in the borehole Rudabánya 616 and revealing variations in lead content on the basis of x-ray fluorescence measurement

A szelektív gamma-gamma szelvény 80 m -tól 115 m -ig ércesedésre utal, majd a 115 m -tól tartó agyagban vékonyabb érces szakaszok jelölhetőek ki. A röntgenradiometrikus szelvényezés során az energia-szelektív berendezés mindkét csatorna analizátorainak beütésszámait regisztráltuk, ugyancsak a processzorral képzett hányados görbét is. A szelvény alapján megállapítható, hogy a szelektív gamma-gamma szelvény alapján jelzett érces szakaszból mindössze $80 - 95\text{ m}$ közötti ércesedésben fordul elő ólomérc $1 - 2\%$ -ban.

A röntgenfluoreszcenciás analízis alkalmazásával kibővültek a karottázsmérésekből nyerhető információk, megnyílt a lehetősége az elemek elkülönítésének. Jól alkalmazható az ólom, higany, ón, wolfram, kadmium kimutatása során. Jelenlegi berendezésünk lehetővé teszi, hogy mindazon elemeket elkülönítsük, melyeknek karakterisztikus-röntgensugárzás-értéke 20 KeV -nél, azaz a rendszáma 45 -nél nagyobb. A szűrőpáros berendezéssel a közeljövőben kezdjük meg modell-, ill. a terepi-méréseinket, mely 10 KeV értéktől alkalmazható.

Kísérleti méréseink további szakaszában vizsgálni fogjuk a fúróluk-átmérő, szemcse-eloszlás és kőzetmátrix hatását a röntgenfluoreszcenciás szelvényezésre.

A műszerfejlesztés során pedig törekedni kell a félvezetős detektorok alkalmazására és meg kell valósítani a detektor és az izotóp kihelyezését a szondából és biztosítani kell a fúróluk falán való biztos haladást, ezáltal a kavernák hatását tudjuk lényegesen csökkenteni, valamint lehetővé válik a kisebb energiák detektálása, a kisebb rendszámú elemek elkülönülése.

Magyarországi bauxitok fizikai paramétereinek meghatározása bányabeli karottázsmérésekkel és az eredményekből levonható következtetések

EGERSZEGI PÁL - SZABÓ JÁNOS

Bauxitbányákban lemélyített kismélységű lyukakban természetes gamma, gamma-gamma és fajlagos ellenállás méréseket végeztünk.

A mért fizikai paraméterek eloszlása alapján a bauxitokat típusokra osztottuk fel, illetve típusokon belül a bauxit minősége és a fizikai paraméterek változása közötti összefüggéseket vizsgáltuk.

A fúrólukokban mért természetes aktivitás-értékek igen széles határok között változnak (15,9 - 91,5), de sokkal kisebb szórások adódnak, ha a timföldgyártásnál számításba jöhető bauxitot vizsgáljuk, bányamezőnként külön-külön. (A feltüntetett határok közé a mért értékek több mint 70%-a esik, az értékek urjóban vannak feltüntetve.)

($Al_2O_3 - SiO_2$) %	> 45	40 - 45	35 - 40
Halimba	51 - 63	32 - 38	28 - 40
Kincsesbánya	51 - 63	46 - 52	-
Nyírad	30 - 40	35 - 38	-

A gamma-gamma mérésekből számított sűrűség-értékek (leszámítva az első 12 fúrólukokban végzett bizonytalan méréseket) 2,04 és 2,60 g/cm³ határok közé esnek. A timföldgyártás szempontjából számításba jöhető bauxitokat vizsgálva a következő átlagokat kapjuk a bauxitok sűrűségére:

Halimba	2,24 g/cm ³
Kincsesbánya	2,18 g/cm ³
Nyírad	2,12 g/cm ³

Az eltérések kapcsolatba hozhatók a bauxitok ásványos összetételével.

A fajlagos ellenállás-méréseknél különböző szondatípusokat próbáltak ki száraz lyukakban megfelelő kontaktus biztosítására.

В неглубоких скважинах, пробуренных в горных выработках, были проведены измерения ГГК, ГГК и удельного сопротивления.

На основе распределения измеренных физических параметров бокситов были разделены на типы, и в пределах каждого типа были изучены взаимные связи между качеством боксита и изменение физических параметров. Измеренные в скважинах значения естественной активности меняются в очень широких пределах (от 15,9 до 91,5), но значительно меньшие разросы наблюдаются, если годные для производства глинозема бокситы изучаются отдельно для каждого горного участка. (Больше, чем 70% значений падает между указанными пределами, значения заданы в мкренгген/час).

($Al_2O_3 - SiO_2$) %	> 45	40 - 45	35 - 40
Халимба	51 - 63	32 - 38	28 - 40
Кинчешбанья	51 - 63	46 - 52	-
Нырад	30 - 40	35 - 38	-

Вычисленные по измерениям ГГК значения плотности (за исключением ненадежных результатов, полученных в первых 12 скважинах) падают между пределами 2,04 и 2,60 г/см³. При изучении бокситов, годных для производства глинозема, получают следующие средние значения для плотности бокситов:

Халимба	2,24 г/см ³
Кинчешбанья	2,18 г/см ³
Нырад	2,12 г/см ³

Расхождения могут быть связаны с минеральным составом бокситов.

При измерении удельного сопротивления были испытаны различные типы скважинных приборов в сухих скважинах для обеспечения надежного контакта.

Natural gamma, gamma-gamma and specific resistivity were measured in shallow holes drilled in bauxite mines.

According to the distribution of the measured physical parameters the bauxites were divided into main types, and relationships between the quality of bauxite and the variations of physical parameters were investigated within each type.

The natural activity values as measured in boreholes vary within very wide ranges (from 15,9 to 91,5), but scattering of values is much reduced when only commercial deposits are considered separately for each mine sector. (More than 70 per cent of the measured values fall within the indicated range, the values are given in $\mu\text{r/h}$).

$(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2) \%$	> 45	40 - 45	35 - 40
Halimba	51 - 63	32 - 38	28 - 40
Kincsesbánya	51 - 63	46 - 52	-
Nyírád	30 - 40	35 - 38	-

Density values calculated from gamma-gamma measurements (unreliable values from the first 12 wells not being considered) fall within the limits of 2,94 and 2,60 g/cm^3 .

When bauxites suitable for producing alum earth are considered the following averages are obtained for density of bauxites:

Halimba	2,24 g/cm^3
Kincsesbánya	2,18 g/cm^3
Nyírád	2,12 g/cm^3

The deviation can be related to the mineral composition of bauxites.

In specific resistivity measurements various types of downhole devices were tested in dry holes to provide for corresponding contact.

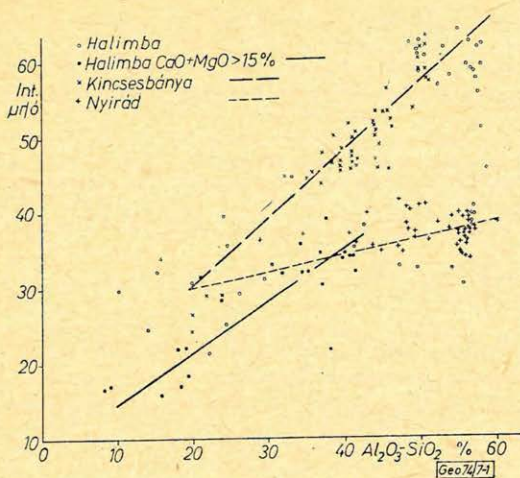
A Mecseki Ércbánya Vállalat a Bauxitkutató Vállalat megbízásából három bauxit-előfordulás (Nyírád, Halimba, Kincsesbánya) két-két mélyművelésű bányaüzemében (Dültnyires, Darvastó, Halimba II., Halimba III., Kincsesbánya és Rákhegy), vágatfalba mélyített kis átmérőjű fúrólukban természetes gamma, gamma-gamma és fajlagos ellenállás méréseket végzett abból a célból, hogy megvizsgálja a bauxit fizikai paramétereinek változását a bauxit típusától, kémiai és ásványi összetételétől függően.

A legmegbízhatóbb mérési eredményeket a természetes gamma módszer szolgáltatta. A $\mu\text{r}/\text{ó}$ -ban hitelesített mért intenzitás-értékek nagy intervallumban változtak 15,9-től 91,5-ig. Ha eltekintünk a mérések 18%-ától, amelyeknél vagy az Al_2O_3 tartalom nem éri el a 40%-ot, vagy az $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ hányados kisebb mint 2,6 vagy a $\text{CaO} + \text{MgO}$ tartalom 2% fölé emelkedik, vagy helyi sugárzóanyag-dúsulás tapasztalható, akkor a mért értékek 24,2 és 68,0 közé esnek, míg az ásványos összetételre jellemző $(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2) \%$ 28,9 és 60,1 között változik.

Ezen az intervallumon belül a mintegy 250 mérési eredményt vizsgálva igen nagy szórás adódik, elsősorban a jó minőségű bauxitok esetében (1. ábra).

A három bauxitelőfordulást külön-külön vizsgálva, jó minőségű bauxitok esetében, ahol az $(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2) \%$ 45-nél nagyobb, megszerkesztettük a gyakorisági görbéket (2. ábra). Az abszcissza-tengelyre a $\mu\text{r}/\text{ó}$ -ban meghatározott természetes gamma intenzitás-értékeket hordtuk fel 3 $\mu\text{r}/\text{ó}$ -s intervallumokban, míg az ordináta-tengelyre az intervallumba eső értékek gyakoriságát %-ban kifejezve. Az ábrából látható, hogy két jól megkülönböztethető típusra bonthatjuk a bauxitokat: 51 és 63 $\mu\text{r}/\text{ó}$ között kincsesbányai, míg 30 és 41 $\mu\text{r}/\text{ó}$ között nyírádi típusra. Halimbán a két típus keverten jelentkezik.

Ha a halimbai területen a jó minőségű bauxit gyakorisági görbáját összehasonlítjuk a készletek szempontjából számba nem vehető agyagos bauxitok gyakorisági görbéjével, amikor $(\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2) < 28,9\%$ (3. ábra), azt tapasztal-



1. ábra - puc. - Fig.

taljuk, hogy a két különböző típusú bauxit természetes-gamma-intenzitása azonos intervallumba esik.

Az itt felsorolt szempontokat figyelembe véve az 1. ábra ponthalmazából két korrelációs egyenes származtatható le nagyon eltérő meredekséggel. A kincsesbányai típus iránytangense $0,9$ körüli, míg a nyírádi típusé $0,25$.

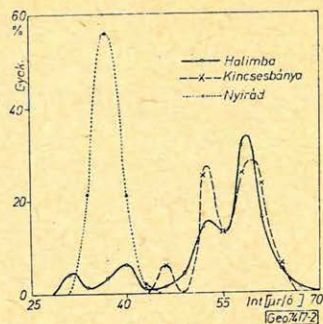
Ebből mindjárt következik az a megállapítás, hogy a kincsesbányai bauxit természetes-gamma-intenzitásából nagyobb biztonsággal következtethetünk a bauxit minőségére, mint a nyírádi bauxitnál. A halimbai bauxitnál a megbízhatóság attól függ, hogy a kérdéses területen milyen típusú bauxit települ.

Az 1. ábrából leolvashatjuk azt is, hogy egyetlen $(Al_2O_3 - SiO_2)$ %-hoz $8 \mu r/\acute{o}$ intervallumnyi természetes gamma intenzitás tartozik, azaz a korrelációs egyenesből a meghatározás biztonságára $\pm 4 \mu r/\acute{o}$ érték jellemző.

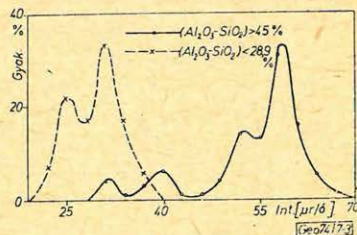
Ha a nyírádi és kincsesbányai típusnál a készlet szempontjából számításba jöhető határra $[(Al_2O_3 - SiO_2) = 28,9\%]$ és a jó minőségű bauxit határára $[(Al_2O_3 - SiO_2) = 45\%]$ kiszámítjuk ezeket az intervallumokat, akkor az 1. táblázat adatait kapjuk. A táblázatból látható, hogy míg a nyírádi típusnál a természetes-gamma-intenzitás alapján gyakorlatilag nem lehet minősíteni a bauxitot, addig a kincsesbányai típusnál a gyakorlatban felhasználható ez a módszer. A meghatározás megbízhatósága megnő, ha egy fúrólukon belül, vagy kisebb területen vizsgáljuk a bauxit minőségének változását.

1. táblázat - таблица - Tabelle

$Al_2O_3 - SiO_2$ %	Term. gamma int. [$\mu r/\acute{o}$]	
	Nyírád	Kincsesbánya
28,9	28 - 36	34 - 42
45	32 - 40	48 - 56



2. ábra - puc. - Fig.



3. ábra - puc. - Fig.

Fontos kérdés a bauxitoknál a karbonáttartalom meghatározásának lehetősége. Ebből a szempontból olyan mérési eredményeket vizsgálunk, ahol a

($CaO + MgO$) % nagyobb 15-nél. Az 1. ábrán tömör ponttal jelöltük ezeket az értékeket.

A korrelációs egyenes iránytangense itt csaknem megegyezik a kincsesbányai típuséval, csak az alacsonyabb természetes-gamma-értékek felé tolódott el. Ezeknél a mérési pontoknál az ($Al_2O_3 - SiO_2$) % nem jellemző a bauxit minőségére, csak a bauxitásványok mennyiségére, ugyanis a SiO_2 tartalom alacsony Al_2O_3 % mellett is kevés. A karbonáttartalmat nem lehet egyedül a természetes-gamma alapján meghatározni, annak ellenére, hogy a karbonáttartalom erősen csökkenti a radioaktív sugárzás intenzitását.

A gamma-gamma mérésekből számított sűrűség-értékek vizsgálatánál nem vettük figyelembe az első 12 fúrólukban végzett bizonytalan méréseket, valamint a fúróluk szájánál és talpánál végzett mérést. A gamma-gamma mérésekből számított sűrűség értékek 2,04 és 2,58 közé esnek. Az egyes előfordulások ipari bauxitkészletére számított átlagértékek a 2. táblázaton láthatók. Az átlagok eltérései a bauxitok ásványos összetételével hozhatók kapcsolatba. Az összefüggések vizsgálatához azonban megfelelőbb lenne a két detektoros szonda és a bauxit sűrűség-intervallumát átfedő sűrűség-etalon sorozat.

2. táblázat – таблица – Tabelle

Előfordulás	Sűrűség g/cm ³
Nyírad	2,12
Kincsesbánya	2,18
Halimba	2,24

A bányában mélyített fúrólukak elektromos ellenállás-méréséhez a felszíni lyukaknál alkalmazott műszereket használjuk általában. Különbség a felfelé irányított fúrólukaknál van: itt rudazatot kell használni ahhoz, hogy a szondát a mérendő helyre juttassuk.

A rudazat esetünkben alumínium csövekből készült.

A szonda maga szigetelőből van. A MÉV üzemeiben végzett kísérletek alapján elegendően hosszú ahhoz, hogy a rudazat fémes mivolta a mérés eredményeit ne befolyásolja. Az általunk a mérések túlnyomó részében alkalmazott IKSz-1 típusú berendezés 24 Hz váltóáramot használ a fajlagos ellenállás meghatározására, és 50 Hz tartományban nagymértékű csillapítással rendelkezik. Ez olyan szempontból fontos, hogy a bányában használt elektromos gépek, berendezések okozta kóboráramok méréseinket nem zavarhatják. Tapasztalataink szerint a bauxitbányákban ilyen irányú zavar sokkal kisebb, mint egyéb bányákban, tehát az elektromos mérések alkalmazására kedvező lehetőség van. Saját tapasztalatainkból kiindulva az effektív szonda-hosszat minimálisra igyekeztünk megválasztani. Ez lehetőséget ad egészen vékony rétegek, vagy betelepülések nagy amplitúdóval történő kimutatására, valamint a fúrólukak egymás közötti korrelációjára.

Méréseink köze a MÉV-nél jól bevált szivacsos elektródákkal felszerelt 10, ill. 5 cm-es potenciálszondával történt. E típusú szondák azonban a bauxitban nem váltak be.

Száraz fúróluknál a fúrólukakat nedvesítenünk kellett a kontaktus miatt. A fúrólukfal állapota ennek következtében változott és a mérések reprodukálhatósága kérdésessé vált. Így az optimális furatfal-nedvességet a mérés kezdetéig tartó hosszú idő miatt a fúrólukak nagy részében nem tudtuk tartani. Ezért a további méréseinkben szivacs-elektroda helyett acéltüskés elekt-

ródákat használtunk. Ekkor zavaróan hatott az elektródok közé ülepedő agyagos-hematitos zagy, melynek mennyisége a mérés folyamán változó.

A fajlagos ellenállás-mérések a bizonytalan kontaktus, illetve nedvességtartalom miatt nem adtak jól korrelálható értékeket. Egyes esetben azonban nagyon biztató volt a felvett görbe és a karbonáttartalom változásának együttfutása.

A jövőben további kísérleti méréseket kell végezni megfelelő fajlagos-ellenállás-mérő módszer kialakítására, mivel elsősorban a karbonáttartalom meghatározására a természetes-gamma módszerrel kiegészítve alkalmasnak látszik.

Ezekkel a mérésekkel párhuzamosan neutron aktivációs kísérleti méréseket is kell végezni az alumínium mellett a szilícium tartalom meghatározására.

A természetes gamma-szelvényezés szabványosítása

A. L E N D A

Az előadás a természetes gamma szelvényezésnél alkalmazott szondák helyes hitelesítési eljárásának problémájával foglalkozik. Rámutat annak szükségességére, hogy egy új egységet kell létrehozni a fúrólukokban végzett természetes gamma mérések eredményeinek kifejezésére abból a célból, hogy egyértelmű összefüggést biztosítsanak a mért gamma-sugár intenzitás és a közelben levő radioaktív anyagok koncentrációja között. Előállították az U, Th és K radioaktív elemek által végtelen, homogén közegekben gerjesztett szórt gamma-sugárzás fizikai spektrumait, melyek a szonda átvitelének számítására szolgálnak különböző mérési geometriák és detektortípusok alkalmazása esetén. Alaposan tanulmányozták a regisztrált intenzitások függését a kőzet vegyi összetételéről. A kapott kvantitatív következtetések elképzelést adnak az egyértelmű gamma-szelvény egységről, melynek bevezetési eljárására javaslatot tesz a szerző.

Доклад занимается проблемой правильных способов градуирования зондов, применяемых при ГК. Обращается внимание на необходимость создать новую единицу для выражения результатов скважных измерений естественного гамма-излучения с целью обеспечения однозначной зависимости измеренной интенсивности гамма-излучения от содержания радиоактивных материалов в породе. Были созданы физические спектры рассеянного гамма-излучения, возбужденного радиоактивными элементами U, Th и K в бесконечных однородных средах, которые служат для вычисления переносной характеристики зонда при применении различных геометрий измерений и типов детектора. Зависимость зарегистрированных интенсивностей от химического состава породы подверглась детальному исследованию. Полученные количественные выводы дают представление об однозначной единице кривой ГК, по внедрению которой автор вносит предложение.

The paper deals with the problem of a proper calibration procedure for the probes used in natural gamma logging. The necessity of a new unit for expressing the results of natural gamma measurements in boreholes is pointed out, for the sake of assuring a univocal relationship between measured gamma-ray intensity and the concentration of radioactive materials in the rock. The physical spectra of scattered gamma radiation generated by the radioactive elements: U, Th and K in infinite, homogenous media were obtained, serving for calculations of probe responses when various measurement geometries and types of detector are assumed. The dependance of the registered intensities on the chemical composition of the rock has been thoroughly investigated. The obtained quantitative conclusions allow to form an idea about the univocal gamma-log unit and a procedure for introducing it has been proposed.

A mérési eredmények megfelelő léptékéül szolgáló egységes és egyértelmű egység hiánya a geofizikai kutatás egyik legközönségesebb rutin módszerének, a természetes gamma szelvényezésnek egyik legnagyobb hátránya volt és ma is az. A meglévő egységek és hitelesítési eljárások használatának általában az az akadálya, hogy a mért paraméterek (azaz a kőzetben levő radioaktív koncentráció) és a közbenső mérési adatok (azaz a minták hatása) között hiányzik az egyértelműség. A terepi mérések és a hitelesítés ideális kombinációjának olyan helyzethez kellene vezetnie, hogy ugyanazon próba különböző geológiai formációk között alkalmazva, azonos radioaktív anyag-koncentráció tartalom mellett azonos eredményeket szolgáltatasson. Hasonlóképpen, különböző szelvényezési berendezésekkel a fúróluk egyúgyanazon szakaszára közvetlenül összehasonlítható és ekvivalens eredményeket kellene kapnunk.

A természetes gamma szelvényezésben fennálló egyértelműség-hiány oka a méréseket kísérő számos kísérő jelenségben keresendő, amelyek a radioaktív elemek koncentrációja és a mintáról történő leolvasások közötti összefüggést komoly mértékben zavarják. Olyan hatásokat, mint a vizsgált közeg kémiai összetevőinek változása, a regisztrált sugárzás különböző szűrése, az alkalmazott detektor spektrális hatékonysága, nagyon nehéz – ha egyáltalán lehetséges – kvantitatíve kezelni.

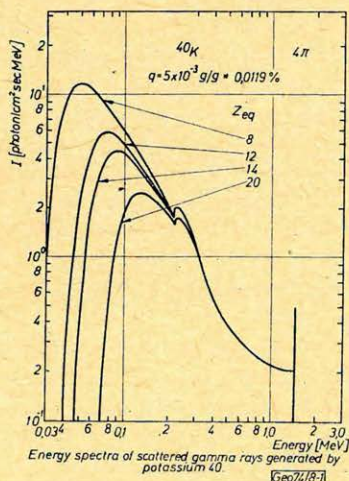
Jelen előadás rövid összefoglalást kíván adni a szerző ama vizsgálatairól, melynek célja a gamma-karottázásra gyakorolt másodlagos hatások gondos, kvantitatív elemzése. Az analízisnek az volt a célja, hogy megállapítsa, hogy a regisztrált sugárzás-intenzitás-változásokat milyen mértékben okozta a (geofizikai kutatás szempontjából) legfontosabb paraméter, vagyis a kőzetek fajlagos radioaktivitása, és mekkora a másodlagos hatások aránya. A kapott számszerű anyagból levonható kvantitatív következtetéseket arra használtuk, hogy megfogalmazzunk egy elképzelést a természetes gamma-karottázás léptékéül szolgáló egységes és egyértelmű egységről.

I. Szórt gamma sugarak fizikai spektruma homogén végtelen közegben

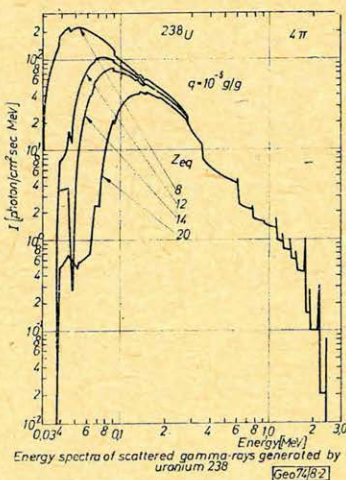
Az első lépés az volt, hogy megtaláljuk a szórt fotonok spektrumait egy olyan homogén végtelen közegben, amelyben a radioaktív források konstans eloszlásúak. A Boltzmann-féle transzport-egyenlet numerikus megoldására alkalmazott módszerek részletes leírását már egy korábbi tanulmányban megadtuk [Czubek és Lenda 69]. Meg kell azonban jegyezni, hogy az idézett tanulmányban megadott számításokat modern (CDC 6600) számítógépen újra elvégeztük, miáltal biztosítottuk az anyag nagy pontosságát és teljességét.

A számításokra az 1. ábrán mutatunk példát, amelynél a szórt gamma spektrumot (^{40}K) kálium izotóp gerjesztette. A spektrumok nagyon jól illusztrálják a természetes gamma-karottázás-mérések kvantitatív összefüggéseinek fő vonásait, nevezetesen a spektrum kisenergiájú részének függését a kőzetek kémiai összetételétől, mely utóbbit az ekvivalens atomszám képviseli. Mivel a detektor válasza bizonyos módon összefügg az intenzitásárgörbe alatti területtel, világos, hogy litológiai formációváltások a minták kiolvasásánál komoly nehézségekhez vezetnek még akkor is, ha a radioaktív elemek koncentrációját konstans értéken tartjuk.

Miután kiválasztottunk a szórt fonspektrumok számítására néhány eljárást monoenergetikus források esetére, a következő lépés az volt, hogy megkapjuk az Urán 238 és Thorium 232 radioaktív családok által kibocsátott gamma-sugárzás fizikai energiaspektrumait. Mindkét család különböző energiájú (tized



1. ábra - puc. - Fig.



2. ábra - puc. - Fig.

KeV-től 2615 keV-ig terjedő tartományú) és különböző mennyiségű radioaktív sugarat bocsát ki. Meg kell említeni, hogy a két paraméter (energia és mennyiség) adatai nem teljesen egyértelműek. A számításokhoz Novikov és Kapkov Dzheleпов által összeállított adatait használtuk, de ezeket az „izotóptáblázat” adataival összeegyeztettük. A számításokat az ekvivalens atomszámok széles tartományára ($Z_{eq} = 7,4 + 26$) végeztük el. A radioaktív elemek koncentrációját urán és tórium esetében 10^{-5} g/g-nek, kálium esetében $0,5 \cdot 10^{-2}$ g/g-nek vettük. A nehéz elemek (különösen urán) esetére meg kell említeni, hogy ezen nyomkoncentrációnál a kőzetek ekvivalens atomszámának értékét ezen elemek jelenléte semmilyen mértékben sem befolyásolja. Uránérccek esetére azonban (2% uránig) számítássorozatot végeztünk. Ez a különleges eset csupán uránérccek kutatásánál bír érdekességgel és jelen tanulmányban nem foglalkozunk vele.

Az uráncsalád szórt gamma-spektrumát a 2. ábrán láthatjuk. Ismét kihangsúlyozódik a kőzetek kémiai összetételétől való függőség az alacsony energiájú részen, a kálium esethez hasonlóan (v.ö. 1 ábra). A thorium család energiaspektruma nagymértékben hasonlít az urán családeéhoz.

II. A fizikai spektrum átalakítása integrál-készüléksspektrummá (mintareakciók)

A szórt gamma-sugarak fizikai spektrumának nem lesz közvetlen gyakorlati értéke, mielőtt azt át nem alakítjuk integrál-készüléksspektrummá, azaz fotonfluxus értékekké, amelyeket adott típusú detektorral meghatározott mérési viszonyok között mértünk. Ha egy ilyen transzformációt kvantitatíve kell elvégezni, akkor legalább közelítőleg meg kell határozni néhány, a detektálás folyamatában felépő függvénykapcsolatot. E munkában két fajta detektornak szenteltünk figyelmet: GM számláló és szcintillációs számláló. A GM számlálóról feltételeztük, hogy hatékonysága lineáris függvénye a regisztrált kvantumok energiájának. Ez a feltétel a gyakorlatban használt legtöbb GM-számlálónál jól teljesül, ahogy az Bovin adataiból megítélhető, különösen akkor, ha azt vékony vasszűrővel árnyékoljuk. A szcintillációs számlálók esetében a kristály hatékonyságát a Czubek által javasolt képlettel számítottuk. Azt is feltételeztük, hogy a kristály válaszában Dirac-delta függvény alakúnak kell lennie, azaz a véletlen fotont energiavesztés nélkül kell regisztrálni. Ez a feltétel kétségtelenül egyszerűsítést jelent, de ahogy Artsybashev és Ivanjukovics megállapították, a közelítés következményeként fellépő modifikációk gyakorlatilag elhanyagolhatók a „lággy” spektrum esetében.

Más készülékhatások tekintetében számítani kell a foton-abszorpció jelenlétére a minta-árnyékolás vagy a béléscső miatt. A számításokat a Czubek által kifejlesztett energetikai transzmisszió koefficiens elmélet alkalmazásával végeztük el. Különböző vas- és ólomszűrő esetét vizsgáltuk meg, továbbá a próba körüli hengeres vízréteg esetét is. Az ólomszűrő esete különösen érdekes, mivel egy ilyen árnyékolás a 200–250 keV-nál kisebb kisenergiájú fotonok gyakorlatilag teljes kizárását teszi lehetővé. Az ólom jellemző Röntgen-sugarainak jelenléte az egyszerű ólomárnyékolás használatát lehetetlenné teszi – az ólomréteget egy vékony ónréteggel kell árnyékolni, ezt viszont egy vékony rézréteggel kell árnyékolni, az egésztest néha „sandwich filter”-nek nevezik.

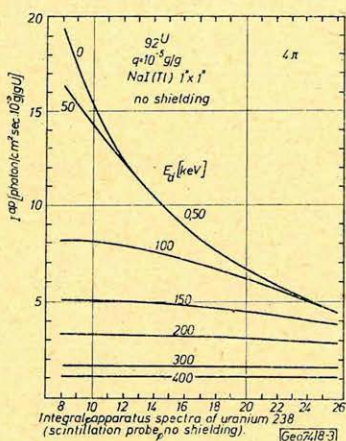
Összefoglalva a készülék integrálspektrumát kiszámítottuk mindhárom gamma emitterre (*U*, *Th* és *K*) és a következő kísérő paraméterekre:

a) a 8–26 tartományba eső Z_{eq} értékek számára,

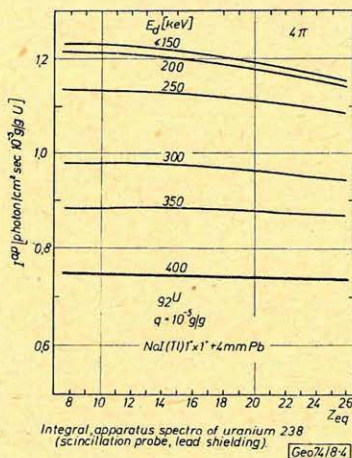
- b) különböző diszkriminációs szintekre (egy szcintillációs minta esetében):
 E_d a $0-400$ keV tartományban 50 keV lépésekben,
 c) 4 különböző méretű szcintillációs kristályra,
 d) lineáris energia-hatékonyság összefüggéssel jellemezhető GM számlálóra,
 e) különböző vastagságú vas ($0,1-1,0$ cm), ólom ($0,1-0,4$ cm) és víz ($0,5-4,0$ cm) árnyékolókra.

Az összegyűjtött anyag túl nagy ahhoz, hogy akár részleteiben is bemutatható legyen itt. A numerikus adatok részletesebb vázlatát a szerző doktori értekezésében lehet megtalálni, de abba is csak a legfontosabb eredményeket lehetett felvenni.

A készülék integrálspektrumára két példát mutat a 3., ill. 4. ábra, mindkét ábra szcintillációs detektor esetét mutatja, az egyik (3. ábra) árnyékolás nélkül és (4. ábra) jelentős ólom-árnyékolással. Természetesen a szórt gamma sugarak fizikai spektrumának közvetlen következményeként az általános kép olyan,



3. ábra - puc. - Fig.



4. ábra - puc. - Fig.

hogy diszkrimináció (elektronikus, vagy ólomárnyékolással megvalósított fizikai) esetén a regisztrált számlálási rátának a közeg kémiai összetételétől való nemkívánatos függése csökken. Mivel a GM- és a szcintillációs számlálók hatékonysága az energia függvénye, az I^{ap} -nak az ekvivalens atomszámtól való függése szembetűnőbb egy szcintillációs minta, mint a GM számláló esetében.

A doktori értekezés számszerű adatait összevetettük néhány kísérleti adattal, nevezetesen egy homogén változó Z_{eq} -val rendelkező végtelen közeg vízmodelljén végzett laboratóriumi mérési eredményekkel, továbbá Troitski eredményeivel, aki mérte a szórt gamma-spektrumot urán- és thorium-ércek gátmodelljén és végezettül szerzőnek a Saclay Nuclear Centre (Franciaország)-ben urán közetmodellen végzett méréseinek eredményével. Az összehasonlításnak inkább az volt a célja, hogy az elméleti számításokból adódó általános összefüggéseket és következtetéseket igazolja, semmint, hogy úgy elméleti, mint gyakorlati minta-reakciókat kapjunk. Ezt a célt sikerült elérni.

III. Minták szabványosítása természetes gamma-karottázs számára; az ideális egység definíciója

A kapott és bizonyos kísérleti bizonyítékkal alátámasztott elméleti anyag lehetővé teszi, hogy a karottázsberendezések megfelelő szabványosítása kérdésében a következő következtetéseket és feltevéseket fogalmazzuk meg.

Nyilvánvaló, hogy a radioaktív elemek koncentrációja és a minta reakciója közötti összefüggést többértelműségekől ideális módon a lágy gamma sugárzás diszkriminációja (elektronikusan vagy ólom árnyékolás segítségével) útján szabadíthatjuk meg. Ha a hitelesítő és terepi méréseket az összes 250 keV alatti energiájú gamma sugarak teljes kizárása mellett valósítottuk volna meg, összhangban álló és egyértelmű eredményeket kaptunk volna. Az értelmezés során az egyetlen problémát olyan korrekciós tényezők bevezetése jelentette volna, amelyek a fűrőlyuk és a hitelesítő lyuk abszorpciós paramétereinek közötti különbségeket számításba veszik.

Ilyen megoldás azonban gyakorlati okokból nem jöhet számításba. A spektrum alacsony energiájú részének kizárása GM-számlálók esetén a regisztrált intenzitások két-háromszoros csökkenését, szcintillációs próbák esetén egy nagyságrenddel való csökkenését eredményeznék. Egy használó sem fogadná el sohasem a mérési statisztika ilyen drasztikus lerontását. Azonban megvan a lehetőség arra, hogy az ideális egység fogalmát bevezessük, ezt indirekt módon egy bizonyos diszkriminációs energia fölötti fotonfluxussal lehet összekapcsolni.

Legyen a hitelesítő berendezés egy beton lyuk, amely két rétegből áll: egyik radioaktív, a másik nem. Ilyen az a lyuk, amelyet az American Petroleum Institute (API) használ gamma sugarak szabványosítására. Az ideális, de a gyakorlatban nem realizálható egységet úgy lehet definiálni, mint két rétegben $\Delta^{(d)}I^{cal}$ végzett próba leolvasások közötti különbség egy részét:

$$\Delta^{(d)}I^{cal} = I^{ap} \text{ (aktív réteg; } E > E_d) - I^{ap} \text{ (inaktív réteg; } E \cong E_d).$$

A szabványosítási eljárás két mérésből áll: először a diszkriminációtól mentes mintával meghatározzuk az

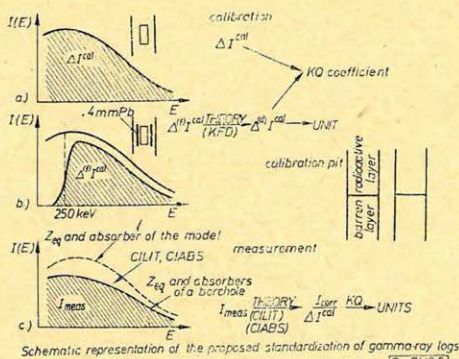
$\Delta I^{cal} = I^{ap}$ (aktív réteg; nincs diszkr.) - I^{ap} (inaktív réteg; nincs diszkr.) értéket, másodszer a 4 mm-es ólomárnyékolású mintával bevezetnénk a

$\Delta^{(d)}I^{cal} = I^{ap}$ (aktív réteg, 4 mm Pb) - I^{ap} (inaktív réteg; 4 mm Pb) értéket. (Az 5. ábrán a mért intenzitásokat az *a* és *b* részekben sraffozott területek jelzik; $\Delta^{(d)}I^{cal}$ mennyiség a *b* részen a 250 keV energiánál merőleges, pontozott vonaltól jobbra eső intenzitásgörbe alatti terület. Az utolsó érték - $\Delta^{(f)}I^{cal}$ - szorosan kapcsolódik a $\Delta^{(d)}I^{cal}$ mennyiséghez. A *KFD* elméleti koefficiens:

$$KFD = \frac{I^{ap} \text{ (aktív réteg; nincs árnyékolás, } E_d = 250 \text{ keV)}}{I^{ap} \text{ (aktív réteg; Pb árnyékolás, } E_d = 250 \text{ keV)}}$$

segítségével mindegyik mennyiség átalakítható a másikba, ahol természetesen $\Delta^{(d)}I^{cal} = KFD \cdot \Delta^{(f)}I^{cal}$. A hitelesítés során az utolsó lépés abból állna, hogy bevezessük a *KQ* paramétert egy adott mintára:

$$KQ = \frac{\Delta I^{cal}}{\Delta^{(d)}I^{cal}},$$



5. ábra - пуч. - Fig.

amelyet a terepi szelvényezés eredményeinek a kiértékelésénél kellene használni. A KQ tényező annak a mértéke, hogy a kőzetek változó kémiai összetételének a minta kiolvasására gyakorolt hatását a minta milyen mértékben érzí.

A terepi méréseket a kedvező statisztika érdekében árnyékoltan mintával kellene végrehajtani. A vizsgált rétegek kémiai összetétele általában különbözni fog a hitelesítő lyuktól és valószínű, hogy a két lyuk abszorpciós paraméterei között is lesz némi különbség. (Ezeket a különbsé-

geket a c részen a kihúzott és pontozott görék közötti terület képviseli az 5. ábrán.) Ezért két koeficiens:

$$CILIT = \frac{I^{ap}(Z_{eq} \text{ a hitelesítű lyukban})}{I^{ap}(\text{adott szakasz a fűrólyukban, } Z_{eq} = Z)}$$

és

$$CIABS = \frac{I^{ap}(\text{a hit. lyuk } Z_{eq}\text{-ja; abszorbalók, mint a hit. lyukban})}{I^{ap}(\text{a hit. lyuk } Z_{eq}\text{-ja; abszorbalók, mint a fűrólyukban})}$$

kell bevezetni, amelyek a mért intenzitást átalakítják korrigált intenzitássá ($I_{mért} \rightarrow I_{korr}$) ezt viszont a korábban meghatározott ΔI^{cal} és KQ mennyiségekkel visszatranszformálhatjuk a mi egységeinkbe.

A szabványosítási eljárásnál tehát a hitelesítő lyukban két mennyiséget kell mérni: ΔI^{cal} és $\Delta I^{(f)} I^{cal}$ és ugyanerre a próbára és egy adott fűrólyukbeli helyzetre három elméleti koeficienset kell meghatározni: KFD , $CILIT$, $CIABS$. A legtöbb gyakorlati esetre ezeket a számszerű értékeket közvetlenül ki lehet venni szerző munkájából. A $CILIT$ koeficiensek meghatározása természetesen még megkívánja, hogy a vizsgált fűrólyuk különböző rétegeire ismerjük az ekvivalens atomszámot. Ezeket az adatokat a magvizsgálatból vagy más geofizikai módszerekkel, mint szelektív gamma-gamma karottázs útján lehet megkapni.

IRODALOM

- Арцыбашев, В. А., Иванюкович, Ф. А.: О преобразовании аппаратурных спектров гамма-лучей в истинные энергетические спектры, Вопросы рудной геофизики, изд. Недра, Ленинград (1965).
- Belknap, W. B., Dewan, J. T., Kirkpatrick, C. V., Mott, W. E., Pearson, A. J., Rabson, W. R.: API calibration facility for nuclear logs, Drilling and Production Practice, 289-317 (1959)
- Бовин, В. П.: К вопросу об эффективности газоразрядных счетчиков, Ат. энергия, 8, 1 68-70 (1960).
- Czubek, J. A.: Lectures on Nuclear Geophysics (unpublished)
- Czubek, J. A., Lenda, A.: Energy distribution of scattered gamma-rays in natural gamma logging, "Nuclear Techniques and Mineral Resources", IAEA, Vienna (1969)
- Czubek, J. A.: Influence of borehole construction on the results of spectral gamma logging, op. cit.
- Джеделенов, Б. С., Пекер, Л. К.: Схемы распада радиоактивных ядер, Изд. „Наука”, Москва (1966).
- Lederer, C. M., Hollander, J. M., Perlman, I.: Tables of Isotopes, London (1967)
- Lenda, A.: Energy distribution of scattered gamma-rays in natural gamma logging, Ph. D. thesis, Cracow, Academy of Mining and Metallurgy (1972) (in Polish)

Gamma-spektrométer szonda

K. P A L K A

Az előadásban olyan berendezés kerül ismertetésre, mely a gamma sugárzás spektrometriai mérésére alkalmas 1500 m mély fúrólukokban.

A berendezés a következő egységekből áll:

- szonda szcintillációs számlálóval (NaI(Tl) , $2'' \times 2''$) és analog-digitális átalakítóval;
- AI-128-2 típusú 128 csatornás impulzus analízátor szabványos külső berendezésekkel (számjegyes nyomtatókészülék, tollró);
- tápegység és energetikai léptékű stabilizátor.

A spektrométer háromeres kábellel működik.

Az dolgozatban bemutatják a spektrométer blokk-vázlatát, a berendezés mérési és üzemi paramétereit, modellmérések eredményeit.

Описано устройство для спектрометрического измерения гамма-излучения в скважинах глубиной 1500 м.

Установка включает:

- глубинный зонд со сцинтилляционным счетчиком (NaI(Tl) , $2'' \times 2''$) и аналогово-цифровым преобразователем;
- 128-канальный анализатор импульсов AI-128-2 со стандартными внешними устройствами (цифропечатающее устройство, самописец);
- блок питания и стабилизатор энергетического масштаба.

Спектрометр работает с трехжильным кабелем.

Приведена блок-схема спектрометра, измерительные и эксплуатационные параметры устройства, результаты модельных измерений.

In the paper is discussed an equipment suitable to measure the spectra of gamma-radiation in wells to 1500 m depth.

The equipment consists of the following units:

- downhole tool including a scintillation counter (NaI(Tl) , $2'' \times 2''$) and an analog to digital converter;
- a 128-channel pulse-height analyser type AI-128-2 with standardized external devices (digital printing mechanism, pen-recorder);
- supply source and stabilizer with energetic scale.

The spectrometer is operated on a cable having three conductors.

The paper presents the block-scheme of the spectrometer, its measuring and operational parameters, the results of model tests.

A gamma-spektrometriai módszerek bevezetését a fúrólukak radiometriai vizsgálati módszereinek körébe megbízható és stabil mélyfúrési gamma-spektrométerek alkalmazása tette lehetővé. Mélyfúrásokban alkalmazható többszörös spektrométer megépítése komoly nehézségekkel jár.

A szonda rendkívül nehéz üzemeltetési viszonyain kívül (nagy zavarsszint, a környező közeg hőmérsékletének ingadozásai, rendkívül korlátozott méretek) jelentős nehézségeket okoz a szcintillációs számláló jeleinek hosszú kábelen való továbbítása. A mélyfúrési geofizikában az 500 m-nél mélyebb fúrások szelvényezésére használatos szabványos erősített karottázs kábelek gyenge frekvencia-tulajdonságokkal rendelkeznek, hullámmellenállásuk pedig 10%-kal változik letekerés és a fúrólukban való tartás után. A korlátozott átbocsátó képességű fluktuáló csatornán fenntartott összeköttetés nem megbízható

és a továbbítandó jel amplitúdójának jelentékeny veszteségeire vezet. Ezenkívül számos destabilizáló tényező (elsősorban a környező közeg hőmérsékletének változása), melyek hatást gyakorolnak a spektrométer detektorára és a szonda elektronikus rendszerére, a spektrométer energetikai skálájának vándorlását idézi elő.

Az alábbiakban egy max. 1500 m mély fúrólukak vizsgálatára alkalmas gamma-spektrométert ismertetünk, melynek kidolgozásánál alapvető követelmény volt a detektorimpluszok amplitúdóspektrumának torzítás nélküli átvitele a felszíni műszerhez, valamint az egész jelátviteli csatornát átfogó auto-stabilizációs rendszer alkalmazása.

A hatékonyság és a megbízhatóság fokozása céljából a detektáló blokk amplitúdóspektrumát analog-digitális átalakító kvantálja és a kábelon továbbított információ lineáris digitális kód formájú. A szonda kimenetén 250 kHz frekvenciájú jelet kapnak, mely a kód-szimbólumoknak a mérendő impulzus amplitúdó-értékével arányos számát tartalmazza.

A digitális távközlés módszere a működési gyorsaság csökkenésére vezet az amplitúdó-impulzusos megoldáshoz képest, azonban előnye a nagy zavarállóság és a mérési eredmények továbbításának sokkal kisebb hibával történő megvalósítása mint amelyet a jelátviteli rendszer vinne be. A karottázs-kábel öncsillapodásának értéke a nagyfrekvenciák tartományában arra vezet, hogy a jelet elfedi a csörlő kollektorától, a gépkocsi motorjától és egyéb ipari forrásoktól származó zavar, de a jelet a kábel vevő végén alkalmazott keskenysávú erősítővel vissza lehet állítani.

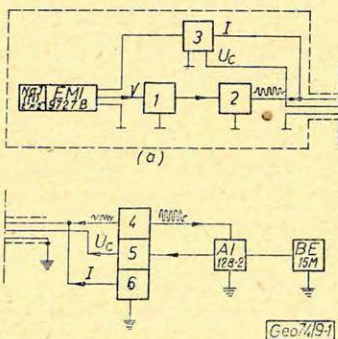
A műszer energetikai skálájának szükséges stabilitását a spektrométer mérőkörét átfogó visszacsatolással biztosították. Ez lehetővé teszi a szonda egyszerűbb és megbízhatóbb áramköri kialakítását olyan műszerhez képest, melynek nagy stabilitását a spektrométeres csatorna minden egyes elemének stabilizálásával biztosítják.

Stabilizálásra a fotoszorzó automatikus erősítésszabályozását használták fel, melynek tápforrását az energetikai skála vándorlásának (drift) detektora vezérli.

A vándorlás detektora kapcsolja be a differenciális rate-métert, melynek bemenetére a referencia-gamma-forrás fotocsúcsának két oldalán elhelyezett csatornákból származó impulzusok jutnak. Izotópos referencia-gamma-források alkalmazása komplikáltabbá teszi az egyik energetikai skáláról a

másikra való átmenetet, a műszeres spektrum meghatározott szakaszának torzulásához vezet, és a spektrométer töltési karakterisztikájának korlátozásával jár olyan rendszerhez viszonyítva, mely fény-referencia alkalmazásán alapul. Azonban egy ilyen rendszer nem foglal magában detektor kristályt, ami a spektrométer energetikai skálájának elmozdulását idézi elő a hőmérséklet változásának következtében.

A spektrométeres gamma-karottázs berendezés blokk-vázlata az 1. ábrán látható. A spektrométer a szondából (A) és a felszíni regisztráló műszerből (B) áll. A szonda állományába tartozik:



1. ábra - puc. - Fig.

- a szcintillációs detektor $2'' \times 2''$ méretű $NaJ(Tl)$ kristállyal és EMI 9727B típusú hőálló fotoszokszorozóval;
- 128-csatornás analog-digitális átalakító bemenetet blokkoló áramkörrel és differenciális diszkriminátorral a mérendő amplitúdók tartományának lehatárolása céljából (1);
- kis bemenő ellenállású erősítő (2);
- az elektronikus kör tápforrása, mely nagyfeszültségű feszültségátalakítót foglal magában (3).

A rendszert $0-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ működési hőmérsékletre méretezték, max. 5 km hosszú tetszőleges típusú háromeres karottázs-kábelrel. A műszer lehetővé teszi 150 keV – 10 meV energiájú gamma-sugárzás analizálását. Az egyidejűleg vizsgált energiák dinamika tartománya 10. A műszer energetikai felbontása $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten 12% nagyságrendű, Cs^{137} izotóp használata esetén, a skála stabilitásának hibája többórás mérésnél nem több, mint 2% (a szonda hőmérsékletét 10 és $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ között változtatták, a referencia-gamma-sugár fotocsúcsa az 50. csatornán).

Az amplitúdó-kód átalakítás csatornánként 4 μsec sebességgel történik. A teljes nem-linearitás nem több 1%-nál az egész skálán, az első 10 csatorna kivételével. Az átalakítási karakterisztika kezdőpontja a nulla csatornától 15 csatorna távolságra van. A pont elmozdulása a környező közeg hőmérsékletének 0 -ról $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ -re való változása esetén nem több, mint 1 csatorna.

Az áramkör teljesítményfelvétele kb. 4,5 W.

A szonda elektronikus rendszerének 360 mA egyenárammal történő táplálása ugyanazon a kábeléren történik, melyen az információt a felszínre továbbítják. Az egyik kábelér a spektrométer visszacsatolási körébe van bekötve. A szonda átmérője 85 mm, hossza 1300 mm, súlya kb. 35 kg.

A felszíni műszer részei a következők:

- keskenysávú erősítő (4);
- energetikai léptékű stabilizátor (5);
- tápegység (6);
- AI-128-2 típusú amplitúdó analízátor és B3-15M típusú számonyomtató készülék (szovjet gyártmány).

A rezonanciaerősítő 100 ohm nagyságrendű bementi ellenállású és szabályozható erősítési koefficiensű ($0-3 \cdot 10^3\text{ V/V}$). Mivel az erősítő kimenő jele határozza meg annak a csatornának címét, melyben a mérendő impulzust regisztrálni kell, az analízátor rendeltetése csak az, hogy összegezze az egyes csatornák impulzusegységeire vonatkozó adatokat és mérés után kiadja az információt. Ennek következtében az analízátor bemenő erősítő bokkja felhasználatlan volt és helyére illesztették be a cím regiszterébe kerülő jel alakító áramkörét és a vezérlő egységet, mely meghatározza a műszer működési rendjét időtartam szempontjából fluktuáló bemenő jellel.

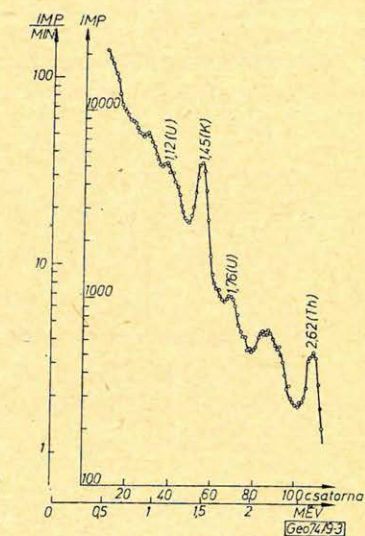
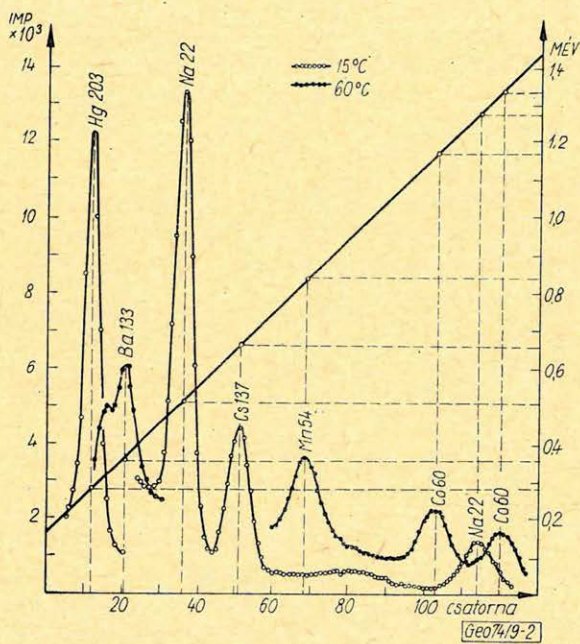
Az analízátor címéhez 4 változtatható helyzetű „ablak”-ból álló mintavevőkört illesztettek. Az első kettőt – külső készülékek segítségével – a gamma-sugárzás intenzitásának regisztrálására használják adott energia tartományokban. Szélességük 8-32 csatorna lehet (8-as lépésekben). A mintavevő kör többi kimenetéhez (1 vagy 2 csatorna szélességű ablakok) a spektrométer-skála stabilizátorának differenciál-integrátorát kapcsolják. Az AI-128-2 analízátor biztosítja az információ felhalmozását mind összeadási, mind kivo-

nás rendszerben, valamint a folyó vagy „élő” idő mérését. A fő csatornák kapacitása $2^{16} - 1$, a „holt idő” (a szonda felbontási idejének figyelembevételével) nem több $1,4 \mu\text{sec}$ -nál. Az összegezett információt ki lehet adni a belső oszcillográf ernyőjére, direktíróra és a számjegyes nyomtató készülékre.

A spektrométer energetikai skálájának stabilizációs blokkja állítja elő az U_c feszültséget, melyet az egyik kábeléren a szonda nagyfeszültségű áramforrásához vezetnek. A szonda elektronikus rendszerének megfelelő tápáramát a tápegységből kapják, melynek kimenő feszültsége szabályozható.

A gamma-spektrométer-szonda táplálása $220 V \pm 10\%$, $50 \pm 0,5 \text{ Hz}$ hálózatról történik, teljesítményfelhasználása kb. 200 W .

A 2. ábrán láthatóak a műszer hitelesítése és a skála hőmérsékleti vándorlásának értékelése céljából végzett laboratóriumi mérések eredményei. Az Na^{22} és Hg^{203} gamma-izotópok spektrumait 15°C hőmérsékleten, a Co^{60} , Mn^{54} , Ba^{133} izotópok spektrumait 60°C hőmérsékleten vették fel (autostabilizálás a Cs^{137} fotocúsa alapján).



3. ábra - puc. - Fig.

2. ábra - puc. - Fig.

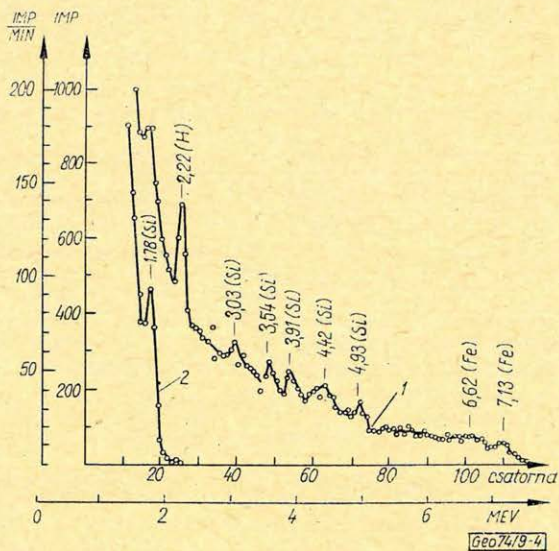
A 3. és 4. ábrán láthatóak a gránitból és homokkőből készített vízzel telt modelleken fúróluk-geometriával végzett terepi mérések eredményei. A modell átmérője 1 m , magassága $1,3 \text{ m}$, a fúróluk átmérője 145 mm . A modell-kísérleteknél a felszíni műszert $5,5 \text{ km}$ hosszú $KTB-6$ típusú kábel segítségével kötötték össze a szondával.

A 3. ábrán látható a gránitban kapott természetes gamma-sugárzási spektrum. Mivel a szonda hőmérséklete nem változott, a spektrométer kikapcsolt visszacsatolási áramkörrel működött.

A 4. ábrán láthatjuk a befogásos (1) és neutronaktivációs (2) gamma-sugárzás homokkőben kapott mérési eredményeit. $Po + Be$ neutronforrást hasz-

náltak $4,5$ curie teljesítménnyel. Az aktiválás ideje 7 perc, a mérési idő (rögtön az aktiválás megszűntetése után) 5 perc.

A befogásos gamma-sugárzás mérésénél bekapcsolták a stabilizációs kört a $2,22$ MeV hidrogéncsúcs felhasználásával. Az áramkör ellenőrzésére változtatták az U_c értékét – eltérítés után az áramkör visszatért kiindulási helyzetbe.



4. ábra – γ nc. – Fig.

A laboratóriumi- és modell-méréseknél kapott adatok azt mutatják, hogy a kidolgozott spektrométer alkalmazható a neutronaktivációs, befogásos és természetes gamma-sugárzás spetkrometriai módszereivel végzett kísérleti-módszertani- és rutin-méréseknél.

Folyamatos áramlásmérések eredményét befolyásoló mérés technikai tényezők és azok figyelembe vétele az interpretációnál

LAKATOS SÁNDOR

Mélyfúrású kutakban az áramlásmérés és annak elvégzése folyamatos szelvényezéssel – a mélyfúrású geofizika aktuális témaköre.

Ahhoz azonban, hogy a folyamatos áramlásmérések megfelelő eredményeket szolgáltatassanak, egy sor mérés technikai és hidraulikai szempontot kell tekintetbe venni.

Az előadó a problémakört kétféle folyamatos áramlásmérési módszerhez kapcsolódóan tárgyalja, kiegészítve azt kút- és modellkísérletek anyagával.

Az említett két módszer közül az egyik a VIKUV-nál került kidolgozásra és először a szimpóziumon kerül ismertetésre.

Производство непрерывного измерения притоков в глубоких скважинах является современной задачей промышленной геофизики.

Для обеспечения получения хороших результатов по непрерывному измерению притока необходимо учесть ряд технических и гидравлических условий.

Проблематика обсуждается по двум методам непрерывного измерения притока с приведением материалов проведенных в скважинах опытных работ и модельных экспериментов.

Один из указанных двух методов был разработан в предприятии по разведке воды и впервые излагается на настоящем симпозиуме.

Continuous flow measurement in boreholes is one of the actual problems of geophysical well logging. To make the continuous flow measurement furnish proper results one has to consider a series of demands concerning measuring techniques and hydraulic considerations.

The problem is discussed in relation to two methods of continuous flow measurements, involving materials of well logging and model experiments.

One of the two methods mentioned was elaborated in VIKUV and information on it is given for the first time at this symposium.

Forgólapátos áramlásmérőkkel végzett kútvizsgálatoknál kézenfekvő lehetőségként mutatkozik a mérések folyamatossá tételére elektronikus integráló egység és egy karottázás-regisztráló vagy öníró segítségével.

Kiindulva abból a feltevésből, hogy folyamatos áramlásméréseknél a szondamozgás ellentétes az áramlás irányával, a szondából érkező jelzések intenzitását – esetünkben az időegységre jutó fordulatszámot – kétféle mozgástól származó indikáció összege határozza meg.

- Ezek: – az áramlási sebességtől függő kijelzés,
– a szondamozgás sebességétől függő kijelzés.

Folyamatos áramlásmérési célokra alkalmas elektronikus integrálóegység mérési paramétereinek megszabásánál az alábbi szempontokat kell elsősorban figyelembe venni.

1. Mérésküszöb 20 – 30 fordulat/perc. Ezzel a helyzettel akkor kell számolni, amikor a kútban a szonda nyugalmi állapotú közegben mozog. (Ez alul nyitott, 100 mm menetemelkedéssel rendelkező forgólapátos áramlásmérőnél kb. 2 – 3 m/perc sebességet jelent.)
2. A produktív szintek intenzitásértéke folytonosan változik, miután a hozamgörbe – integrálgörbe.

Ezek a körülmények a szokásos pontméréseknél problémát nem okoznak. Folyamatos áramlásméréseknél azonban a tényleges és regisztrált áramlási kép között eltérés mutatkozik, amelynek nagysága az integráló egység időállandójától és a mérőszonda mozgási sebességétől függ.

E két paraméter együttes hatása jól vizsgálható a

$$W = \tau \cdot v_{sz}$$

összefüggésen keresztül, ahol

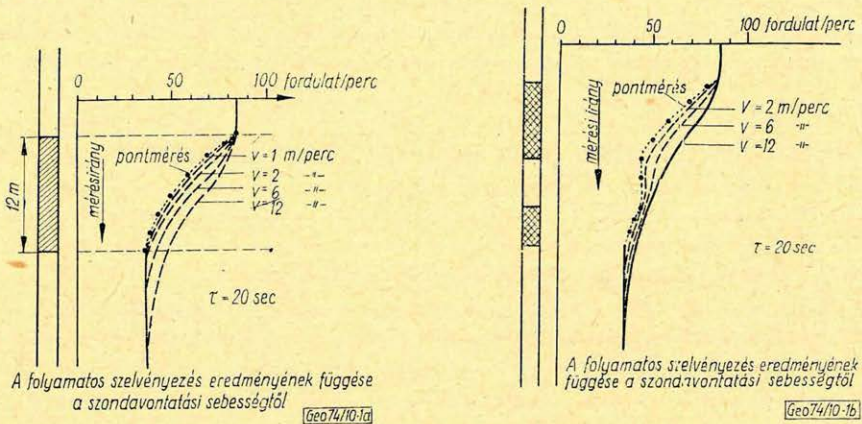
W — a regisztrálás sebességének paramétere, cm

τ — időállandó, sec

v_{sz} — szondavontatási sebesség, $cm/sec.$

Amint látható, W dimenziója $[L]$; egyrészt megadja azt a távolságot, ami alatt egy anomália gyakorlatilag nem mutatható ki, másrészt a regisztrátum mérésirány szerinti megnyúlásának mutatója.

Az elmondottakhoz szemléltető példát az 1.a) és 1.b) ábra mutat be, amely analog modellen végzett méréseken alapul.



1. ábra — puc. — Fig.

A mérési technika gyakorlati vonatkozásai folyamatos áramlásméréseknél

Feltételezve az áramlásmérő szondából érkező jelek megfelelő regisztrálásának lehetőségét, biztosítani kell a szonda egyenletes előrehaladását a kútban. Ez gépi üzemű csörlő alkalmazása esetén különösebb problémát nem jelent, azonban a szondamozgás sebességének ellenőrzéséről nem célszerű lemondani. Erre két lehetőség van.

1. A regisztrátumra időjeleket is kell felvinni (pl. 30 sec-ként).
2. Folyamatosan regisztrálni kell a szondamozgás sebességét is. Ez megvalósítható pl. úgy, hogy a kábelhosszúságot mérő kerék tengelyére elektromos megszakítót szerelnek és a kapott jeleket integrátoron keresztül a regisztráló egyik csatornájára viszik a kábelsebességre kalibráltan.

Amennyiben a szelvényezési sebesség egyenletesen változik (pl. a kábel görbülési sugarának csökkentése miatt), azt az időjelek segítségével az interpretációnál figyelembe kell venni.

A folyamatos áramlásmérés fontos és nagy szakértelmet igénylő részletművelete az a hitelesítési eljárás, amelynek alapján meghatározható az áramlási sebesség a vizsgált kút bizonyos mélységében.

Ha ez a művelet elmarad, vagy pontatlanul végzik el, a regisztrált folyamatos áramlásmérési szelvény csak kvalitatíve használható fel.

Szelvénykalibrálás azonban csak az adott kútkörülmények mellett (átmérő, viszkozitás stb.) érvényes szondakarakterisztika ismeretében végezhető el megfelelő pontossággal.

Ezen álláspontból kiindulva kerül ismertetésre és értékelésre két módszer. Az egyiket (*I. módszer*) bemutatott formájában a *GEO* – *V* áramlásmérőket gyártó Vízkutató és Fúró Vállalatnál dolgozták ki. A másik (*II. módszer*) a *szakirodalomból*¹ ismeretes eljárás és itt a kalibrálás a vizsgált kútban az adott, illetve választott körülmények mellett történik.

I. módszer

Az áramlásmérő szondát a $Q = Konst.$ hozammal termelő kút vizsgálandó szakasza fölé kell ereszteni úgy, hogy a változási szintig legyen még akkora távolság, hogy a szelvényezés folyamán a regisztrátumon ezen kútszakaszra jellemző intenzitás szint egyértelműen kialakuljon. Ebben a szondahelyzetben pontosan meg kell állapítani, illetve pontosan ellenőrizni kell a szondajelzések intenzitását (elektromechanikus számlálóval stb.)

Az áramlásmérő szonda nyugalmi állapotában meghatározott intenzitásértékhez adódik hozzá a mérés megkezdését követően az az intenzitásérték, amit az áramlással szemben mozgó szonda eredményez.

Szelvénykalibrálásnál az intenzitás léptékét úgy kell megválasztani, hogy a szondamozgástól és az áramlástól adódó szintek jól elkülönüljenek, illetve a regisztrátum a jó áttekinthetőség szempontjainak eleget tegyen.

Ha a mérés folyamán a szonda termelő szint, illetve szintek mellett már elhaladt és ezt követően a kútban van még olyan szakasz, ahol az áramló közeg fizikai sajátosságaival megegyező nyugalmi állapotú folyadék van, kialakul az ún. nullvonal.

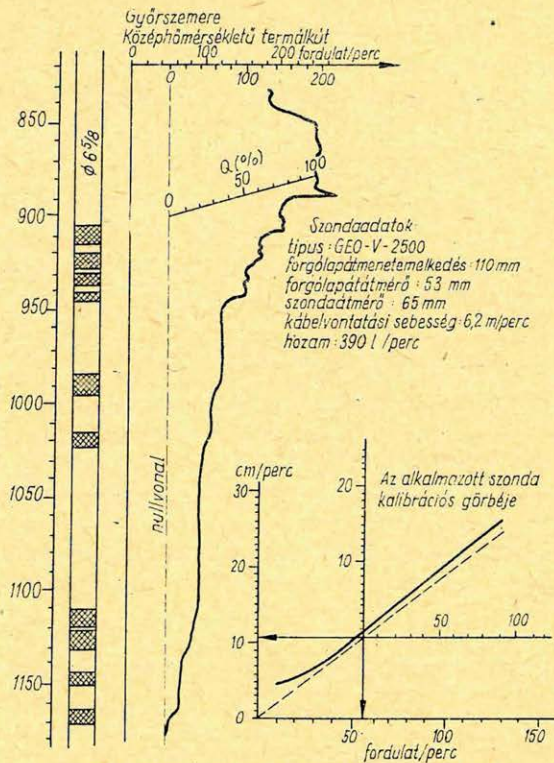
A nullvonal a regisztrátum hosszanti irányával párhuzamosan halad, amennyiben a szelvényezés sebessége állandó és a szondakijelzés az áramlási sebesség lineáris függvénye (2. ábra, illetve 4. ábra, 4. sz. szelvényének esete).

Amennyiben a vontatási sebesség nem egyenletes (4. ábra, 3. sz. szelvény), vagy a szondakijelzés nem felel már meg az alkalmazott áramlásmérő lineáris működési tartományának (4. ábra, 2. sz. szelvény), a nullvonal ferdén alakul.

A regisztrátum vázoltak szerinti kialakítása és ezen túlmenően a szelvényértelmezés további menete jól követhető a 2. ábrán. Itt a vizsgált kút közép-hőmérsékletű termálkút, amelyben a szűrőszerkezetet perforált csőből alakították ki.

A termelő szintek helyei és a hozameloszlás a mérésekből egyértelműen adódik (a legfelső beáramlás béléscsőhiba eredménye).

¹ SCHLUMBERGER Production Log Interpretation. 1970. 4–3.



Folyamatos áramlásmérési eredmények feldolgozása
áramlási sebességre hitelesített szonda alkalmazása esetén

Geo74/10-2

2. ábra — puc. — Fig.

Az áramlási sebesség meghatározásnak elvi menete a következő:

1. A megállapított intenzitásértékből a szondamozgástól származó részt le kell vonni.

Technikailag ez az intenzitás-skála eltolását jelenti, úgy hogy annak kezdete a nullvonalra kerüljön.

2. Az alkalmazott áramlásmérőre érvényes kalibráló diagramon a koordinátákat a szondamozgás sebességértékével, illetve az annak megfelelő intenzitásértékkel el kell tolni.²

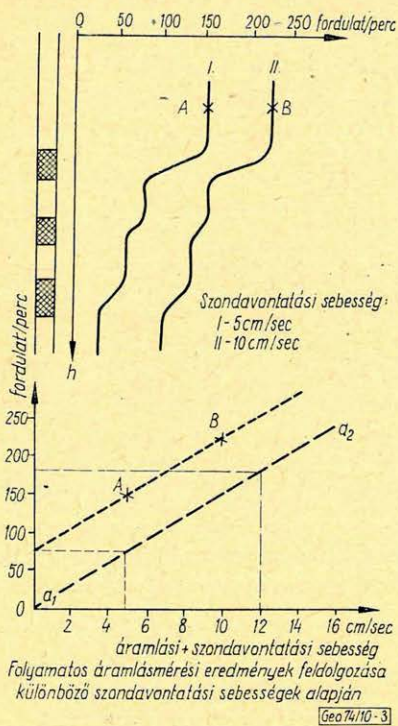
Ha az utóbbi transzformációt nem végezzük el, olyan siklási *veszteséggel*³ számolnánk, ami a mérés körülményei mellett nem is létezett!

Utóbbi észrevétel egyben a folyamatos mérés egyik előnyös tulajdonsága a pontmérésekkel szemben.

II. módszer

Szelvénykalibrálás és a szelvény értelmezését szolgáló szondahitelesítés az alábbiakban vázolt módszer esetén össze is kapcsolható a tulajdonképpeni kútvizsgálattal. Ez grafikus módszer és lépései a következők (3. ábra):

² Speciális kiértékelő nomogramok segítségével az 1. és 2. lépés összevonható, amint az „Függelék”-ben bemutatott példánál is látható (5. ábra).



3. ábra - puc. - Fig.

1. Két vagy több különböző szondavontatási sebesség mellett regisztrált intenzitásértékeket (A és B pontok) derékszögű koordináta-rendszerben úgy kell ábrázolni, hogy az X tengelyre a szondavontatási sebesség, Y tengelyre pedig a megfelelő intenzitásérték kerüljön.

2. Az A és B pontokon keresztül egyenest húzva az ordináta metszéspontjánál adódik az az intenzitásérték, ami adódna a szonda megállításánál.

3. Az A és B pontokon keresztülmenő egyenest el kell tolni úgy, hogy annak kezdőpontja az origóba kerüljön.

Ez az egyenes az alkalmazott áramlásmérő kalibrálási görbéje adott kútátmérő és adott viszkozitásérték mellett, ha feltételezzük, hogy a mért sebesség azonos az átlagsebességgel.

A fentiek szerint kialakított interpretációs diagram használatánál a leolvasott sebességértékből le kell venni a szondavontatási sebességet.

A röviden leírt módszer értékeléseként meg kell jegyezni, hogy a kalibrálás megfelelő annak az esetnek, amikor álló közegben két vagy több szelvényezési sebesség mellett végzik el a szondabemérést. Ez az eset megfelel olyan fiktív áramlásnak, amikor az áramló közeg sebességprofilja a mérőszondára merőleges sík.

Miután valóságos áramlásnál a sebességprofil vagy parabolikus (lamináris áramlás) vagy logaritmikus (turbulens áramlás), a kapott kalibrációs görbét megfelelő mérlegelés után módosítani kell. Pl. turbulens áramlásnál, ha a mérőszonda átmérője a kútátmérőhöz viszonyítva kicsi és a kúttengelyben helyezkedik el, ahol az áramlási sebesség az átlagsebességnél $15-20\%$ -kal nagyobb, a görbe emelkedését ennek megfelelően változtatni kell.

A kapott kalibrálási görbe érvényessége a szondaműködés linearitásának feltételezésén alapul!

Összefoglalás

1. Folyamatos áramlásméréssel növelhető a szonda küszöbérzékenysége. Ugyanis a fékezónyomatékokkal nagymértékben terhelt kezdeti szondakarakterisztika a szondamozgás miatt nem vagy alig érvényesül. Így olyan kishozamú termelő szintek is indikálhatók, amelyek pontmérésekkel nem mutathatók ki (l. a függelék példáját).

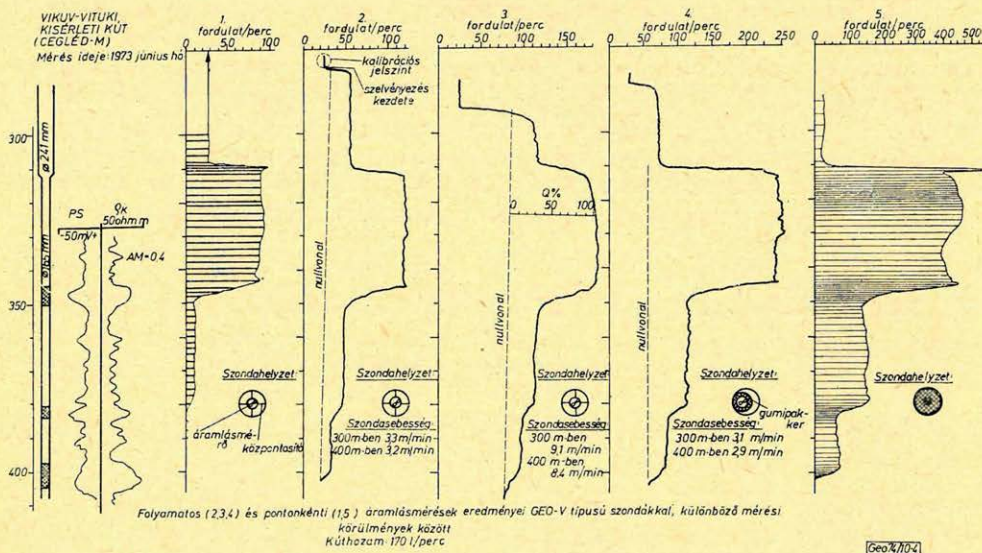
2. A termelő szintek helyeinek lokalizálása nagymértékben függ a szelvényezés sebességének paraméterétől (W). Optimális értékének megválasztásánál figyelembe kell venni az alkalmazott szonda karakterisztikáját és a megoldandó szelvényezési problémát.

Általános esetben – amint ezt a modellkísérletek is mutatják (1. ábra) – W értéket célszerű $50 - 150$ cm között választani.

3. Folyamatos áramlásméréseknél az indikációk alsó határai elmosódnak, a kívánt pontosság nem mindig érhető el.
4. Csak a szondakarakterisztika ismeretében adható megfelelő interpretáció több szintből termelő kút esetében. Ez az észrevétel elsősorban az alsó termelő szintre vagy szintekre vonatkozik.

Függelék

Az elmondottakhoz gyakorlati példát mutat be a 4. ábra összeállítása.



4. ábra – puc. – Fig.

Körülmények (1–4. sz. szelvény):

A mérőszonda GEO-V-600 típusú forgólapátos áramlásmérő (külső átmérő 65 mm, forgólapátátmérő 53 mm, lapátmenetemelkedés 110 mm).

Regisztráló: GOERZ-MINIGOR

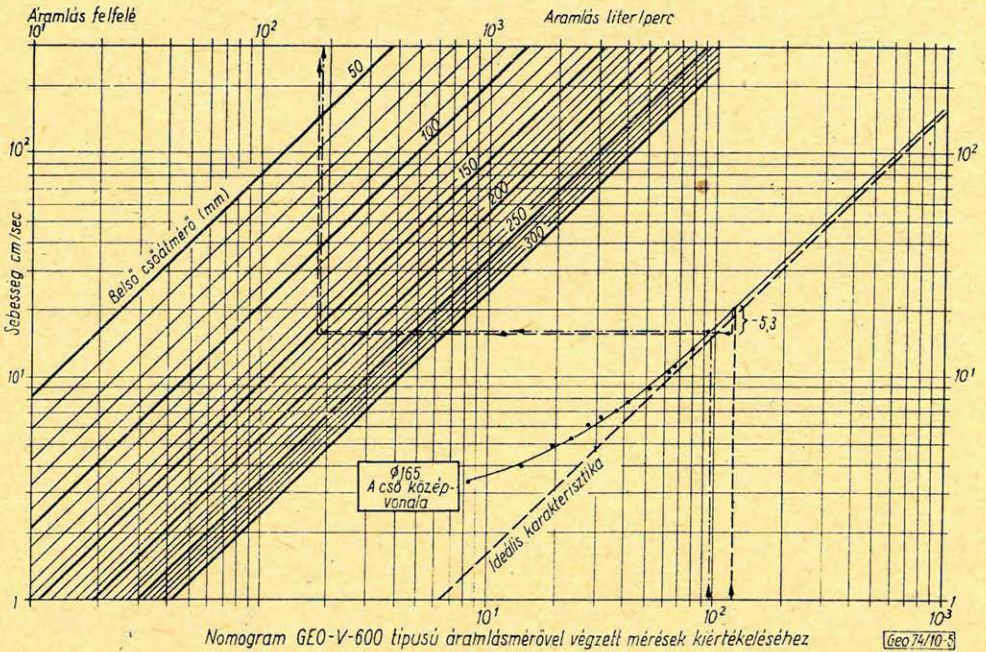
Integrátor: ELGI-VIKUV típus

A vizsgálatok központosított szondával történtek.

Kúthozam: 170 l/perc.

1. sz. szelvény: Pontonkénti mérés a folyamatos áramlásmérés eszközeivel (regisztrátor + integrátor) és mérés technika-megfontolásaival.
2. sz. szelvény: Folyamatos áramlásmérés $W \approx 54$ cm feltétel mellett.
3. sz. szelvény: Folyamatos áramlásmérés $W \approx 150$ cm feltétel mellett.
4. sz. szelvény: Folyamatos áramlásmérés részleges pakkerezéssel.

5. sz. szelvény: Az előzőekkel megegyező kútműködési körülmények mellett végzett pontmérés részleges pakkerezéssel. Mérőszonda: GEO-V-2500 típus (külső átmérő 40 mm, lapátemelkedés 120 mm, a szonda szimmetrikus kialakítású és központosított).



5. ábra — puc. — Fig.

Az 1–4. sz. szelvénynél alkalmazott szonda karakterisztikáját az 5. ábra nomogramja foglalja magába. Ez használható pontméréshez is, (pont – vesszős vonallal meghatározott módon) és folyamatos mérésekhez is (szaggatott vonallal meghatározott módon).

Példa: Meghatározandó a kúthozam a 320 m mélységben megállapított intenzitásérték alapján.

A béléscsővezésnél használt 165-ös cső belső átmérője 155 mm.

1. Pontmérésnél a 4. ábra 1. sz. szelvényéből kiindulva a kijelzés 95 fordulát/perc.

A kiértékelő nomogram pont – vesszős sorát követve a vizsgált mélységben az áramlási sebesség 18 cm/sec és a hozam 170 l/perc.

2. Folyamatos áramlásmérésnél az előbbi példa esetében (4 ábra, 2. sz. szelvény) az intenzitás-érték 120 fordulát/perc.

Ennek megfelel 22 cm/sec együttes sebesség (szelvényezési + áramlási), következésként ebből a szelvényezési sebességet cm/sec-ben kifejezve le kell vonni. Ez 3,2 m/perc = 5,3 cm/sec. A nomogramot a bemutatottak szerint használva az eredmény 170 l/perc, természetesen azonos az előbbi kapottal.³

³ Értendő alatta a forgólapára ható különböző eredetű fékezónyomatékok eredő hatása. Mértéktől függ a szonda küszöbérzékenysége és a szondakarakterisztika alakulása.

A magnetotellurikus tér eloszlásának numerikus vizsgálata kétréteges ($\rho_2 = \infty$), kétdimenziós szerkezetekre

TAKÁCS ERNŐ

A tanulmány első része a frekvenciaszondázási görbék numerikus meghatározása egy módszerének alapelvét írja le kétréteges ($\rho_2 = \infty$), kétdimenziós, inhomogén szerkezetekre úgy E , mint H polarizáció mellett.

A második rész számítási példákat mutat be és törvényszerűségeket ír le elfedett monoklinális, antiklinális és szinklinális szerkezetekre.

По поручению предприятия по геофизической разведке Треста нефтяной и газовой промышленности в Кафедре геофизики Технического Университета в настоящее время производится разработка численных методов вычисления для определения магнитотеллурического поля над продольно неоднородными структурами.

В докладе излагается принцип метода для двухмерного случая, когда основание имеет бесконечное сопротивление и его рельеф заканчивается горизонтальными плоскостями. При помощи соответствующего преобразования координат горизонтально бесконечное полупространство, верхним горизонтом которого при поляризации H является дневная поверхность, а при поляризации E – уровень источника, преобразуется в прямоугольник. Парциальное дифференциальное уравнение, описывающее распределение поля, решается при предельных условиях при помощи т.н. „метода прямых”, причем интервал $-1 \leq u \leq +1$ по наклону структур разделяется на n одинаковых частей прямыми $u = \text{const}$. По ним для неизвестной по глубине функции составляющей интенсивности поля получается $(n-1)$ число обычных, неоднородных дифференциальных уравнений, которые уже поддаются численному решению.

Приводятся результаты вычисления для погребных структур моноклинали, горста и грабена, имеющих различные параметры. Изучаются закономерности искажения магнитотеллурического поля, по которым можно сделать выводы о типе структур. Эти особенности расходятся по двум главным поляризациям. Расхождение вычисленных по кривым частотного зондирования глубин и фактических глубин зависит от типа и размеров неоднородности. Поэтому для количественной интерпретации требуется знание пространственного распределения возможно большего числа магнитотеллурических параметров.

In the Geophysical Department of the Technical University procedures of numerical calculation methods for determining the magnetotelluric field over laterally inhomogenous structures are being elaborated on behalf of the Geophysical Exploration Service of the Oil and Gas Trust.

The paper describes the principle of the method for the two-layered, two-dimensional case, when the bottom is an isolator and its relief is bordered by horizontal planes.

The horizontally infinite half-space, the upper level of which for H polarization is the surface of the earth, and for E polarization the level of the source, is transformed into a quadrangle by a corresponding conversion of the coordinates. The partial differential equation describing the distribution of the space is solved for boundary conditions by the so called "method of straights", whereas the interval $-1 \leq u \leq +1$ in the dip direction of structures is divided into n uniform parts by straights of $u = \text{const}$. Along them $(n-1)$ common inhomogenous differential equations are obtained for the function of the field intensity, which is unknown for depth, that can be solved by numerical way.

The results of calculations are shown for buried monocline, horst and graben structures, having different parameters. Investigated are the regularities of distortion of the magnetotelluric field, permitting conclusions as to the type of structures. These peculiarities differ for the two main polarization. Deviation of depths calculated from the curves of frequency sounding from the actual depths depends on the type and the sizes of inhomogeneity. Owing to this quantitative interpretation requires knowledge about the spatial distribution of as much magnetotelluric parameters as possible.

Az NME Geofizikai Tanszéke az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemének megbízásából, anyagi és technikai támogatásával 1963 óta rendszeresen foglalkozik a magnetotellurikus módszerrel. A mérési eredmények az ország egy-egy

szerkezeti egységéről sok tekintetben új ismereteket nyújtottak. Következéseink azonban a legtöbb esetben megmaradtak a kvalitatív fokon, mert sajtósági földtani adottságaink miatt a tér olyan torzulásokat szenved, hogy a kvantitatív értékelés jelenlegi ismereteinkkel ritkán végezhető el.

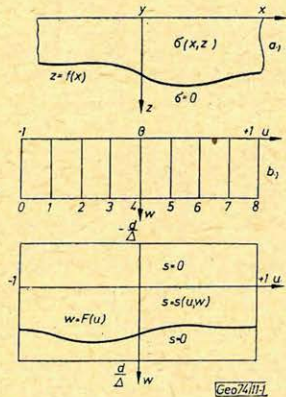
Az ismert földtani felépítésű területeken végzett mérési tapasztalataink, valamint analóg modellkísérleteink bebizonyították, hogy egy megfelelő inhomogén vagy anizotrop modell megválasztására és a földtani információ-tartalom kihámozására a lehető legtöbb paraméter frekvencia-szerinti és területi eloszlásának ismeretére van szükség. Az ezt elősegítő törvényszerűségek feltárására néhány éve megbízást kaptunk numerikus eljárás kidolgozására felvett modellek feletti magnetotellurikus terek meghatározásához.

Eddig kétdimenziós, kétréteges ($\rho_2 = \infty$), szerkezetekre végeztünk számításokat és folyamatban van a többretegű metszetek vizsgálata.

Az alábbiakban röviden vázolom a számításoknál általunk követett utat és bemutatok néhány eredményt.

* * *

Koordinátarendszerünket a dőlés (x) és a csapás (y) irányába vesszük fel (1.a. ábra) és feltételezzük, hogy a metszet a széleken vízszintes síkban végződik.



1. ábra. A rétegsor metszete (a), valamint a transformált metszetek a H és E polarizációra (b és c)

Рис. 1. Разрез толщи (a), а также преобразованные разрезы для поляризации H и E (б и в)

Fig. 1. Section of the sedimentary complex (a), and transformed sections for H and E polarization (b and c)

Kétdimenziós szerkezetek fölött a tér két résztér szuperpozíciójaként fogható fel, amelyeknél a Maxwell-egyenletekben szereplő komponensek csapás- és dőlésirányúak. Amikor

$$(O, H_y, O) \text{ és } (E_x, O, E_z),$$

mágneses- és elektromos térorsszetevők szerepelnek az egyenletben a teret H -polarizálnak, a másik esetben pedig, amikor a komponensek

$$(H_x, O, H_z) \text{ és } (O, E_y, O)$$

E -polarizálnak nevezzük. Az elektromágneses tér ezen két módosulata külön tárgyalandó.

Átalakításokkal e két esetre megoldandó differenciálegyenletként az alábbiakat kapjuk.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial \vec{H}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial \vec{H}}{\partial z} \right) = j \omega \mu_0 \vec{H} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} = j \omega \mu_0 \sigma \vec{E} \quad (2)$$

ahol σ a vezetőképességet, ω a körfrekvenciát, μ_0 a vákuum permeabilitását jelenti.

A határfeltételek H polarizációra

$$\vec{H}_{z=0} = \vec{H}_0 = \text{const. és } \vec{H}_{z=f(x)} = 0,$$

továbbá a két szélén az inhomogenitástól távol a horizontálisan rétegzett fél-
térnek megfelelő téreloszlást kell kapnunk. A figyelembe veendő keresztmet-
szet a felszín és az aljzat közé esik.

A határfeltételeket illetően az E -polarizációnál már összetettebb a helyzet.
Itt a levegőben egy bizonyos d magasságban írható csak fel, hogy

$$\left(\vec{E} + j \frac{c}{\omega} \frac{\partial \vec{E}}{\partial z} \right)_{z=-d} = 2\vec{E}_0 = \text{const.}$$

Az alsó szigetelőben pedig a vezetőtől eléggé messze, $z = d$ távolságban

$$\left(\vec{E} - j \frac{c}{\omega \sqrt{\epsilon_r}} \frac{\partial \vec{E}}{\partial z} \right)_{z=d} = 0,$$

ahol c a fény terjedési sebességét, ϵ_r pedig a dielektromos állandót jelenti.

A d távolságot úgy kell megválasztani, hogy elég nagy legyen a hullámok
vezetőrétegbeli behatolási mélységéhez képest, de elhanyagolható a hullámhossz
mellett. A szigetelők és vezetők között \vec{E} és $d\vec{E}/dz$ folytonosan mennek át.
Az E polarizációnál tehát a metszethez a levegőből és az aljzataból is megfelelő
vastagságú réteg járul.

Alkalmazzuk az egyes polarizációknál az alábbi transzformációkat:

H polarizáció

$$u = th \frac{x}{\Delta}$$

$$w = \frac{z}{f(x)}$$

$$h = \frac{\vec{H}}{\vec{H}_0}$$

E polarizáció

$$u = th \frac{x}{\Delta}$$

$$w = \frac{z}{\Delta}$$

$$e = \frac{\vec{E}}{\vec{E}_0} \frac{c}{2\omega \delta}$$

ahol Δ egy a frekvenciától független és az alakzat változási hosszúságának nagy-
ságrendjébe eső, hosszúság-dimenziójú mennyiség, továbbá

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_0 \sigma_0}} \quad \text{és} \quad \sigma_0 = \sigma(0,0).$$

Ezzel egyrészt dimenzió nélküli mennyiségeket vezetünk be, másrészt a differenciál egyenlet x irányban végtelenbe nyúló érvényességi tartományát H -polarizációnál a

$$-1 \leq u \leq +1 \quad \text{és} \quad 0 \leq w \leq 1,$$

E polarizációnál pedig a

$$-1 \leq u \leq 1 \quad \text{és} \quad -\frac{d}{\Delta} \leq w \leq \frac{d}{\Delta}$$

téglalapokba transzformáljuk (1.b. és 1.c. ábra).

Az említett transzformációkat elvégezve (1) és (2) az alábbi formát öltik

$$\begin{aligned} (1-u^2) \left\{ w \frac{g'(u)}{g(u)} \frac{\partial}{\partial w} \left[r(u, w) (1-u^2) \left(\frac{w g'(u)}{g(u)} \frac{\partial \vec{h}}{\partial w} + \frac{\partial \vec{h}}{\partial u} \right) \right] + \right. \\ \left. + \frac{\partial}{\partial u} \left[r(u, w) (1-u^2) \left(\frac{w g'(u)}{g(u)} \frac{\partial \vec{h}}{\partial w} + \frac{\partial \vec{h}}{\partial u} \right) \right] \right\} + \\ + g(u) \frac{\partial}{\partial w} \left[r(u, w) g(u) \frac{\partial \vec{h}}{\partial w} - j \vec{h} \frac{\Delta^2}{\delta^2} \right] = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

és

$$(1-u^2)^2 \frac{\partial^2 \vec{e}}{\partial u^2} - 2u(1-u^2) \frac{\partial \vec{e}}{\partial u} + \frac{\partial^2 \vec{e}}{\partial w^2} - 2s(u, w) \left(\frac{\Delta}{\delta} \right)^2 j \vec{e} = 0 \quad (4)$$

ahol

$$\begin{aligned} g(u) &= \frac{\Delta}{f(\Delta \operatorname{arth} u)}, \\ r(u, w) &= \frac{\sigma_0}{\sigma[\Delta \operatorname{arth} u, w f(\Delta \operatorname{arth} u)]}, \\ s(u, w) &= \frac{\sigma(\Delta \operatorname{arth} u, \Delta w)}{\sigma_0}. \end{aligned}$$

A felső és alsó szinten a határfeltételek H polarizációnál

$$\vec{h}_{w=0} = 1 \quad \text{és} \quad \vec{h}_{w=1} = 0,$$

E polarizációnál pedig indokolt elhanyagolásokkal élve

$$\left(\frac{\partial \vec{e}}{\partial w} \right)_{w=-\frac{d}{\Delta}} = -j \quad \text{és} \quad \left(\frac{\partial \vec{e}}{\partial w} \right)_{w=\frac{d}{\Delta}} = 0$$

lesznek.

A (3) és (4) parciális differenciál-egyenleteket az ún. egyenesek módszerével oldottuk meg numerikusan. Ehhez a $-1 \leq u \leq 1$ tartományt $u = \operatorname{const.}$ egyenesekkel n egyenlő részekre osztjuk (1.b. ábra).

Mindegyik egyeneshez h -nak vagy e -nek egy, csupán a w -tól függő függvénye tartozik. Ezekben az u -szerinti első és második deriváltat a szomszédos egyenesekhez tartozó függvényértékek differenciáival közelítjük. Ez utóbbiakat helyettesítve — mivel a szélső egyenesekre a függvények alakulása ismert $(n-1)$ számú közönséges differenciálegyenletet kapunk. Így feladatunkat közönséges differenciál-egyenletrendszer megoldására vezettük vissza, amely numerikusan már kezelhető.

A tényleges számításnál a komplex függvényeket valós és képzetes részekre kell felbontani, amely kétszer annyi függvényt és differenciálegyenletet jelent.

A számítások eredményeként végső fokon egy-egy egyenesre megkapjuk a normált térerősségek mélység szerinti változását, amiből a Maxwell-egyenletek felhasználásával meghatározható a bemeneti impedancia (Z) és ebből a látszólagos fajlagos ellenállás-értékek.

H -polarizációnál

$$\vec{Z}_H = - \frac{1}{f(x)} \left(\frac{1}{\sigma \vec{h}} \frac{\partial \vec{h}}{\partial w} \right)_{w=0}$$

E -polarizációnál pedig

$$\vec{Z}_E = -j \omega \mu_0 \left(\frac{\Delta \vec{e}}{\frac{\partial \vec{e}}{\partial w}} \right)_{w=0}$$

lesz az impedancia.

Így tehát a bemeneti impedanciák az egyenesek $w = 0$ pontjában numerikusan megkaphatók.

* * *

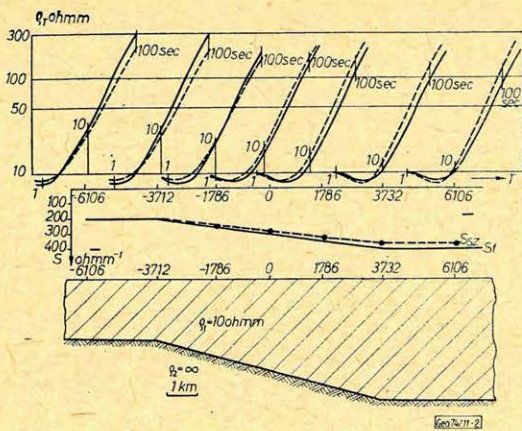
A következőkben bemutatom számításaink néhány eredményét, amelyet egy *ODRA 1204*. típusú számítógéppel kaptunk. A 2–4. ábrákon alul a metszet látható. Fölötte a tényleges átlagos vezetőképességnek (S_l), valamint a H polarizációs frekvenciaszondázási görbéből számított átlagos vezetőképességnek (S_{sz}) diagramja van feltüntetve. Az ábrák felső része a frekvenciaszondázási görbéket mutatja. A H polarizációra folytonos, az E polarizációra szaggatott vonallal rajzoltuk meg őket. A görbéken a $T = 1, 10, 100$ sec periódusidőhöz tartozó pontokat függőleges vonalszakaszok behúzásával jelöltük meg.

1. Elfedett monoklinális szerkezet esetén a következő törvényszerűségek állapíthatók meg (2. ábra).

1.1. A H -polarizációs görbék alakra gyakorlatilag nem torzulnak a horizontális féltér felett mérthez képest, csupán párhuzamos eltolódást szenvednek az inhomogenitás hatására.

1.2. Az E -polarizációs görbék a H polarizációnál szélesebb x intervallumra kiterjedő jellegzetes torzulását az ábra jól szemlélteti. Az emelkedő ágak hajlásszöge a szerkezet kiemelt része felett kisebb, a lesüllyedt részen nagyobb a vízszintes aljzatnak megfelelő 63° -nál.

1.3. Az impedancia-ellipszisek nagytengelyei az ún. S tartományban a kiemelt rész felett dőlés-, a mélyebb helyek felett csapásirányúak. Kisfrekvenciánál fordított a helyzet. Ezért az impedancia-ellipszisek a frekvencia függvényében 90° -kal elfordulnak.



2. ábra. A tér torzulása elfedett monoklinális szerkezet fölött

Рис. 2. Искажение поля над погребенной моноклинальной структурой

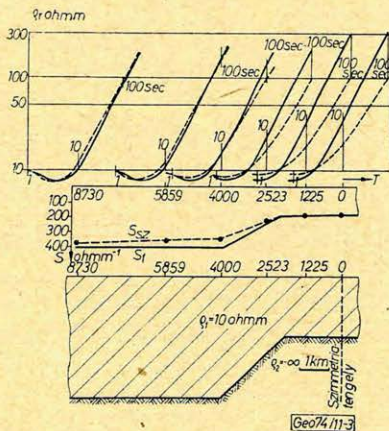
Fig. 2. Distortion of the field over buried monocline structure

1.4. A H -polarizációs görbékből számított mélység a mélyebb részen az inhomogenitás hatására csökken. Az eltérés a ténylegestől a dőlésszög függvénye. A kiemelet helyzetű részen számított mélység még az inhomogenitás közelében is a ténylegesnek megfelelő.

2. A 3. ábra alapján elfedett antiklinális szerkezetekre az alábbi törvény-szerűségek állapíthatók meg.

2.1. A H -polarizációs görbék alakra gyakorlatilag nem torzulnak a horizontális feltér fölött mérhető képest, csupán párhuzamos eltolódást szenvednek az inhomogenitás hatására.

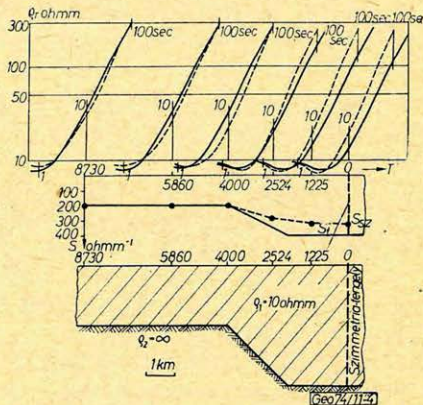
2.2. Az E -polarizációs görbék eltérése a H -polarizációtól már az antiklinától távol megkezdődik. Az S tartományban a kiemelet részen a hajlásszög



3. ábra. A tér torzulása elfedett antiklinális szerkezet fölött

Рис. 3. Искажение поля над погребенной антиклинальной структурой

Fig. 3. Distortion of the field over buried anticline structure



4. ábra. A tér torzulása elfedett szinklinális szerkezet fölött

Рис. 4. Искажение поля над погребенной синклиальной структурой

Fig. 4. Distortion of the field over buried syncline structure

kisebb 63° -nál. A görbék eltérése a tetőpont felett a legnagyobb és az antiklinális szélességének csökkenése növeli azt.

2.3. Az impedancia-ellipszisek az S tartományban a kiemelt rész fölött dőlés-irányúak. Megnyúltságuk és irányítottságuk egy ponton frekvencia függő. A frekvencia csökkenésével megnyúltságuk csökken, majd körre válnak és csapásirányúvá fordulnak át.

2.4. A H -polarizációs frekvencia-szondázási görbékből számított mélység a tetőn a ténylegesnek megfelelő, az antiklinális környezetében viszont kisebb annál.

3. A 4. ábra az elfedett szinklinális esetét mutatja, amelyről a következők állapíthatók meg.

3.1. A H -polarizációs görbék alakra gyakorlatilag nem torzulnak a horizontális féltér felett mérthez képest, csupán párhuzamos eltolódást szenvednek az inhomogenitás hatására.

3.2. Az E -polarizációs görbék alakjának eltérése a H -polarizációtól már a szinklinálistól távol megkezdődik, és a szinklinális közepe felett a legnagyobb. Itt az S tartományban a hajlásszög nagyobb 63° -nál.

3.3. Az impedancia-ellipszisek megnyúltsága és irányítottsága egy ponton frekvencia-függő. Az S tartományban a szinklinális fölött az ellipszisek csapás-irányúak. A frekvencia csökkenésével megnyúltságuk csökken, majd körre válnak és dőlésirányúvá fordulnak át. Ez a hatás azonban kisebb, mint az antiklinálisnál.

3.4. A H -polarizációs frekvencia-szondázási görbékből számított mélység a szinklinális fölött kisebb a ténylegesnél. A szinklinális szűkülésével ez egyre hangsúlyozottabbá válik és a szárnyak ábrán látható 45° -os dőlésszöge mellett 1 km -es alsó szélességnél a szerkezet már csupán mintegy 10% -os változást idéz elő S értékében a tényleges 100% -os változás mellett.

* * *

A fentiekből megállapítható, hogy a magnetotellurikus tér torzulása még ilyen viszonylag egyszerű modellek esetén is összetett. Az információtartalom függ a polarizációtól, így a kvantitatív értékelésnek korlátai vannak. Emiatt a móddal minél pontosabb megválasztásához törekedni kell több magnetotellurikus paraméter frekvencia szerinti és térbeli eloszlásának meghatározására.

Közelítő eljárás háromdimenziós testek gravitációs és mágneses hatásának kiszámítására

H A Á Z I S T V Á N

M. H. P. Bott még 1963-ban két eljárást közölt háromdimenziós testek hatásával értelmezhető földmágneses anomáliák számítógépre alkalmazható kiszámítására. Egyik eljárása az anomália horizontális komponense számára a függőleges koordináta és a térbeli távolság hányadosában harmadfokú eredményre vezetett. Az előadásban tárgyalandó eljárásunk ezzel szemben elsőfokú eredményre vezet. Bott eredménye mégsem hibás: elsőfokú kifejezésünk alkalmas átalakítással átmegegyezik Bott harmadfokú eredményébe.

A földmágneses anomália vertikális komponensére kapott eredményünk megegyezik Bott eredményével.

Eljárásunk Bott tárgyalásán túlmenően a háromdimenziós hatótest tömegvonzása okozta gravitációs anomália kiszámítására is alkalmas és erre is jól kezelhető eredményre vezet.

Еще в 1963 году М. Х. П. Бот опубликовал два метода для вычисления геомагнитных аномалий на ЭВМ, которые могут быть приписаны эффекту трехмерных тел. Один из этих методов привел к результату третьей степени в частном вертикальной координаты и пространственного расстояния для горизонтальной компоненты аномалии. Наш способ, обсуждаемый в докладе, приводит, однако, к результату первой степени. Результат Бота все-таки не является ошибочным: наше выражение первой степени перейдет при соответствующем преобразовании в результат третьей степени Бота.

Результат, полученный нами для вертикальной компоненты геомагнитной аномалии, совпадает с результатом Бота.

Выходя за пределы изложения Бота, наш метод является пригодным для вычисления аномалии силы тяжести, вызванной тяготением трехмерного тела, и приводит к удобному в работе результату.

As early as 1963 M.H.P. Bott published two methods for calculating geomagnetic anomalies attributed to the effect of three-dimensional bodies by computers. One of his methods lead to a third-degree result in the quotient of the vertical coordinate and spatial distance for the horizontal component of the anomaly. Our method discussed in this paper leads to a first-degree result. Bott's result, nevertheless, is correct: our first-degree expression can be transformed into the third-degree result of Bott.

The result obtained by us for the vertical component of geomagnetic anomalies corresponds to Bott's result.

Exceeding the limits of Bott's discussion our method is also suitable to calculate the gravitational attraction of three-dimensional bodies and leads to a result which can be readily handled.

Ismeretes, hogy a földi nehézség gyorsulásának a V térfogatú, σ sűrűségű homogén hatótest tömegvonzása által a tér $P(x, y, z)$ pontjában előidézett Δg anomáliája a

$$\Delta g = f \sigma \int \int \int_V \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} d\xi d\eta d\zeta \quad (1)$$

képlettel fejezhető ki.

Ebben a képletben

f a tömegvonzás NEWTON-féle állandóját,
 r a V ható test $Q(\xi, \eta, \zeta)$ pontja és a tér $P(x, y, z)$ pontja meghatározta távolság pozitív mérőszámát jelenti, és a
 z és ζ koordináták tengelye függőlegesen lefelé irányul.

Az (1) képletben kijelölt integrálás megkönnyítésére és a további tárgyalás egyszerűsítésére vezessük be itt a V ható test $Q(\xi, \eta, \zeta)$ pontjainak a $P(x, y, z)$ pontra vonatkozó relatív koordinátáit és jelöljük ezeket a

$$\xi - x = a \quad \eta - y = b \quad \zeta - z = c \quad (2)$$

egyenlőségek szerint a, b, c -vel.

LANCASTER—JONES (1929) szintén háromdimenziós hatákszámításban: háromdimenziós testek EÖTVÖS-ingával kimutatható hatásainak kiszámítását tárgyaló közleményében alkalmazta ezt a jelölést.

Az a, b, c relatív koordináták bevezetésével a Δg anomália (1) képlete nyilván a

$$\Delta g = -f\sigma \int \int \int_V \frac{\partial}{\partial c} \frac{1}{r} da db dc \quad (3)$$

képletbe megy át.

Integráljunk itt először a c változó szerint. Az $\frac{1}{r}$ függvény c szerint képezett deriváltjának legegyszerűbb határozatlan integrálja e c változó szerint maga az $\frac{1}{r}$ függvény, az a és b változóktól függő $c_1(ab)$ alsó határtól a $c_2(ab)$

felső határig képezett határozott integrálja pedig a $\frac{1}{r}$ függvény e határhelyeken felvett értékeinek a különbsége.

Az integrálás határhelyein felvett értékek különbségét a szokásos szögletes zárójeles jelöléssel kifejezve és az a és b változók szerint még elvégzendő integrálás eredményét numerikus összegezéssel megközelítve arra az eredményre jutunk, hogy a földi nehézség gyorsulásának e V térfogatú, σ sűrűségű homogén hatótest tömegvonzása által a P pontban előidézett Δg anomáliája a

$$\Delta g \approx -f\sigma \sum_a \sum_b \left[\frac{1}{r} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b \quad (4)$$

közelítő képlettel számítható ki.

Minthogy a z és ζ koordinátákkal együtt a c relatív koordináták tengelye is függőlegesen lefelé irányul, a $c_1(a, b)$ alsó határ itt a V ható test felső, a $c_2(a, b)$ felső határ pedig a V ható test alsó határfelületének az (a, b) vízszintes koordinátáktól függő c koordinátáját, vagyis a P pont szintjétől számított mélységét jelenti, az (a, b) vízszintes koordinátájú függőleges ordinátavonal V felületi metszéspontjaiban.

A V hatótest alsó és felső határfelületének mélységi adatai e felületek szintvonalas térképével vagy más alkalmas módon adhatók meg.

Ugyancsak ismeretes, hogy a földmágneses térerősség függőleges összetevőjének a V térfogatú, I_x, I_y, I_z mágnesezésű homogén mágneses ható test mágneses hatása által a tér $P(x, y, z)$ pontjában előidézett ΔZ anomáliája a

$$\Delta Z = I_x u_{zx} + I_y u_{zy} + I_z u_{zz} \quad (5)$$

képlettel fejezhető ki.

Ebben a képletben az u_{zx} , u_{zy} , u_{zz} jelölések a V hatótest $Q(\xi, \eta, \zeta)$ pontja és a tér $P(x, y, z)$ pontja meghatározta r távolság reciprokából a zx , zy , zz változó-párok szerint képezett második deriváltaknak a ható test V térfogatára kiterjesztett integráljait jelentik az

$$u_{zx} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial z \partial x} d\xi d\eta d\zeta \quad (6)$$

$$u_{zy} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial z \partial y} d\xi d\eta d\zeta \quad (7)$$

$$u_{zz} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial z^2} d\xi d\eta d\zeta \quad (8)$$

képletek szerint; a z és ζ koordináták tengelye itt is függőlegesen lefelé irányul.

A (2) egyenlőségekkel értelmezett a, b, c relatív koordináták bevezetésével a (6), (7), (8) képletek az

$$u_{zx} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial c \partial a} da db dc \quad (9)$$

$$u_{zy} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial c \partial b} da db dc \quad (10)$$

$$u_{zz} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial c^2} da db dc \quad (11)$$

képletekbe,

ezek pedig az integrálandó függvényekben az a, b, c változók szerint kijelölt deriválások elvégzésével az

$$u_{zx} = - \iiint_V \frac{\partial}{\partial c} \left(\frac{a}{r^3} \right) da db dc \quad (12)$$

$$u_{zy} = - \iiint_V \frac{\partial}{\partial c} \left(\frac{b}{r^3} \right) da db dc \quad (13)$$

$$u_{zz} = - \int_V \int \int \frac{\partial}{\partial c} \left(\frac{c}{r^3} \right) da db dc \quad (14)$$

képletekbe mennek át.

Integráljunk itt is először a c változó szerint.

Az itt zárójelbe tett függvények c szerint képezett deriváltjainak leg-egyszerűbb határozatlan integráljai e c változó szerint maguk a zárójelbe tett függvények, az a és b változóktól függő $c_1(a, b)$ alsó határtól a $c_2(a, b)$ felső határig képezett határozott integráljuk pedig a zárójelbe tett függvények e határhelyeken felvett értékeinek különbségei.

Az integrálás határhelyein felvett értékek különbségeit a szokásos jelölés-
sel kifejezve és az a és b változók szerint még elvégzendő integrálások eredmé-
nyét itt is numerikus összegezéssel megközelítve, az u_{zx} , u_{zy} , u_{zz} integrálok

$$u_{zx} \approx - \sum_a \sum_b \left[\frac{a}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b \quad (15)$$

$$u_{zy} \approx - \sum_a \sum_b \left[\frac{b}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b \quad (16)$$

$$u_{zz} \approx - \sum_a \sum_b \left[\frac{c}{r^3} \right]_{c_2(a,b)}^{c_1(a,b)} \Delta a \Delta b \quad (17)$$

közelítő képleteihez,

és ezeket a ható test mágnesezettségének I_x , I_y , I_z összetevőivel rendre megszorozva és összeadva arra az eredményre jutunk, hogy a földmágnesség függőleges térerősségének a V térfogatú, I_x , I_y , I_z mágnesezettségű homogén mágneses ható test mágneses hatása által a P pontban előidézett ΔZ anomá-
liája a

$$\begin{aligned} \Delta Z \approx & -I_x \sum_a \sum_b \left[\frac{a}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b - \\ & -I_y \sum_a \sum_b \left[\frac{b}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b - I_z \sum_a \sum_b \left[\frac{b}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b \end{aligned} \quad (18)$$

közelítő képlettel számítható ki.

Ismeretes továbbá, hogy a földmágneses térerősség vízszintes összetevőjének a V térfogatú, I_x , I_y , I_z mágnesezésű homogén mágneses ható test mágneses hatása által a tér $P(x, y, z)$ pontjában előidézett ΔH anomáliája a

$$\Delta H = I_x u_{xx} + I_y u_{xy} + I_z u_{xz} \quad (19)$$

képlettel fejezhető ki.

Ebben a képletben u_{xx} , u_{xy} , u_{xz} a V hatótest $Q(\xi, \eta, \zeta)$ pontja és a tér $P(x, y, z)$ pontja meghatározta r távolság reciprokából az xx , xy , xz változópa-
rok szerint képezett második deriváltaknak a ható test V térfogatára kiterjesz-
tett integráljait jelentik az

$$u_{xx} = \int_V \int \int \frac{\partial^2}{\partial x^2} \frac{1}{r} d\xi d\eta d\zeta \quad (20)$$

$$u_{xy} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x \partial y} d\xi d\eta d\zeta \quad (21)$$

$$u_{xz} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial x \partial z} d\xi d\eta d\zeta \quad (22)$$

képletek szerint. Az x és ξ koordináták tengelye itt a földmágneses észak felé, a z és ζ , koordináták tengelye pedig itt is függőlegesen lefelé irányul.

A (2) egyenlőségekkel értelmezett a, b, c relatív koordináták bevezetésével e (20), (21), (22) képletek az

$$u_{xx} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial a^2} da db dc \quad (23)$$

$$u_{xy} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial a \partial b} da db dc \quad (24)$$

$$u_{xz} = \iiint_V \frac{\partial^2 \frac{1}{r}}{\partial a \partial c} da db dc \quad (25)$$

képletekbe mennek át.

A (23) és (24) képletekben kijelölt integrálok átalakítása jóval körülményesebb, mint a megfelelő (9) és (10) integráloké.

Ezt a körülményesebb átalakítást és a c változó szerint az integrálást elvégezve, az a és b változók szerint elvégezendő integrálás eredményét itt is numerikus összegezéssel megközelítve, az

$$a^2 + b^2 = \varrho^2 \quad (26)$$

jelölést alkalmazva, és figyelembe véve, hogy a (25) képlettel kifejezett u_{xz} integrál a (17) közelítő képlettel már kifejezett u_{xx} integrállal azonos, az u_{xx}, u_{xy}, u_{xz} integrálok

$$u_{xx} \approx \sum_a \sum_b \left[\frac{c}{\varrho^2 r} \left(\frac{2a^2}{\varrho^2} + \frac{a^2}{r^2} - 1 \right) \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \quad (27)$$

$$u_{xy} \approx \sum_a \sum_b \left[\frac{abc}{\varrho^2 r} \left(\frac{2}{\varrho^2} + \frac{1}{r^2} \right) \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \quad (28)$$

$$u_{xz} = u_{zx} \approx - \sum_a \sum_b \left[\frac{a}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \quad (29)$$

közelítő képleteihez jutunk.

Ezeket a képletek pedig a ható test mágnesezettségének I_x, I_y, I_z össze-
tevéivel rendre megszorozva és összeadva végül azt az eredményt kapjuk,
hogy a földmágnesség vízszintes térerősségének a V térfogatú, I_x, I_y, I_z mág-
nesezettségű homogén mágneses ható test mágneses hatása által a P pontban
előidézett ΔH anomáliája a

$$\begin{aligned} \Delta H \approx & I_x \sum_a \sum_b \left[\frac{c}{\varrho^2 r} \left(\frac{2a^2}{\varrho^2} + \frac{a^2}{r^2} - 1 \right) \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b + \\ & + I_y \sum_a \sum_b \left[\frac{abc}{\varrho^2 r} \left(\frac{2}{\varrho^2} + \frac{1}{r^2} \right) \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b - \\ & - I_z \sum_a \sum_b \left[\frac{a}{r^3} \right]_{c_1(a,b)}^{c_2(a,b)} \Delta a \Delta b \end{aligned} \quad (30)$$

közelítő képlettel számítható ki.

A légi mágneses mérésekkel mérhető ΔT anomália, amely közel áll a teljes
földmágneses térerősség (totális intenzitás) anomáliájához, a vízszintes térerős-
ség ΔH anomáliájából, a függőleges térerősség ΔZ anomáliájából és a teljes tér-
erősség i inklinációjából az ismeretes

$$\Delta T = \Delta H \cos i + \Delta Z \sin i \quad (31)$$

közelítő képlettel számítható ki.

Ehhez a számításhoz tehát a (18), illetve a (30) képlettel kiszámítható
 ΔZ és ΔH anomáliákon kívül az i inklináció ismerete is szükséges.

A Δg gravitációs anomália kiszámítására közölt (4) és a $\Delta Z, \Delta H, \Delta T$ mág-
neses anomáliák kiszámítására közölt (18), (30), (31) közelítő képletek gépesi-
tésre is igen alkalmasak és a gravitációs és mágneses anomáliák értelmezésében
hasznos szerepük lehet.

Tárgyalásunkban a $\Delta g, \Delta Z$ és ΔH anomáliák közelítő képleteinek kiszámí-
tására azt az eljárást követtük, hogy az integrálást szabatosan csak a függő-
leges relatív koordinátát jelentő c változó szerint végeztük el, a vízszintes rela-
tív koordinátákat jelentő a és b változók szerint elvégzendő integrálást pedig
numerikus összegezéssel helyettesítettük.

Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az alsó és felső határfelületeinek szint-
vonalas térképével vagy más alkalmas módon megadott V ható testet az alsó
és felső határfelületei közé beillesztett $\Delta a \Delta b$ alapterületű, négyzet, vagy téglalap
alapú függőlegesen álló homogén derékszögű hasábokra, oszlopokra bontjuk
és a test által előidézett Δg , illetve $\Delta Z, \Delta H$ és ΔT hatást vagy anomáliát e ha-
sáb vagy oszlopok összetevődő hatásával igyekszünk megközelíteni.

Ha a V ható test nem teljesen homogén, de homogén részekből tehető
össze, akkor homogén részenként kell az oszlopokra bontást és az oszlopok
hatásának kiszámítását és összegezését elvégezni. Természetesen az egész test
hatása e homogén résztestek hatásainak az összege.

Ha pedig a $\Delta a \cdot \Delta b$ részterületekre történő felbontás nem mindenütt egyenlő
közű, hanem pl. a P pont közelében sűrűbb, távolabb ritkább közű, akkor
természetesen egyenlő közű területrészenként kell a c változó szerint elvégzett
integrálás eredményét a megfelelő $\Delta a \cdot \Delta b$ alapterületekkel szorozva össze-
adni.

A c változó szerint elvégzett integrálások és az a és b változók szerint elvégzett numerikus összegeзések határait természetesen mindig arra a P pontra vonatkozó c , illetve a és b relatív koordinátákban kell megadni, amely P pontra vonatkozóan a Δg , illetve ΔZ , ΔH vagy ΔT hatást vagy anomáliát kiszámítani kívánjuk.

A tárgyalt képletekben a σ sűrűséggel, illetve az I_x , I_y , I_z mágnesezés-összetevőkkel a c változó szerint elvégzett integrálás és az a és b változók szerint elvégzett kettős összegeзés eredményét kell megszorozni. Ezért a hatás kiszámítását több különböző felvett sűrűség-, illetve mágnesezettség-értékre is elvégezhetjük a sűrűséggel, illetve a mágnesezettség-összetevőkkel szorzandó képletrészek számításának megismétlése nélkül.

M. H. P. BOTT még 1963-ban két, számítógépre alkalmazható eljárást közölt háromdimenziós testek mágneses hatásának kiszámítására.

Második eljárásában BOTT is azt a közelítést alkalmazta, hogy a ható test térfogatára kiterjesztett integrálást csak a függőlegesen lefelé irányuló koordinátát jelentő, általa z -vel jelölt változó szerint végezte el és ennek az integrálásnak az eredményét numerikusan integrálta (illetve összegezte) az észak és kelet felé irányuló koordinátákat jelentő x , y változók szerint.

Ez az eljárása a földmágneses térerősség vízszintes összetevőjének ΔH anomáliájára a függőleges z relatív koordináta és a térbeli r távolság hányadosában harmadfokú eredményre vezetett, a megfelelő c relatív koordináta és az r távolság hányadosában általam a (30) képletben közölt elsőfokú eredmény helyett.

Igen érdekes azonban, hogy mindegyik eredmény helyes: BOTT $\frac{z}{r}$ -ben harmadfokú eredménye alkalmas átalakítással átmegy az általam közölt, $\frac{c}{r}$ -ben elsőfokú eredménybe.

A földmágnesség függőleges térerősségének ΔZ anomáliájára általam közölt (18) képlet csak a jelölésben különbözik a BOTT által közölt kélettől.

Láttuk, hogy az általam követett tárgyalás a háromdimenziós testek tömegvonzása által előidézett Δg nehézségi gyorsulás-anomália közelítő kifejezésére is alkalmas és erre s egyszerű, jól kezelhető, gépesítésre is alkalmas képlethez vezet.

BOTT idézett közleménye nem foglalkozott a Δg anomália kifejezésével.

IRODALOM

M.H.P. Bott: Two Methods Applicable to Computers for Evaluating Magnetic Anomalies Due to Finite Three Dimensional Bodies. Geoph. Prosp. Vol. XI. No 3, 1963 Sept.

A Dunántúli Középhegység mélyszerkezetének vizsgálata inhomogén MT modellel (Az „S”-hatásról)

Á D Á M A N T A L

A szerző a középhegységi kutatások jelentőségének méltatása után bemutatja a Bakonyt ÉNy – DK-i irányban átmetsző szelvény mentén a kéregben észlelt jól vezetőképű képződmény mélységváltozását. A felszíni üledék vastagságváltozása („S-hatás”) miatt jelentkező torzulásokat transzformációs eljárásokkal korrigálja és így az elméletileg legjobban megalapozott mélységértékeket adja meg. Ezeket az „E polarizációhoz” tartozó mélységértékeket a vázolt elméleti megfontolások szerint a medencealjzat ($\rho = \infty$) csapásirányában mért elektromos komponens segítségével határozta meg. A medencealjzatnak ezen (a gravitációs izovonalakétól kissé eltérő) elektromos anizotrópia-irányának pontos kijelölése végett az impedancia-polárdiagramok $[Z_{xy}(\alpha)]$ és az impedancia-ellipszisek $[Z(\alpha)]$ összehasonlító elemzését is bemutatja.

Feltételezi, hogy a jólvezető képződmény a paleozoikum valamelyik emeletéhez tartozik, amely a középhegységi vályú tektonikai kialakulásában részt vett, tehát reliefjéből a Középhegység mélyszerkezetére következtet. Egyik lényeges megállapítás szerint ez a kéregben jólvezető horizont a Bakony felé (D-re) hasonló jellegű elmélyüléssé, mint a melyen a Mohorovičić diszkontinuitás.

Оцени в значение разведки в районе Средневенгерских гор, автор показывает изменение глубины залегания хорошо проводящей формации, наблюдаемое в коре вдоль профиля, пересекающего Баконьские горы по направлению от СЗ к ЮВ. Искажения, связанные с изменениями мощности осадочного чехла („эффект S”), поправляются трансформационными способами и, таким образом, получают значения глубины, имеющие наилучшее теоретическое обоснование. Эти значения глубины, относящиеся к „поляризации E”, в соответствии с теоретическими соображениями были определены при помощи электрической компоненты, измеренной по простиранию основания бассейна ($\rho = \infty$). Для точного намечания направления электрической анизотропии основания бассейна (которое немного отклоняется от гравиметрических изолиний) был проведен сравнительный анализ полярных диаграмм импеданса $[Z_{xy}(\alpha)]$ и эллипсов импеданса $[Z(\alpha)]$.

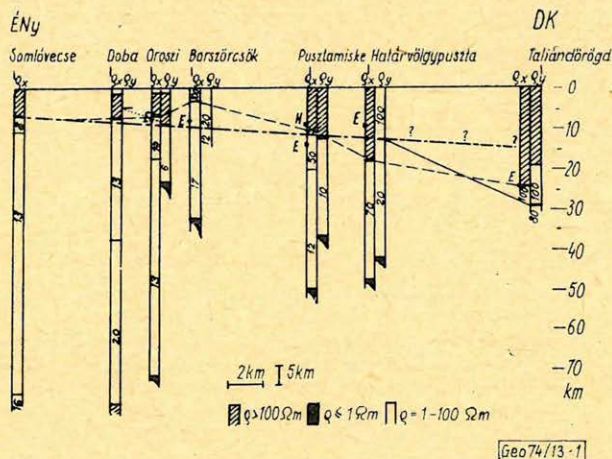
Предполагается, что хорошо проводящая формация относится к одному из ярусов палеозоя, который принял участие в образовании среднегорной впадины, значит, по его рельефу можно сделать вывод о глубинной структуре Средневенгерских гор. По одному из существенных соображений проводящий горизонт в коре погружается к Баконьским горам (к югу) подобно разделу Мохоровичина.

Having appreciated the survey carried out in the Middle Range, the author shows depth changes of the conductive formation observed along a profile crossing the Bakony mountain in NW – SE direction. Distortions due to thickness variations of the superficial sediments (“S-effect”) are corrected by transformation procedures thus the indicated depth values are best supported theoretically. These depth values belonging to the “E-polarization” were determined with the help of the electric component measured along the strike of the basin’s bottom ($\rho = \infty$) in accordance with the mentioned theoretical considerations. In order to define the accurate direction of this electric anisotropy of the basin’s bottom (slightly deviating from the gravity isolines) a comparative analysis of the impedance polar-diagrams $[Z_{xy}(\alpha)]$ and of the impedance ellipses $[Z(\alpha)]$ was also carried out.

It is assumed that the conductive formation belongs to one of the Paleozoic stages, taking part in the formation of the Middle Range trough, thus its relief permits conclusions as to the deep structure of the Middle Range. According to one of the important conclusions this conductive horizon in the crust sinks towards the Bakony mountain (to South) similarly to the Mohorovičić discontinuity.

A Dunántúli Középhegységben és annak előterében a preausztriai medencealjzat, valamint a kristályos alaphegység felszínének és belső szerkezetének kutatása mind módszertani, mind földtani értelmezés tekintetében sok problémát rejt magában. Ez igazolja azoknak a geofizikai vizsgálatoknak a szükségességét, amelyek a fenti földtani képződményeknek a mélységtartományában hatékonyaknak bizonyulnak.

A Bakony ÉNy-i előterében és a Déli Bakonyban végzett tellurikus (RTFSZ) és magnetotellurikus szondázások (MTSZ), mint ismeretes [1], [2], jólvezető réteget jeleznek a földkéregben. Ennek mélysége a Somló környéki, főként \bar{E} -ra fekvő üledékes területen átlagosan 7 km. Megfontolásunk szerint a jólvezető képződmény grafit, grafitos pala és feltehetően a mezozoos karbonátos rétegsor alatt van [3], a paleozoikum egyik emeletéhez sorolható és így térbeli helyzetének meghatározása a Középhegység mélyszerkezetének vizsgálatakor előnyösen felhasználható. E területtől D-re a hagyományos MT-elrendezés mellett $\bar{E}-D$ -i (x) és $K-Ny$ -i (y) irányban mért szondázási görbék a jólvezető réteg elmélyülését mutatják. Elméleti modellszámítás az 1. ábrán



1. ábra. MT rétegszelvény a Bakony ÉNy előterében és a Déli Bakonyban
 Рис. 1. Разрез МТЗ в северо-западном форланде Южных Баконьских гор
 Fig. 1. MT section in the NW foreland of the Southern Bakony mountain

látható rétegsort adta. A ρ_x és ρ_y görbéknek megfelelő rétegsor a magneto-tellurikus anizotrópiából adódóan különbözik.

Melyik a reális, illetve mi a reális mélység?

A választ a szondázási görbék jellegéből, a $\rho - \sqrt{T}$ koordinátarendszerben elfoglalt relatív helyzetükből, valamint a mérési terület földtani és geoelektromos sajátosságából adhatjuk meg.

A 2. ábrán látható szondázási görbék ρ értékei annál nagyobbak, minél délebbre mértük azokat a Somlótól. Ez a jelenség az ún. „S-hatásra” utal, amely kifejezi a felszíni jólvezető üledék vastagságváltozásának torzítását a $\rho = \infty$ szint alatti jólvezető képződmény (aljzat) mélységének meghatározására.

Az „S-hatás” csak H polarizációnál jelentkezik, amelynél a mágneses komponens csapásirányú (x).

A határfeltételekből levezetett differenciálegyenlet megoldását Tyihonov és Dmitrijev [4] több feltétel mellett adta meg. Ezek közül kiemeljük az

1. „S” változásának behatárolását dőlésirányban (y)

$$S(y) \begin{cases} S_1 = \text{const} & y > d \\ S_{(y)} & y \leq d \end{cases}$$

ahol d az inhomogenitás, azaz a változó vastagságú üledékes medence szélessége.

2. a

$$|K^2| hH^+ = \omega \mu H^+ S \left(\frac{y}{H^+} \right) \ll 1$$

elektrodinamikai feltételt. Ebben „ h ” a $\rho = \infty$ szint (medencealjzat), H^+ pedig az alatta levő jólvezető réteg mélysége, ω = körfrekvencia, μ = mágneses permeabilitás (MKSA rendszerben).

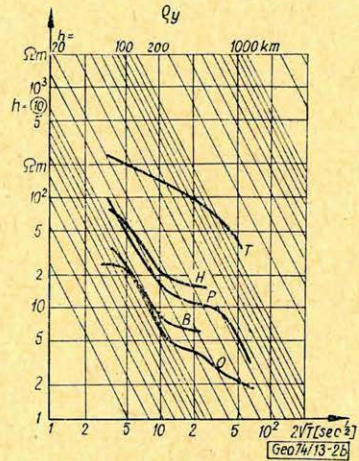
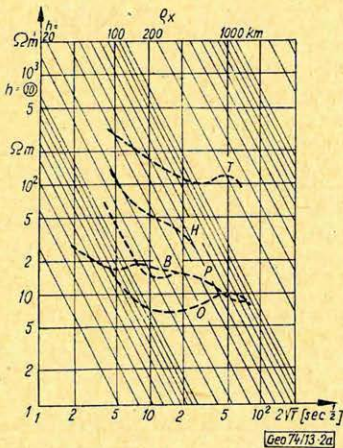
Az impedancia aszimptotáját a

$$Z(y) = -i \omega \mu H^+ \frac{S_1}{S(y)}$$

kifejezés adja, ellentétben a homogén viszonyokat, illetve az E polarizációt jellemző

$$Z = -i \omega \mu H^+$$

összefüggéssel. H -polarizációnál tehát az impedancia, illetve a belőle számított H^+ érték a jólvezető aljzat állandó mélysége mellett ($H^+ = const$) is megváltozik $S(y)$ -al fordított arányban.



2/a. ábra. Q_x magnetotellurikus szondázási görbék (L. 3. ábrán a mérési pontokat)

2/b. ábra. Q_y magnetotellurikus szondázási görbék (L. 3. ábrán a mérési pontokat)

Рис. 2/а. Кривые Q_x МТЗ (См. пункты измерения на рис. 3.)

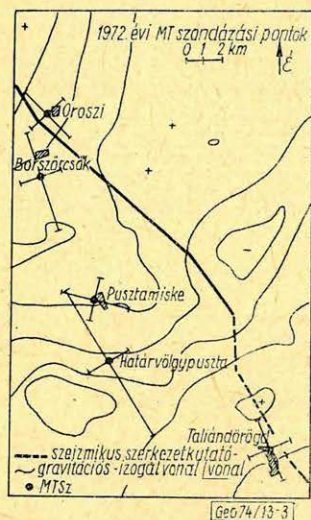
Рис. 2/б. Кривые Q_y МТЗ (См. пункты измерения на рис. 3.)

Fig. 2/a. Q_x diagrams of magnetotelluric sounding. (For sounding points refer to fig. 3.)

Fig. 2/b. Q_y diagrams of magnetotelluric sounding. (For sounding points refer to fig. 3.)

A fentiek alapján az „ S -hatás” kiküszöbölése végett az E polarizációnak megfelelő görbékkel számítjuk a rétegsort. Célszerű azonban meggyőződni arról is, hogy a mélységtorzítás valóban az „ S ” változás következménye-e? Ez a H^+ és $\frac{S_1}{S(y)}$ lineáris összefüggéssel bizonyítható, amelynek a vizsgált területen való

meghatározását azonban a jelenlegi adathiány megnehezíti. Ellenőrizni kell a [4]-ben szereplő feltételek teljesülését is. Kutatási területünkön a Bakony mezozoos tömegének ($\rho \geq 1000 \Omega m$) felszínre bújása a hegység hosszánál lényegesen kisebb távolságon belül történik, ami a jelentős változás szakaszát illeti. Így a megadott térbeli feltétel ($y \leq d$) teljesül. A második feltétel nem –, vagy csak részbeni – teljesülése abból következik, hogy a földkéregbeli (kis-mélységű) jólvezető képződmény már a kis periódusoknál indikálódik. Fel kell hívni a figyelmet arra is, hogy az elméletet jólvezető aljzatra és nem közbe-települt rétegre dolgozták ki. Ez a réteg S értékétől függően eltérést okozhat az elméletben.



3. ábra. Szondázási pontok elhelyezkedése a mérési területen. ~ 50 sec periódusra számított impedancia-ellipszisek tengelyei

Рис. 3. Распределение пунктов зондирования в районе работ. Оси эллипсов импеданса, вычисленных для периода ~ 50 сек.

Fig. 3. Distribution of sounding points over the survey area. Axes of impedance ellipses calculated for periods of ~ 50 sec

Megjegyezzük, hogy a $Z_{xy}(\alpha)$ - és a $Z(\alpha)$ -diagramok elsősorban az irány-sajátságokra nézve egyenértékű információkat adnak. Az irányeltérések leg-feljebb erősen változó jellegű MTSZ esetében jelentkeznek, mint amilyent Borszörcsögnél mértünk. Ezt a következtetést az 1. táblázat adatainak össze-

A 3. ábrán látható izogalvonalak a mérési területen feltételezhetően a medencealjzat csapásvonalának megváltozását mutatják. A Borszörcsőtől É-ra fekvő pontokban az É–D-i, a D-re fekvő pontokban pedig a K–Ny-i irányú csapásvonal az uralkodó.

Így az E polarizációnak hol a ρ_x , hol pedig a ρ_y görbe felel meg. Ezt figyelembe véve az 1. ábrán Somlóvecse és Határvölgypuszta között a jólvezető réteg mélységváltozására egyenes lefutási vonalat kapunk. Taliándörögdnél ez a vonal a nagyobb mélységek felé letörik.

Feltételezve, hogy a medencealjzat ($\rho = \infty$ szint) gravitációs és elektromos reliefje között eltérés lehet, meghatároztuk

a $Z_{xy}(\alpha)$ impedanciadiagramokat és a $Z(\alpha)$ impedanciaellipsziseket [5].

A $Z_{xy}(\alpha)$ impedanciadiagramok szélső értékei alapján különböző periódusokra kiszámítottuk a maximális és minimális fajlagos ellenállás értékeket.

Ezek a medencealjzat dőlésének vagy csapásának közelében fekvő irányokban adják meg a fajlagos ellenállás mélységi változását $\rho - \sqrt{T}$ koordinátarendszerben.¹ Az elektromos anizotrópia-irányok és az izogalvonalak egyezésének, illetve eltéréseinek szemléltetése végett a $\rho(\sqrt{T})$ görbék csökkenő szakaszát jellemző $T = 50$ sec-hoz tartozó impedanciaellipszisek tengelyeit is felrajzoltuk a 3. ábrára.

¹ A ρ értékeket csak akkor ábrázolhatjuk a $\rho - \sqrt{T}$ koordinátarendszerben, ha az impedanciadiagram szélső értékének iránya nem változik a periódus függvényében. Ellenkező esetben a $\rho(\sqrt{T})$ szondázási görbe eltorzul.

hasonlításából is leszűrhetjük. Ellenpéldája lehet ennek az Orosziban kapott elég jól egyező két adatsor (2. táblázat).

(Néhány kiüti értéket megkérdőjeleztünk.)

1. táblázat – таблица – Tabelle

Borszörcsög

Periódus (Sec)	Zxy max		Zxx	Zxy min		Zxx	Zxy max	ϱ_{\max}		ϱ_{\min} érték	$\sqrt{\frac{\varrho_{\max}}{\varrho_{\min}}}$
	érték	irány		Zxy min	érték		irány	érték	irány		
17	3,49	60°	1,05	1,29	130°	1,72	2,7	194	47°	31	2,5
22	2,65	60°	0,33	1,74	125°	1,17	1,5	147	135°	29	2,2
29	2,37	65°	0,45	1,35	145°	0,95	1,76	36	130°	12	1,7
38	1,63	165°	0,35	1,17	90°	0,49	1,4	20	144°	10	1,4
51	1,52	170°	0,23	0,72	85°	0,17	2,1	22	160°	5	2,1
68	1,01	20°	0,25	0,35	120°	0,46	3,3	17	163°	0,9	4,3
89	1,02	25°	0,34	0,31	120°	0,43	3,4	19	6°	2,0	3,1

2. táblázat – таблица – Tabelle

Oroszi

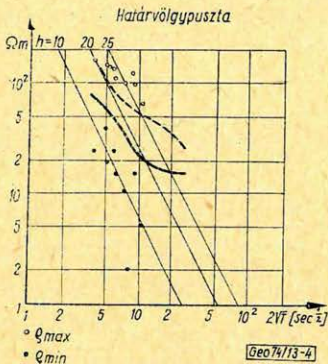
Periódus (Sec)	Zxy max		Zxx	Zxy min		Zxx	Zxy max	ϱ_{\max}		ϱ_{\min} érték	$\sqrt{\frac{\varrho_{\max}}{\varrho_{\min}}}$
	érték	irány		Zxy min	érték		irány	érték	irány		
15	2,99	135°	0,7	1,38	40°	0,6	2,1	31	125°	4	2,8
19	2,98	110°	0,58	1,75	20°	0,6	1,7	39	114°	11	1,9
25	2,69	120°	0,47	1,44	30°	0,34	1,87	39	123°	10	1,98
33	2,11	130°	0,53	1,3	35°	0,29	1,6	32	128°	18	1,3
38	2,42	135°	0,15	1,27	45°	0,4	1,9	34	42°?	24	1,19
44	1,53	135°	0,5	1,22	35°	0,4	1,25	27	135°	12	1,5
58	1,29	145°	0,45	0,85	35°	0,39	1,5	100?	134°	29?	1,87
68	1,4	115°	0,3	0,66	25°	0,4	2,1	313?	115°	21?	3,9
108	0,87	135°	0,05	0,5	20°	0,38	1,7	23,4	134°	1,05	4,7
124	0,95	150°	0,23	0,12	55°	0,24	7,9°	23,9	145°	0,64	6,1
152	0,83	125°	0,25	0,44	25°	0,32	1,9	30	127°	1	5,5

Pusztamiske kivételével valamennyi mérési pontban, amelyekben a jólvezető réteg elmélyülése mutatkozik, az E polarizációnak a ϱ_{\min} értékek felelnek meg, amint az az impedanciadiagramok és az izogalvonalak összehasonlításából kitűnik. Ezek kissé eltérnek a ϱ_x , illetve ϱ_y értékektől, amelyekkel az 1. ábrán a Határvölgypusztáig folyamatosan elmélyülő jólvezető szintet megszerkesztettük.

Az E és H polarizációhoz tartozó ϱ értékek segítségével (L. pl. Határvölgypuszta esetében a 4. ábrán) kapott mélységértékeket a 3. táblázatban adjuk meg. A 3. táblázatban szereplő adatokat az 1. ábrán grafikusán is bemutatjuk E , illetve H megjelöléssel. Ha a jólvezető képződmény, mint feltételezzük, a paleozoikum valamelyik emeletéhez tartozik, amely a középhegységi szinklinális tektonikai kialakulásában részt vett, akkor reliefjéből annak mélyszerkezetére következtethetünk. A jólvezető „réteg” felszíne az E polarizációs görbék alapján is fokozatosan elmélyül a Déli Bakony felé, bár a ϱ_x és ϱ_y görbe alapján számítottnál kisebb mértékben. Taliándörögdnél 10–15 km-es szint-

H+[km]

	E ¹	H ¹	x ²	y ²
I. Oroszi	8	15	6,8	9,2
Borszöröcsög	7	10	3	10
Somlóvásárhely ...	7	6,5	7	7
Pusztamiske	14	9–10	11	12,6
Határvölgypuszta	10	25	18,6	13,1
Taliándörögdt	25	?	25	25 (30)
II. Kisvásárhely	5,5	25	25	18 ¹
Sümegeprága	20		20 ¹	30 ¹

¹ = grafikusan meghatározva² = elméleti görbeszámítással meghatározva

4. ábra. A Határvölgypusztán mért ρ_{\min} és ρ_{\max} értékek \sqrt{T} függvényében, valamint a ρ_x és ρ_y szondázási görbék

Рис. 4. Зависимость значений ρ_{\min} и ρ_{\max} , измеренных в районе Хатарвельдыпуста, от \sqrt{T} , а также кривые ρ_x и ρ_y зондирования

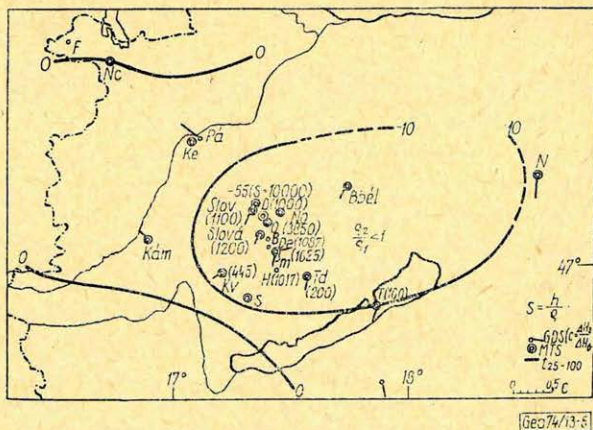
Fig. 4. Values of ρ_{\min} and ρ_{\max} measured at Határvölgypuszta versus \sqrt{T} , and ρ_x and ρ_y diagrams of sounding

ÉNy–DK-i irányban, amely a Somlót és több más, a Balaton környékén fekvő bazalt-vulkánt is magában foglalja.

E jelentős földkéregbeli anomália sajátosságainak további vizsgálata, térbeli elterjedésének pontosítása a vázolt módszertani megfontolások révén, kapcsolata a mélyebb jellegzetes elektromos szintekkel, valamint földtani-földfizikai jelentőségének értékelése további kutatásokat igényel.

ugrás mutatkozik. Ezt, bár a Sümegeprágán és a Tihanyban mért $\rho(\sqrt{T})$ görbék is jelzik, tovább kell vizsgálnunk, mert a fenti feltevésünkkel ellentmondásban van (25 km mélységben valószínűtlen a paleozoikum?) és így felmerül egy mélyebb, az előbbtől független jólvezető réteg lehetősége is. Hasonló diszkordancia Devescértől D-re a Mohorovičić határfelület mélységében is mutatkozik. Feltételezhető tehát az ugrás egy, a felszínhez közelebb fekvő, és nem rugalmassági, hanem elektromos paraméterváltozás mélységében is. Valószínűsíti ezt az, hogy két paraméter között más szinteken (pl. az LVL esetében) jó korreláció van. Megjegyezzük ugyanakkor, hogy az ugrás a jólvezető szintben délebbre jelentkezik, mint a Mohóban.

Az 5. ábra a jólvezető képződmény vastagságváltozásra ad felvilágosítást. Az ábra a jólvezető képződmény horizontális vezetőképességének jelentős csökkenését mutatja D felé. A Somló környéki átlagos $S = 1000 \Omega^{-1}$ körüli érték helyett Taliándörögden már csak az ötödét mértük. Az ellenállásnövekedés irányát mutató Wiese-féle indukciós nyilak ugyanakkor egy, a felszín közelébe nyúló és jólvezető képződményekkel kitöltött törési zónát is kijelölnek



5. ábra. A kéreganomália S értékei a mérési pontokban és a Wiese-féle nyilak a $t_{25-100} = -10$ -el határolt anomália területén

Рис. 5. Значения S аномалии коры на пунктах измерения и индукционные стрелы Визе на участке аномалии, ограниченной значением $t_{25-100} = -10$

Fig. 5. The S values of a crust anomaly at the sounding points and the induction arrows of Wiese within the anomaly area limited by $t_{25-100} = -10$

IRODALOM

- [1] *Ádám, A. – Verő, J.*: Ergebnisse der regionalen tellurischen Messungen in Ungarn. Acta Technica, 47 (1964), 63 – 77.
- [2] *Takács, E.*: Anomalous conductivity of the upper crust in the NW foreground of the Bakony Mountains. Acta Geodaet. Geophys. et Montanist, 3 (1968), 155 – 160.
- [3] *Ádám, A.*: A paleozoos grafitos képződmények meghatározása magnetotellurikus módszerrel elektromos árnyékoló rétegek alatt a Magyar Medencében és néhány genetikai következtetés. MTA X. Oszt. Közleményei 2 – 4. (1971), 297 – 308.
- [4] *Tyikonov, A. N. – Dmitrijev, V. I.*: Felszíni inhomogenitások hatása a magnetotellurikus mélyszondázásra. Számítási módszerek és programozás XIII. kötet 237 – 242. (oroszul)
- [5] *Verő, J.*: Determination of MT-impedance ellipses from the computed components of impedance tensors (megjelenőben az Acta Geodaet. Geophys. et Mont.-ban).

Közlemény

Jelen számunk jórészt a XVIII. Geofizikai Szimposium anyagát tartalmazza. A közlést a 3. számban folytatjuk.

Okozhatnak-e meddő kőzetek GP anomáliát?

VERŐ LÁSZLÓ

Az előadás rövid kivonata: Az utóbbi években nagyszámú fúrás mélyült egy felszínközeli ércesedés feltárására. A fúrások közül néhányat gerjesztett potenciál anomáliára telepítettek. Ezek a fúrások művelelő ércesedést nem találtak. Az anomáliákat létrehozó okok vizsgálatánál derült ki, hogy a kutatási területen a gerjesztett potenciál anomáliákat nem az érc tartalom megnövekedése, hanem az ércesedett ösztlet fedő andezit dlatagosnál kisebb települési mélysége hozza létre. Ezt a felismerést nagyszámú fúrás adatainak elemzésével sikerült igazolni. Az is beigazolódtott, hogy az ércesedett ösztlet fekéjét alkotó andezit még akkor sem okoz anomáliát, ha a felszínen van. Az azonos korú és köztetani ösztlettelő andezit tehát a gerjesztett potenciál szempontjából igen eltérően viselkedik. Ennek csak az lehet az oka, hogy a fedőandezit, ha művelelő ércesedést nem is tartalmaz, de szulfidosodott, nagyobb GP paraméterrel jellemezhető. Tehát meddő kőzet is okozhat gerjesztett potenciál anomáliát, így a kutatási területen érvényes, hogy a GP minimum egyértelműen a felszínközeli ércesedés hiányát jelzi, de a maximum nem jelez minden esetben ércesedést.

За последние годы был пробурен ряд скважин для выявления оруденений, залегающих близко к дневной поверхности. Некоторые из них были заложены над аномалиями вызванного потенциала. В этих скважинах не было найдено оруденения промышленного значения. При изучении причин, вызывающих аномалии, было выяснено, что в районе разведки аномалии ВП вызваны не ростом содержания руды, а сокращенной глубиной задегания андезита, перекрывающего толщу оруденения. Такое мнение удалось подтвердить при помощи анализа данных из ряда скважин. Также было подтверждено, что андезит, слагающий кровлю толщ оруденения, не вызывает аномалии, даже если он выходит на дневную поверхность. Значит, андезиты одинакового возраста и одинакового литологического состава показывают весьма различное поведение с точки зрения вызванного потенциала. Причина этого заключается в том, что перекрывающий андезит даже при отсутствии промышленного оруденения является сульфидизированным и характеризуется повышенным параметром ВП. Значит, и пустая порода может вызвать аномалию ВП, так что для района разведки действительно установление, что минимум ВП однозначно указывает на отсутствие приповерхностного оруденения, но максимум не всегда соответствует наличию его.

In recent years a lot of wells were drilled to explore a near surface ore body. Some of the wells were located over an IP anomaly. No commercial deposits were found in these wells. When investigating the causes giving rise to the anomaly, it became evident, that IP anomalies in the investigated area are caused not by increased ore content, but by the relatively small depth of andesite covering the mineralized section. This recognition was supported by analysing the data from a lot of wells. It was also proved that the andesite in the bottom of the mineralized section does not cause any anomaly even when it is on the surface. Thus from the point of view of IP measurements andesites of the same age and of identical mineral composition behave rather differently. Its only reason is to be searched in the sulphidization of the covering andesite even if it does not contain commercial deposits, when it is characterized by an increased IP parameter. Thus barren rock may give rise to IP anomalies as well, hence it can be stated for the survey area, that an IP minimum indicates unambiguously the lack of nearsurface mineralization, but a maximum does not always indicate the presence of ore bodies.

Hazánkban az 1950-es években elkezdett – és műszerteknikai nehézségek miatt abbamaradt – gerjesztett-potenciál mérések csak a 60-as évek végén folytatódtak, már korszerű műszerekkel. Abban reménykedtünk, hogy a harmadkori vulkáni kőzetekben sikerül hintett, szulfidos szinesérc-telepet találni.

Kutatásaink közül egy módszertanilag rendkívül tanulságosat szeretnék ismertetni. Az értelmezést az segítette, hogy ezen a területen a mérések megindulása előtt, de főleg a mérések alatt igen nagyszámú fúrás mélyült. Magát a felszínközeli ércesedést is mélyfúrással találták meg. Az érctelep polimikt vulkáni breccsában helyezkedik el. A breccsa – mely feltehetőleg közeli kürtő

magmatektonikus hatására keletkezett – felső eocén biotitos amfibolandezitre települ; vastagsága és kifejlődése rendkívül szeszélyes. Az eredetileg is bonyolult földtani felépítést az ércképződés utáni, miocénbeli törések tovább bonyolították. Ezért az értelep kiterjedésének pontos meghatározására sűrű fúrási hálózatot telepítettek, a *GP* mérések elé pedig azt a célt tűzték ki, hogy a kutatási területen újabb felszínközeli telepeket találjanak.

Négy év alatt mintegy $1,5 \text{ km}^2$ -nyi területet mértünk fel az ún. *AB*-négy-szög módszerrel. Jó néhány határozott anomáliát kaptunk, ezek közül a legnagyobb értékkel jelentkezőket meg is fúrták. Érdekességként megemlítem, hogy az anomáliák abszolút értéke nagy, nem ritkák a 40 msec feletti *M* értékek sem. Már az első néhány fúrás lemélyülte után fel kellett tételeznünk, hogy itt nem csupán a hintett rézércesedés hozhat létre anomáliát, mert a geofizikai adatok alapján telepített fúrások általában „meddő” minősítést kaptak. A fúrások számának növekedésével egyre világosabbá vált, hogy korreláció van a vulkáni összlet fedőjének vastagsága és a felszínen mérhető *GP* paraméter között. A maximumok ugyanis olyan helyekre estek, ahol a nem vulkanikus eredetű fedő – főleg oligocén agyagmárga és holocén-pleisztocén lepusztulási termékek – az átlagnál vékonyabb. Ma már 56 fúrás adatai alapján az eltérést számokkal is tudjuk érzékeltetni: a fedőösszlet átlagos vastagsága $28,5 \text{ m}$, a nyolc, geofizikai anomáliára, illetve annak közelébe telepített fúrásnál viszont csak $11,2 \text{ m}$.

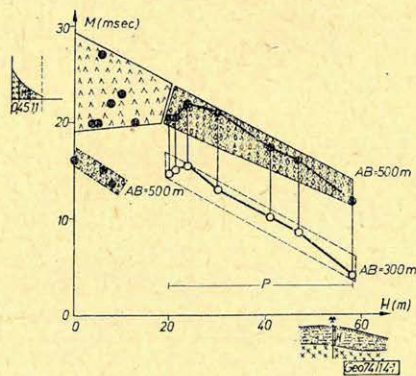
A korreláció felismerése, helyesebben csak feltételezése után két *AB* távolsággal rögzített *AB*-jú *GP* szelvényezést végeztünk a vulkáni összlet dőlés-irányában, azaz közel *E* – *D* irányban. A két *AB* távolság 300 , illetve 500 m volt. A mérési eredmények az *I. ábrán* láthatók.

Először csak a szelvényezés – *P*-vel jelölt, vastag vonallal összekötött szakaszok – adatait vizsgáljuk. Szembetűnő, hogy

1. a vulkáni összlet települési mélysége (*H*) és a mért *GP* paraméter (*M*) közötti kapcsolat elég széles tartományban közel lineáris, akár az *AB* = 300 m -re (---), akár az *AB* = 500 m -rel (—) végzett mérés adatait nézzük;

2. a kétféle *AB* távolsággal mért értékek – azaz a szaggatott és a folyamatos vonalakkal jelzett rész – közel párhuzamos egyenesek mentén helyezkednek el.

Ebből azt a következtetést kell levonnunk, hogy a kétféle *AB* távolságnak megfelelő lehatolási mélység, azaz kb. 75 és 125 m között gerjeszthetőség szempontjából homogén közettömeg helyezkedik el. A szelvény mentén levő fúrások ebben a mélységben kizárólag különböző vulkáni képződményeket harántoltak, mégpedig biotitos amfibolandezitet, polimikt vulkáni breccsát és láva-agglomerátumot. Az ezen kőzetekből álló összlet homogén gerjeszthetősége nem mondható kézenfekvőnek, hiszen van közöttük rézérces és meddő kőzet is. De más megoldás nem kínálkozik: fel kell tételeznünk, hogy nincs lényeges különbség az érces és meddő kőzetek *GP* paramétere között, mégpedig mindkettőé nagy.



1. ábra – puc. – Fig.

A szelvényezés most ismertetett értelmezése után megkíséreltük a korábbi, AB -négyszög mérésekkel kapott eredmények értelmezését is. Ezért felhordtuk valamennyi olyan fúrás érték-párját, amelyen a mért GP paraméter az M volt. Az értékek két csoportra bomlanak. A ——— jelöltek — csekély erőltetéssel — beleillenek a szelvényezésből meghatározott sávba, a különböző AB irányok és elektroda-helyek miatt azonban elég nagy szórással. Minden esetben a fúráson mért értéket vettük figyelembe, még akkor is, ha feltehetőleg kiugró értékről volt szó (plédául 20 msec-os érték 25 msec-os értékek között). Ezen az értékesoporton belül van a geofizikai mérések alapján telepített fúrások zöme.

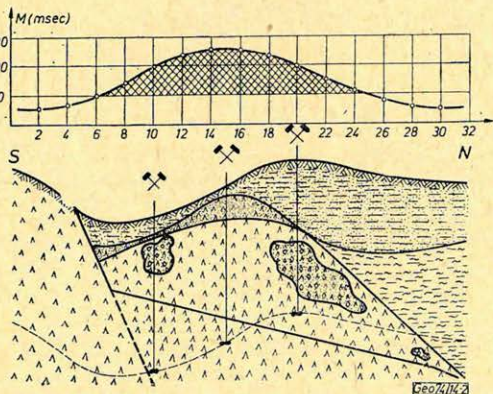
A másik csoportban — · · · — három fúrás van mindössze. Ez kevés adat, de érdekes, hogy tendenciájuk hasonló a szelvényekéhez, illetve az előző csoportéhoz. Ezek a fúrások a mérési terület D -i peremén helyezkednek el, nem geofizikai adatok alapján telepítették őket. Fel kell tételeznünk, hogy itt a kis mélységben, sőt a felszínen levő andezit más, mint amit a kutatási terület többi részén megismertünk. Az eltérés nem lehet nagy, legalább is ami a közzettani összetételt és a keletkezési kort illeti, ugyanis ezeket is felső eocén biotitos amfibol andeziteknek minősítették.

Az értelmezésben az az új és meglepő, hogy — legalább is a kutatási terület nagyobb részén — a nem ércesedett vulkáni kőzet is nagy GP paraméterrel jellemezhető. Az ugyanis nyilvánvaló, hogy a felszínen mérhető GP paraméter nagysága függ a gerjeszthető tömeg települési mélységétől.

A nem ércesedett vulkáni kőzet GP paramétere csak akkor lehet nagy, ha kis mértékben is, de szulfidosodott. Ez jelen esetben lehetséges, mivel ez az andezit az érctelep fedője, elképzelhető, hogy kisebb porozitása révén az érces oldatokat lefojtotta, az ércképződést elősegítette és részben maga is szulfidosodott. D -en viszont, ahol felszínközeli ércesedést egyáltalán nem sikerült találni, a felszínen talán az az andezit van, amely az érctelep fekvője \bar{E} -on, a fekvő pedig nem szulfidosodhatott. A geológiai adatokban azért sok a feltevés, mert a geofizikai mérések területe és a részletes fúrási hálózat, vagyis a jól ismert terület csak részben esik egybe.

Végül foglaljuk össze, hogy ilyen földtani felépítésű területeken — tapasztalataink alapján — hogyan lehet fúrást telepíteni és milyen eredményesség várható.

A 2. ábrán látható elvi szelvény \bar{E} -i végén vastag az üledékes fedőösszlet. Ha van is ez alatt érctelep, az már a kutatási, illetve a felszínközeli bányászat művelhetőségi határa alatt van. A bányászat szempontjából ez a szelvényszakasz feltétlenül kedvezőtlen, a GP mérés pedig a háttérszint körül ingadozó értékeket ad.



2. ábra — puc. — Fig.

A szelvény közepén változó mélységben helyezkedik el az az andezitféleség, amely az érctelep fedője. Ezen a szakaszon szoros korreláció van a H és M értékek között. A GP értékek itt a háttérszinttől a maximumig változnak, és az anomáliának tekinthető szakaszon belül bárhol lehet a bányászat számára még el-

érhető mélységben ércesedés. De lehet, hogy a szelvény mentén kapott legnagyobb érték csak a legkisebb fedővastagságot, nem pedig rézérc-telepet jelez. A szelvénynek ezen a részén tehát meddő kőzet is okozhat anomáliát.

Feltételezhető, hogy a nagyobb felbontóképességű mérés, esetleg a jelalak-analízis az ércesedésről is adna felvilágosítást, ez azonban jelenlegi műszereinkkel nem valósítható meg.

A szelvény D -i végén megjelenik a „*fekvő*” andezit, amely kisebb GP paraméterrel jellemezhető. A kétféle andezit feltehetőleg tektonikai vonal mentén érintkezik egymással. Az 1. ábrával kapcsolatban már utaltam rá, hogy itt is van korreláció az M és H értékek között, de az M értékek kisebbek, azaz a szelvény D -i végén ismét csak a háttérszintet kapjuk. Mivel ebben az andezitféleségben nincs felszínközeli érctelep, a minimum ismét bányászatiilag kedvezőtlen szakaszt jelöl.

A minimum tehát mindenképpen fúrastelepítésre kedvezőtlen területet jelöl, mert vagy egyáltalán nincs érctelep, vagy mélyen van. Fúrást csak a szelvény középső, csikozással jelölt részére célszerű telepíteni. A minimumok kizárásával már jelentősen lehet csökkenteni a fúrásra javasolt területek nagyságát, de elég nagy az anomáliák területe is. Ilyen földtani felépítés mellett feltétlenül szükség van más, elsősorban geológiai adatok figyelembe vételére is, hogy a fúrás az anomálián belül a legjobb helyre kerüljön, produktív legyen.

Közlemény

Földmágneses konferencia a Tihanyi Obszervatóriumban

A keleteurópai országok földmágneses szakemberei 1973. szeptember 3–8. között a Tihanyi Obszervatóriumban tartották a permanens mágneses tér vizsgálatával kapcsolatos munkaértekezletüket. Ez a munka a KAPG 1.6. munkacsoportja keretében, nemzetközi együttműködésben folyik.

A munkacsoport idei ülésével egyidejűleg – Magyarország kezdeményezésére – megrendeztük a résztvevő országok első közös földmágneses műszerösszemérését is. A résztvevő országok szakemberei a Tihanyi Obszervatóriumban méréseket végeztek a saját obszervatóriumaik földmágneses műszereivel.

A munkaértekezleten és műszerösszemérésen az alábbi országok és szakemberek vettek részt:

Bulgária:	K. Kostov	NDK:	Dr. K. Lengning
Csehszlovákia:	M. Konečný		W. Zander
	K. Bodlak	Jugoszlávia:	Ž. Lalović
	J. Podsklan		R. Petrović
	E. Pisara		S. Selak
	A. Tlěik		J. T. Bicskei
Lengyelország:	A. M. Zóttowski	Magyarország:	Dr. Aczél Etelka
	S. Mroczek		Wallner Ákos
			Nemes István

(Folytatása a 79. oldalon)

PLH 03 típusú alacsonyfrekvenciás fajlagos ellenállásmérő

J. SZMOLENSZKI, A. TROJANOVSZKI

Az előadás ismerteti a PLH 03 típusú elektromos műszer konstrukcióját, mely váltóáramú berendezés, 2,5 Hz frekvencián működik, és homodin detektálással vagy fáziskövetéses detektálással végzendő munkára alkalmas. Két változatát alkalmazzák, melyek kimenő teljesítménye 25 W, ill. 100 W. Nagyfokú érzékenysége és a kapott látszólagos feszültségértékek lehetővé teszik a műszer alkalmazását átlagos viszonyok között 1,5–2 km nagyságrendű maximális tápelektroda-terítési távolságok mellett.

В докладе обсуждено конструкцию электрического прибора типа PLH–02. Эта установка переменного тока с частотой 2,5 Гц, адаптированная к работе с гомодиновой детекцией или с детекцией с прослеживанием фазы. Применяются два рода (типа) с выходной мощностью 25 В мм 100 В. Высокая чувствительность прибора, а также отжеждация напряжения позволяют применять прибор в средних условиях для максимальных расстояний токопроводящих электродов ряда 1,5–2 км.

The construction of the resistivity meter type PLH–02 is described in the paper. This is an A.C. instrument operating on 2,5 c/s frequency with the possibility of "phase lock detection" or "phase sensitivity detection". Two varieties of it are used with output powers of 25 W and 100 W respectively. Its high sensitivity and the received module tension values render possible to use it under average conditions with maximum feed electrodes spacing of 1,5 to 2 km.

A PLH 03 műszer a korábbi PLH 01 és 02 készülékek javított változata. Ezek a berendezések geoelektromos fajlagos ellenállásmérő készülékek, amelyeket közepes mélységre használnak olyan területeken, ahol erős az ipari zavar. A műszerek 2,5 Hz frekvenciánál működnek, a kimenő teljesítmény PLH 01-nél és 02-nél 25 W, a PLH 03-nál 100 W.

A PLH 02-nél a kimenő energiát folyamatos szabályozással stabilizálják, a PLH 01-nél és 03-nál dekádszabályozással. A vevők legérzékenyebb fokozata 100 m·mv. Mindegyik műszer azonos blokkvéma alapján működik, lehet „fázislezárás” és „fázisérzékenység” mellett észlelni.

A fázisérzékenységet a PLH 01-ben rádióösszeköttetéssel való szinkronizációnál használják. A következő formulákban a fázisdetektálást egy fotoelektromos kapcsoló segítségével használjuk, noha a fázislezárás-detektálásnál bipoláris rendszereket alkalmazunk. A PLH 01 és 02 tranzisztorokkal épült, a PLH 03-ban integrált áramköröket és tranzisztorokat használtunk.

Adó és vevő külön légmentes tartályokban vannak elhelyezve. Az energiát szárazelemek szolgáltatják.

A telepek 50 órás folyamatos áramellátást biztosítanak. A vevőt egy váltóáramú millivoltmérerből építettük fel fázismérés és fázislezárás melletti mérés lehetőségével.

A fő erősítő egy pass-band erősítő 2,5 Hz közepes frekvenciával, az át eresztett sáv szélessége 3 db, 0,6 Hz, 36 db pro oktáv inklinációval.

Az erősítő karakterisztikáját 4 aktív szűrő segítségével alakítottuk ki, alul és felül vágott szűrők, aktív elemekkel és végerősítő fokozattal. Az erősítő fáziskarakterisztikájának közepes frekvenciánál 4 fokos a dőlése 1% frekvencia-változásnál.

A felhasznált erősítők 0–60 °C hőmérsékleti tartományban 0,5%-nál jobb erősítést tettek lehetővé.

Az A/C inputok detektálását két fél szilikon tranzisztoron levő párhuzamos dupla kulcs segítségével alakították ki.

Fáziselzárás állásnál a műszer az elektródáknál a modul feszültséget méri és nem érzékeny háttérzajokra és interferenciára, de a műszernek ilyen célra való használatát a kölcsönös induktivitásból eredő feszültség korlátozza. Előnye viszont, hogy adót és vevőt külön lehet elhelyezni.

A fázisérzékenységnél való mérésnél a szinkronizációt a transzmitter által vezérelt fotoelektronikus kapcsoló biztosítja. Az adó frekvenciastabilitása és a vevő fázisa a mérő és tápvonalak közötti kölcsönös induktancia által okozott feszültség jelentős csökkenését eredményezi.

Mivel az AB áramvezetékét négyzet alakú hullámokkal táplálják, a kölcsönös induktancia hatását főleg az áramátkapcsolások alatt a mérővonalon indukált feszültségcsúcsokban láthatjuk. Abból a célból, hogy ezen impulzusok hatását a mérési eredményekre csökkentjük, a műszert ellátták olyan elektronikus kapcsolással, amely áramátkapcsolásokkor a bemenő kört lekapcsolja. Utóbbi megvalósítása lehetővé teszi, hogy olyan helyzetekben, ahol az imaginárius feszültség kétszer akkora, mint a valódi, a valódi feszültséget 5%-on belüli pontossággal mérjük.

Az adót egy stabilizált generátor képezi. Az áramstabilizátort emitterkövetőként használják egy a hiba által működtetett erősítővel. A referencia-feszültséget külön áramforrással működtetett változtatható rezisztorral szabályozzák. A főáram-szabályozást a kimenő tranzisztor körébe kapcsolt emitter-ellenállás változtatásával hajtják végre.

Az áramot a referencia-feszültség körében a multivibrátorról kapott impulzusokkal szabályozzuk.

Az adó kis áram esetén félhullámként dolgozik, 20 mA -nál nagyobb áramnál teljes hullámmal. Ezt egy tirisztor-modulátor hozzáépítésével érték el, ahol a tirisztorokban kb. 15 mA áramot lehet tartani.

A modulátort univibrátorral jövő impulzusokkal vezérlik, a transzformer kimenői mindkét multivibrátor-kimenőtől meg vannak szabadítva. A modulátor lekapcsolása úgy történik, hogy a kimenő tranzisztor 100 mms periódusra lekapcsolják. A generátor félhullámon dolgozik, ha a kimenő ellenállás nagy, ezt a kimenő tranzisztor kapuzásának megváltoztatásával érik el. Ez félperiódusra blokkolva van.

Az adó védelmét a fő árambevezető körön indukálódó túlfeszültségek ellen diódakörrel valósították meg.

Az áramerősséget elsősorban a szabályozott ellenállás ismert helyzete határozza meg. A stabilizáció hiányát az optikai kimenet köre mutatja. Ezt az elrendezést is alkalmazták az áramvezetéken bekövetkező megszakítás esetében leégés elleni védelműl. Ezt egy elektronikus kapcsolással valósították meg önfenntartó szabályozó feszültséggel a kollektor feszültségről, amely lekapcsolja a tápvonalról az energiát. Az áramot a startgomb megnyomásával ismét ráadhatjuk.

Következtetésként megállapítjuk, hogy a $PLH\ 03$ berendezés maximális méréstartományt, pontosságot és megbízhatóságot biztosít minimális súly mellett. A méréseket nagyon alacsony frekvenciánál végzi. Váltóáramú mérés alkalmazásánál az önpotenciál-problémákat megoldották és nagyobb érzékenységet értek el keskeny sávzélességű vevő alkalmazásával, miáltal a háttérzajt és interferenciát csökkentették. A vevőnek nagy a bemenő impedanciája, több megohm nagyságrendű, aminek az a célja, hogy az átmeneti ellenállások problémáját nagy mértékben kiküszöbölje.

Különböző víztartalmú kőzetek dielektromos állandójának és dielektromos veszteségi szögének változása a frekvencia függvényében

EGERER FRIGYES

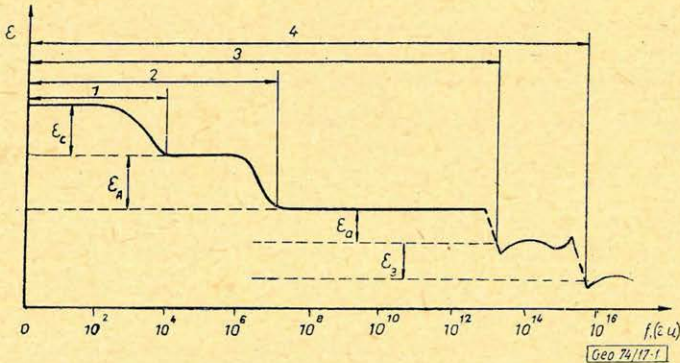
A dolgozat igazolja, hogy természetes feltételek mellett a kőzetek többségének dielektromos állandója igen nagy (10 nagyságrendű).

В работе показано, что при естественных условиях залегания большинство горных пород обладает очень высокой диэлектрической постоянной (порядка 10).

It is shown in the paper, that under natural conditions a majority of rocks has a very high dielectric constant (its order of magnitude being 10).

Bevezetés

Ismeretes, hogy az anyagok dielektromos állandója az elektromos tér frekvenciájától függ. A szakirodalomban általánosan elfogadott nézet mutatja az 1. ábra Rzszevszkij, Novik és Parhomenko után. Az ábrából látható, hogy a frekvencia növekedésével a dielektromos állandó csökken.



1. ábra. A dielektromos állandó elvi változása a frekvencia függvényében. 1 – Szerkezeti vagy makroszkopikus polarizáció. 2 – Dipol vagy molekuláris polarizáció. 3 – Atomi polarizáció. 4 – Elektronos polarizáció

Рис. 1. Принципиальная зависимость изменения диэлектрической постоянной от частоты 1 – структурная или макроскопическая поляризация; 2 – дипольная или молекулярная поляризация; 3 – атомная поляризация; 4 – электронная поляризация

Fig. 1. Principled variation of the dielectric constant vs. frequency. 1 – Structural or macroscopic polarization; 2 – Dipole or molecular polarization; 3 – Atomic polarization; 4 – Electronic polarization

Közismert az elektromos indukció (eltolás) \vec{D} és az elektromos térerősség \vec{E} közötti összefüggés a következő:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}, \quad (1)$$

ahol ϵ a dielektromos állandó, amelyet általános alakban a következő tenzor ír le.

$$\begin{bmatrix} \epsilon_{11} & \epsilon_{12} & \epsilon_{13} \\ \epsilon_{21} & \epsilon_{22} & \epsilon_{23} \\ \epsilon_{31} & \epsilon_{32} & \epsilon_{33} \end{bmatrix} \quad (2)$$

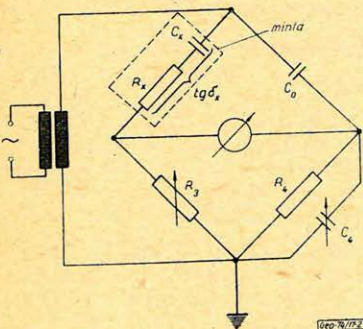
Ez a tenzor szimmetrikus tenzor tehát $\epsilon_{ij} = \epsilon_{ji}$.

Mivel a kőzetek ásványokból tevődnek össze, a dielektromos állandó és a veszteségi szög természetesen függ az ásványi összetételtől. Függ ezenkívül a nyomástól, a hőmérséklettől, porozitástól és a víztartalomtól. A jelen dolgozatban a dielektromos állandó és a dielektromos veszteségi szög változását vizsgáljuk a frekvencia függvényében különböző víztartalmaknál. Vodopjanov, J. Keymeulen (7–8) és mások vizsgálatai szerint a $10 \text{ KHz} - 1 \text{ MHz}$ intervallumban a $\text{tg } \delta_x$ maximumot mutat ϵ_r , pedig lecsökken. Csillám, gipsz és talk mintákon végzett vizsgálatok alapján azt a következtetést vonták le, hogy a jelenlevő kristályvíz okozza a dielektromos veszteségi szög jelentős maximumát a frekvencia függvényében, és ugyanez az oka a dielektromos állandó megfigyelhető minimumának is.

Korábban a szakemberek úgy gondolták, hogy a dielektromos állandó nagy értékeit csak nagy víztartalmak mellett lehet megfigyelni. Howel és Licastro (9) kísérleti adatok alapján vizsgálta tiszta homok dielektromos állandójának változását 10 és $10\,000$ között. Cselidze szintén jelentősen nagy értéket mért a dielektromos állandóra, és a $\text{tg } \delta_x$ maximumát figyelte meg a kőzetek többségénél $10^4 - 10^5 \text{ Hz}$ körül, és néhány kivételes esetben 10^3 Hz alatt. Ez a jelenség teoretikusan még pontosan nem tekinthető ismertnek. Ez okból tanulmányoztuk mi is a kőzetek dielektromos állandóját, főként üledékes kőzetek esetén, mint pl. a mészkő és homokkő.

A dielektromos állandó és a dielektromos veszteségi szög mérése

A kőzetek elektromos tulajdonságainak meghatározására 10 Hz és 1 MHz intervallumban Schering-hídat használtuk, amelynek elvi kapcsolási rajzát a 2. ábra mutatja.



2. ábra. A mérőhíd elvi kapcsolási vázlata

Рис. 2. Принципиальная схема измерительного моста

Fig. 2. Schematic of the measuring bridge

A Schering-hídban elhelyezett mintát a 2. ábrán helyettesítő kapcsolásként a C_x kondenzátorból és R_x ellenállásból álló sorbakapcsolt impedancia helyettesíti. A híd egyenlőségének állapotából kapjuk:

$$C_x = C_0 \cdot \frac{R_4}{R_3} \quad (3)$$

és

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0 \quad (4)$$

ahol: ϵ_0 a vákuum dielektromos állandója ($8,859 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$). Mivel a c_0 kondenzátor légekondenzátor, a (3) és (4) összefüggésből kapjuk:

$$\epsilon_r = \frac{d_x}{d_0} \frac{R_4}{R_3} \quad (5)$$

ahol: d_x – a mérőkonkondenzátor fegyverzetei közötti távolság, d_0 pedig az C_0 kondenzátor fegyverzeteinek távolsága.

A dielektromos veszteségi szög tangense:

$$\operatorname{tg} \delta_x = \omega C_4 R_4 \quad (6)$$

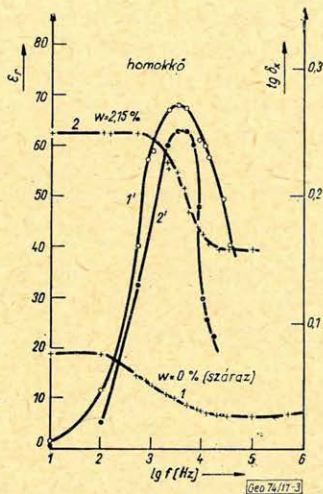
ahol: $\omega = 2\pi \cdot f$, és f – a frekvencia.

A leírt módszerrel $20\text{ }^\circ\text{C}$ mellett és 1 atm. nyomáson $10 - 10^6\text{ Hz}$ intervallumban végeztünk méréseket.

Mérési eredmények

A dielektromos állandó mérését üledékes kőzeteken végeztük (mészköveken, márgákön, homokköveken stb.) A 3. ábrán egy mészkö, a 4. ábrán egy homokkő dielektromos állandójának és dielektromos veszteségi szögének $\operatorname{tg} \delta_x$ változását mutatjuk be a frekvencia függvényében különböző víztartalmaknál.

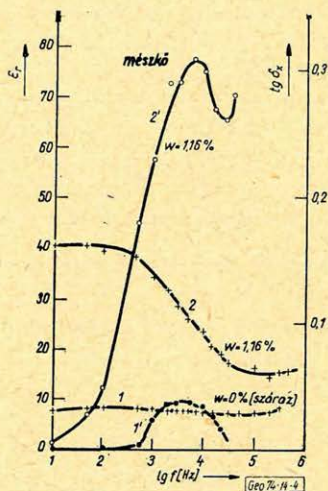
A homokkő mintát a Mátraverebély 61 sz. fúrásból 321 m mélységből vettük (10), a mészkö minta pedig a Miskolc-egyetemvárosi fúrásból 285 m mély-



3. ábra. A dielektromos állandó és a dielektromos veszteségi szög változása a frekvenciával és a víztartalommal. 1–1' – száraz homokkő, 2–2' – homokkő 2,15% víztartalommal

Рис. 3. Зависимость диэлектрической постоянной и угла диэлектрической потери от частоты и от водонасыщенности 1–1' – сухие песчаники; 2–2' – песчаники с 2,15% водонасыщенностью

Fig. 3. Variation of the dielectric constant and of the dielectric loss vs. frequency and water content. 1–1' – dry sandstone, 2–2' – sandstone with 2,15% water content



4. ábra. A dielektromos állandó és a dielektromos veszteség változása a frekvencia függvényében különböző víztartalmaknál. 1–1' – száraz mészkö, 2–2' – mészkö 1,16% víztartalommal

Рис. 4. Зависимость диэлектрической постоянной и диэлектрической потери от частоты при различной степени водонасыщенности 1–1' – сухие известняки; 2–2' – известняки с 1,16%-ной водонасыщенностью

Fig. 4. Variation of the dielectric constant and of dielectric loss vs. frequency for various water contents. 1–1' – dry limestone, 2–2' – limestone with 1,16% water

ségből származik. A 3. és 4. ábrán határozottan megfigyelhető, hogy minél kisebb a víztartalom, annál kisebb a kőzetek dielektromos állandója és nagyobb víztartalomhoz nagyobb dielektromos állandó tartozik. Ez természetes, de igen fontos dolog az, hogy a nagy dielektromos állandó még igen kis ($1-2\%$) víztartalomnál megfigyelhető. A kísérleti eredményeink azt mutatják, hogy $5 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^4$ Hz intervallumban a tg δ_x maximumot mutat.

Következtetések

A mérési eredményekből az mutatható ki, hogy a kőzetek természetes feltételek mellett nagy dielektromos állandóval rendelkeznek, mert természetes állapotban többségükben tartalmaznak néhány tized százalék vizet. Ebben az esetben pedig amint korábbiakban láttuk, a dielektromos állandó értéke tizes nagyságrendű.

A tg δ_x maximuma a frekvencia függvényében nagy, annyira nagy, hogy ez lehetővé teszi a dielektromos veszteségi szög felhasználását a geofizikai kutatásban és az ásványelőkészítésben.

Közlemény

(Folytatás a 73. oldalról)

1973. december folyamán Románia földmágneses szakemberei: A. Ionescu és M. Anghel is elvégezték saját műszereikkel a földmágneses abszolút méréseket a Tihanyi Obszervatóriumban.

A Szovjetunió és Ausztria képviselői technikai akadályok miatt nem vehettek részt a konferencián. Így Magyarországra hárul az a feladat, hogy kétoldalú együttműködés útján kapcsolatot teremtsen ezekkel az országokkal.

A munkaértekezlet résztvevői megállapodtak abban, hogy a permanens mágneses tér vizsgálatával kapcsolatos további munkát ezután is az 1969-ben lefektetett távlati terv szerint kell végezni. A főbb feladatok a következők:

1. A földmágneses obszervatóriumok szintjének standardizálása az egyes országokban, az obszervatóriumok rendszeres összemérése, valamint adatsere útján.
2. A földmágneses tér évszázados változásának vizsgálata Európában, az egyes országokban rendszeresen végzett mérések alapján.
3. A néhány éven belül esedékes országos mágneses fölmérések technikai és tudományos előkészítése és egyidejű végrehajtása valamennyi résztvevő országban.

A. E.

Egyesületi Hírek



KILCZER GYULA

1892 X. 16 – 1974 I. 14.

Január 14-én távozott körünkől Kilezer Gyula, a földtudományok doktora, a Magyar Geofizikusok Egyesületének tiszteleti tagja és az Eötvös Loránd emlékérem tulajdonosa.

Kilezer Gyula 1892-ben Újpesten született. 1916-ban a budapesti Egyetemen matematika-fizika szakos középiskolai tanári oklevelet szerzett. 1914-től 1917-ig az Egyetemen gyakornok, majd 1917-ben, diplomájának megfelelően, tanári állást vállalt és 1933-ig a békéscsabai, majd 1947-ig a budapesti Evangélikus gimnázium tanára volt. 1947–50-ig a Művelődésügyi Minisztériumban előadó. 1950–60-ig az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos munkatársa.

Kilezer Gyula több mint 30 éves kiváló pedagógiai tevékenység után került a geofizika munkaterületére és 60 éves korában kezdett geofizikai tudományos kutatással foglalkozni. 1950–61-ig számos szeizmikus tárgyú cikke közölt és kandidátusi disszertációját is ebből a témakörből írta.

Érdeklődése ezután a földmágneses tér geometriai szerkezetére irányult. Megállapította, hogy a tér leírására addig használt Gauss – Legendre-sor – habár a teret matematikailag kifogástalanul leírja – fizikai szempontból csak egy általános közelítő eljárás. Vizsgálatai során megtalálta a probléma helyes megoldását. Eredményeiről több külföldi és magyarországi cikkben számolt be és 1970-ben megvédte doktori értekezését. Tudománytörténeti ritkaság, hogy valaki közel 80 éves korában, munkaterületet váltva eredményesen foglalkozzon olyan elvont kérdéssel, mint a földmágneses tér kvadrupól momentumának sajátosságai, és ebben a korban új tudományos eredménnyel érjen el doktori fokozatot.

Kilezer Gyula szakmai és tudományos érdemeit a geofizikus társadalom magas kitüntetésekkel ismerte el. A Magyar Geofizikusok Egyesületének 1954-től alapító, 1957-től tiszteleti tagja, 1972-től Eötvös emlékérmese. Személyében kiváló tanítómesterünket és idős barátunkat veszítettük el. Szeretettel méltó egyéniségének emlékét kegyelettel őrizzük.

Barta György

Szerkesztésért felelős: DR. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság: CZEGLÉDI ISTVÁN
DR. POSGAY KÁROLY
RÁDLER BÉLA
DR. RENNER JÁNOS

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Ф. В. Гедфер: Новые результаты в разработке полевых сейсмических систем по сбору данных, управляемых ЭВМ	1
Ш. Д. Брасел: Проектирование сейсмических методов	7
Й. Лозе—Г. Клаус—Ш. Кнебел—К. Ленерт—В. Лётш—П. Шлосер: Состояние производства каротажных работ в глубоких скважинах в ГДР	16
Л. Морваи: Применение рентгенфлюоресцентного анализа в рудных скважинах ..	21
П. Эгерсеги—Я. Сабо: Определение физических параметров бокситов в Венгрии при помощи шахтных каротажных измерений и выводы по полученным результатам	26
А. Ленда: Градуирование кривых ГК	31
К. Палка: Скважинный гамма-спектрометр	37
Ш. Лакатош: Технические и гидравлические факторы, влияющие на результаты непрерывного измерения притока, и их учет при интерпретации	42
Э. Такач: Численное исследование распределения магнитотеллурического поля для двухслойных ($\varphi_2 = \infty$) и двумерных структур	49
И. Хаз: Приближительный метод для вычисления гравитационного и геомагнитного эффекта трехмерных тел	56
А. Адам: Исследование глубинной структуры среднегорной впадины неоднородной магнитотеллурической моделью (с „раздела S”)	63
Л. Верё: Может ли пустая порода стать причиной аномалии вызванного потенциала?	70
Ю. Смоленски, А. Трояновски: Новый геоэлектрический прибор PL _H —02	74
Ф. Эгерер: Зависимость диэлектрической постоянной и угла диэлектрических потерь различных водоносных горных пород от частоты	76
Информация	69, 73, 79
Новости в Обществе Венгерских Геофизиков	80

C O N T E N T S

F. W. Hefer: Recent developments in computer controlled seismic field data acquisition systems	1
S. D. Brasel: Design of seismic technique	7
J. Lohse—G. Klaus—S. Knebel—K. Lehnert—W. Lötsch—P. Schlosser: The state of well logging in deep wells of the GDR	16
L. Morvai: Using X-ray fluorescence analysis in wells drilled to explore ore deposits ..	21
P. Egerszegi—J. Szabó: Determining physical parameters of Hungarian bauxites by well logging in mine openings and conclusions	26
A. Lenda: Standardization of natural gamma logs	31
K. Palka: A downhole gamma-spectrometer	37
S. Lakatos: Technical and hydraulic factors affecting the results of continuous flow measurements and their consideration in interpretation	42
E. Takács: Numerical investigation of the distribution of the magnetotelluric field for two-layered ($\varphi_2 = \infty$), two dimensional structures	49
I. Hadz: Approximative method for calculating the gravity and geomagnetic effect of three-dimensional bodies	56
A. Ádám: Investigating the deep structure of the Transdanubian Middle Range by an inhomogenous MT modell (from the "S"-boundary)	63
L. Verő: Can barren rocks give rise to IP anomalies?	70
A. Trojanowski—J. Smolenski: The low frequency resistivity meter type PLH—03	74
F. Egerer: Variations of the dielectric constant and the dielectric phase angles of various water-bearing rocks in the function of frequency	76
Communications	69, 73, 79
NEWS ABOUT THE ASSOCIATION	80

