

Slobos

MAGYAR
Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1970. XI. ÉVFOLYAM, 1—2. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XI. évfolyam

1—2. szám

Szerkesztőség

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

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság

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

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
 igazgató

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Rumpler János—Sághy György—Tóth János—Vándor Béla—Zsitvay Szilárd: Az analóg mágneses regisztrálású szeizmikus kutatás helyzete Magyarországon</i>	2
<i>Czeplédi István: Digitális elektronikus számítógépek felhasználási feltételei és lehetőségei a mélyfűrészi geofizikában</i>	14
<i>Erkel András: A potenciáltérkép elsődleges mélységtranszformációja q_{∞} aljzat esetén</i>	19
<i>Baranyi István: A geoelektromos térkivonásos módszer alkalmazhatóságának néhány kérdése</i>	28
<i>Szabó G. Levente: Kisaktivitású minták alfa-spektrometriája</i>	35
<i>Baranyi István—Elek István—Géresi Gyula: Komplex légigamma-spektrometriai és légimágneses mérések Magyarországon</i>	41
<i>Wéber Béla: Hozzászólás Baranyi I., Elek I., Géresi Gy. dolgozatához</i>	52
<i>Hoffer Egon: Hozzászólás Baranyi I., Elek I., Géresi Gy. dolgozatához</i>	56
<i>Meskó Attila—Rádlér Béla: A szeizmikus adatok feldolgozásában alkalmazott digitális szűrők hatásosságának statisztikus vizsgálata</i>	59
<i>Kovács Ferenc: Graviméter állomások telepítésével kapcsolatos vizsgálatok a mintavétel-elmélet alapján</i>	66
<i>Lantos Miklós—Zimányi István: Geoelektromos kádmódellezés I. rész</i>	73
EGYESÜLETI HÍREK	1, 40, 58
<i>Könyvismertetés—Lapszemle</i>	13, 81

Index: 26 507

MAGYAR GEOFIZIKA

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

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

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor. Megrendelhető egész évre 60,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTE SZ 171.249—70. sz.

csekkzármájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

70.590. Állami Nyomda, Budapest

Egyesületi hírek

Ügyvezető elnökünk kitüntetése

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének Elnöksége hazánk felszabadulásának 25. évfordulója alkalmából

DR. SEBESTYÉN KÁROLY

kandidátust, a Magyar Geofizikusok Egyesületének ügyvezető elnökét

MTESZ-díjjal tüntette ki.



Dr. Sebestyén Károly Egyesületünk alapító tagja, 1955-től 1964-ig egyesületi főtitkár, 1964-től 1967-ig ügyvezető alelnök, 1967-től ügyvezető elnök. Az Egyesület megalapításától kezdve fáradhatatlanul tevékenykedett az egyesületi munka szervezésében, irányításában, szakmai színvonalának emelésében. Érdeme, hogy az ellenforradalom leverése után rövid idő alatt megindította az egyesületi életet.

Számos értékes, szakmailag magas színvonalú előadást tartott Egyesületünkben, a szakosztályokban és a szimpóziumokon. Az egyesületi lap, a „Magyar Geofizika” megindításában és szerkesztésében fontos szerepe volt s a lapnak jelenleg felelős szerkesztője.

Mint a budapesti és a miskolci egyetem meghívott előadója a geofizikusok képzésében is aktívan közreműködik.

Kiváló szakmai felkészültségének köszönhető, hogy a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben példamutatóan szervezte meg a geoelektromos és a mélyfúrású geofizikai kutatásokat s az Intézet mélyfúrású osztályát jelenleg is nagy sikerrel vezeti.

Mindig arra törekedett, hogy Egyesületünk az egész magyar geofizikus társadalmat összefogja, szakmai, tudományos munkájának fóruma, ösztönzője és a geofizikusok baráti viszonyának ápolója legyen. A gyakorlati geofizikai kutatások nagy jelentőségét felismerve, azok kifejlesztésében nagy munkát végzett.

dr. Renner János

Az analog mágneses regisztrálású szeizmikus kutatás helyzete Magyarországon*

RUMPLER JÁNOS–SÁGHY GYÖRGY–TÓTH JÁNOS–VÁNDOR
BÉLA–ZSITVAY SZILÁRD

Az általános áttekintést nyújtó dolgozat röviden ismerteti a magyarországi kőolajipari szeizmikus kutatás helyzetét az analog mágneses jelerőgztésű technika bevezetése előtt és után.

Foglalkozik a mély-medenceterületek (> 6000 m), valamint a tektonizált mezozoós képződmények kutatási problémáival. E feladatok megoldásával kapcsolatban ismerteti a CDP eljárás különböző változataival nyert eredményeket. Utal az analog technika alkalmazásánál felmerült problémákra.

Végül egy példát mutat be az analog anyag digitális feldolgozására.

Доклад дает краткий обзор состояния сейсморазведочных работ в венгерской нефтяной промышленности до и после внедрения аналоговой техники магнитной записи сейсмических сигналов. Рассматриваются методические вопросы, а также вопросы об обработке и интерпретации данных (ведение статических поправок, измерение скоростей для составления функций динамических поправок, геологическая интерпретация временных разрезов в районах со сложной тектоникой.) По излагаемым темам приводятся практические примеры.

Подробно анализируются проблемы изучения строения глубинных бассейнов (> 6000 м), а также тектонически сильно нарушенных мезозойских отложений. Излагаются результаты, полученные при решении этих задач при помощи различных вариантов метода ОГТ. Обсуждаются проблемы, возникающие при применении аналоговой техники: отсутствие возможности машинного вычисления статических поправок, массовые определения скоростей в районах с значительным горизонтальным градиентом, затруднения, связанные с отклонениями между возбужденными спектрами.

Приводится пример цифровой обработки аналоговых сейсмических данных.

Der eine allgemeine Übersicht bietende Beitrag gibt kurz die Lage der ungarischen seismischen Erdölforschung vor und nach Einführung der analogen Magnetbandregistrator-Technik bekannt.

Er befasst sich eingehend mit den Forschungsproblemen der tiefen Beckengebiete (> 6000 m) sowie der tektonisierten Formationen des Mesozoikums. Im Zusammenhang mit der Lösung dieser Aufgaben gibt er die mit Hilfe der verschiedenen Variationen des CDP-Verfahrens (Stapelung) gewonnenen Ergebnisse bekannt. Es wird auf die bei Anwendung der analogen Technik auftretenden Probleme verwiesen.

Zur digitalen Aufarbeitung des analogen Materials wird ein Beispiel vorgeführt.

Egy korábbi dolgozat keretében (*Magyar Geofizika X. évf. 2. sz.*) beszámoltunk a többszörös fedéses eljárással szerzett első tapasztalatokról. Az azóta összegyűlt újabb mérési anyag ismereteinket tovább bővítette, s lehetővé tette az eljárás kiterjedtebb eredményes alkalmazását is. Az eddigi eredményekre támaszkodva úgy véljük, levonhatunk néhány általánosítható következtetést, mellyel jellemezhető a kőolajipari analog szeizmikus kutatás helyzete, színvonala.

Ezen értékelés előtt – a teljesség kedvéért – röviden vázoljuk az 1952 óta elvégzett kőolajipari szeizmikus méréseket.

Az 1952–1966 közötti időszakban, amikor csupán fotoregisztrálásos mérések folytak, az ország CH-kutatásra reményteljes, 77 000 km²-es területén összesen mintegy 25 700 km hosszúságban végeztünk szeizmikus, – túlnyomóan reflexiós – méréseket. Ez 0,35 km/km²-es vonalsűrűségnek felel meg. Ha elfogadjuk, hogy felderítő a ≤ 0,1 km/km²-es, átnézetes a 0,1–0,5 km/km²-es, és részletező a > 0,5 km/km²-es vonalhálózati sűrűség, úgy a felderítő, át-

* A cikk csak a kőolajipari szeizmikus tevékenységet tárgyalja.

nézetes, és részletező mérésekkel befedett területeknek az ország perspektivikus területéhez viszonyított aránya rendre 58%, 24% és 18%. A közölt számok csupán a mérések területi eloszlásáról nyújtanak tájékoztatást, a földtani képződmények vertikális felkutatottságának teljességére korántsem lehetnek jellemzőek.

A fotoregisztrálásos szeizmikus felvételezéssel elért kutatási sikerek alapvetően a pliocén képződményekhez, az ezekben feltárt kőolaj- és földgázelfordulásokhoz kötöttek. A mérésekkel kapcsolatos nehézségeket [1] és [2] tárgyalja részletesen, így ezekre nem térünk ki.

Az analog mágneses regisztrálású mérések bevezetésekor az alapvető feladat az új technológia begyakorlása, a mérési metodika, a feldolgozási rendszer kidolgozása, valamint rutinszerű alkalmazása volt. Súlyponti kérdés volt a sztatikus korrekciók pontos meghatározása. A kidolgozott eljárásról a szerzők az 1967. évi szimpóziumon beszámoltak [3]. A dinamikus korrekciók meghatározásához sűríteni kellett a felszíni reflexiók sebességméréseket. Ezeket Dix-Bortfeld séma szerint végezzük, s számítógépen dolgozzuk fel.

Az analog mágneses regisztrálású mérések révén elért jelentős minőségi javulás megmutatkozott a nagyobb dinamikatarományban, a jel/zaj viszony javulásában, a lehatolás megnövekedésében, a szeizmikus hullámkép összefüggő áttekintésének lehetőségében.

Világosabban megmutatkoztak továbbá a felszíni szeizmogeológiai sajátosságok területenkénti változásai is. A többségében sík felszínű alföldi kutatási területeken, a lövési paraméterek (töltet, mélység) meghatározása általában nem okozott gondot. A paraméterek meghatározott intervallumon belüli változtatása nem gyakorolt lényeges hatást a szeizmikus anyag minőségére.

A tagolt topográfiájú dunántúli területeken a lövési paraméterek megválasztására különös gondot kellett fordítani. Itt a jó szeizmikus energiát biztosító mélységintervallum szűk, ezen a mélységtartományon kívül a regisztrált szeizmogramok gyenge minőségűek. Ilyen területeken homogén, a felszínközeli hatásoktól lehetőleg mentes szeizmogramok regisztrálása nehézségekbe ütközött. Ezek elkerülése érdekében, a felszínközeli 50–100 m-es összetet geoelektromos sekélyszondázással felmértük, s megszerkesztettük az ellenállásszelvényeket.

A geoelektromos ellenállásszelvények, az átfúrt rétegsor és a szeizmikus anyagminőség együttes vizsgálata lehetővé tette, hogy a korábbi próbálgatásos mélység megválasztás helyett mérési adatok felhasználásával határozzuk meg az optimális paramétereket.

A kísérleti vizsgálatok alapján számos dunántúli területen az adódott, hogy általában a legkisebb ellenállású rétegben végzett robbantások adják a legjobb minőségű szeizmikus anyagot.

Néhány éves tapasztalati anyag alapján állíthatjuk, hogy ezek a mérések jelentősen segítik a szeizmikus kutatások tervezését és nagyban hozzájárulnak a megfelelő lehatolású, homogén szeizmikus anyag nyeréséhez.

További problémát jelentenek az egymásrakövetkező robbantópontokban a gerjesztett, illetve regisztrált spektrum eltéréseiből adódó nehézségek. Ezek a felszíni adottságoktól függően párosulhatnak a ghost-reflexiók keltette jel-torzító és jelhosszabbító hatásokkal is.

Az előzőek hatását sok esetben sikerült csökkenteni a robbantási mélységek gondos megválasztásával. A ghost-reflexiók tanulmányozására, hatásuk csökkentésére a jövőben végzünk behatóbb vizsgálatokat.

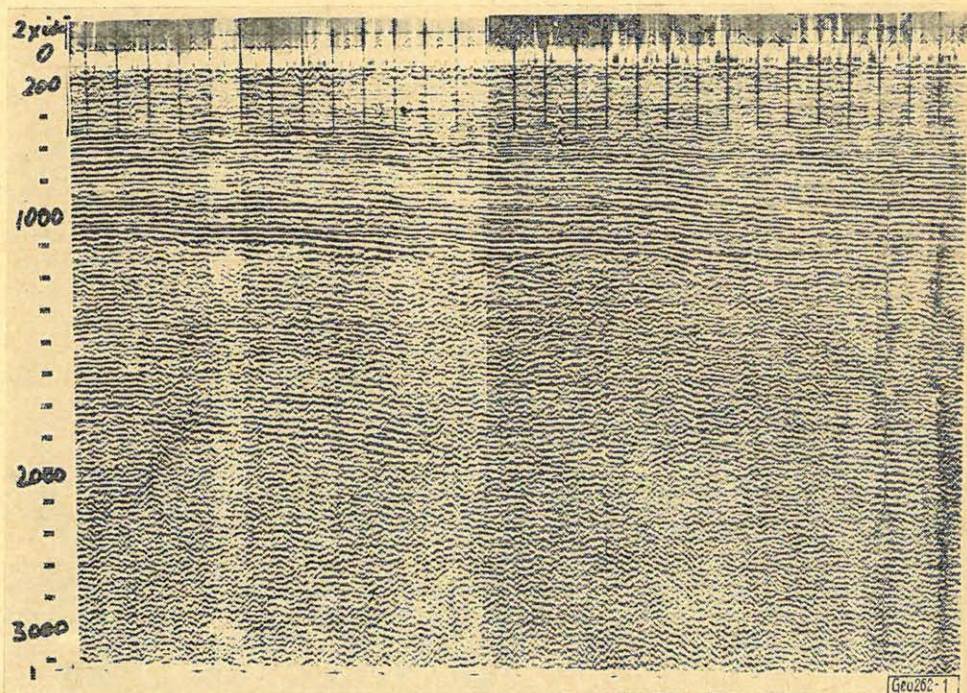
Az 1966–67. évi tapasztalatok megérlelték azt az elhatározást, hogy a fotoregisztrálásos méréseket megszüntessük, s csak mágneses jelrögítésű műszereket alkalmazzunk. 1968-ban a 4 mágneses regisztrálású francia terepi műszert folyamatosan üzemeltettük, így ezek 8 csoportot tudtak kiszolgálni. Ennek eredményeképpen 1968-tól az országban a reflexiós mérések csak mágneses regisztrálással folynak. Az üzem analog műszerparkja 1969-ben 3 db magyar gyártmányú FM terepi berendezéssel bővült. Ezzel párhuzamosan az analog centrum 2, majd 3 műszakos üzemelését is be kellett vezetni.

Egyszeres szelvényezéssel kapott eredmények elemzése kapcsán a következő általánosítások tehetők.

1. A viszonylag sekély mélységben fekvő (1000–2000 m) pliocén üledékekkel fedett paleozoós felszín jól nyomozható, a szerkezeti felépítés pontosan meghatározható (1. ábra).

2. A mélyülő medenceperemeken, különösen ott, ahol a pliocénen kívül miocén üledékek is jelen vannak, a medencealjzat nyomonkövetése már sok esetben nehézségekbe ütközik (2. ábra).

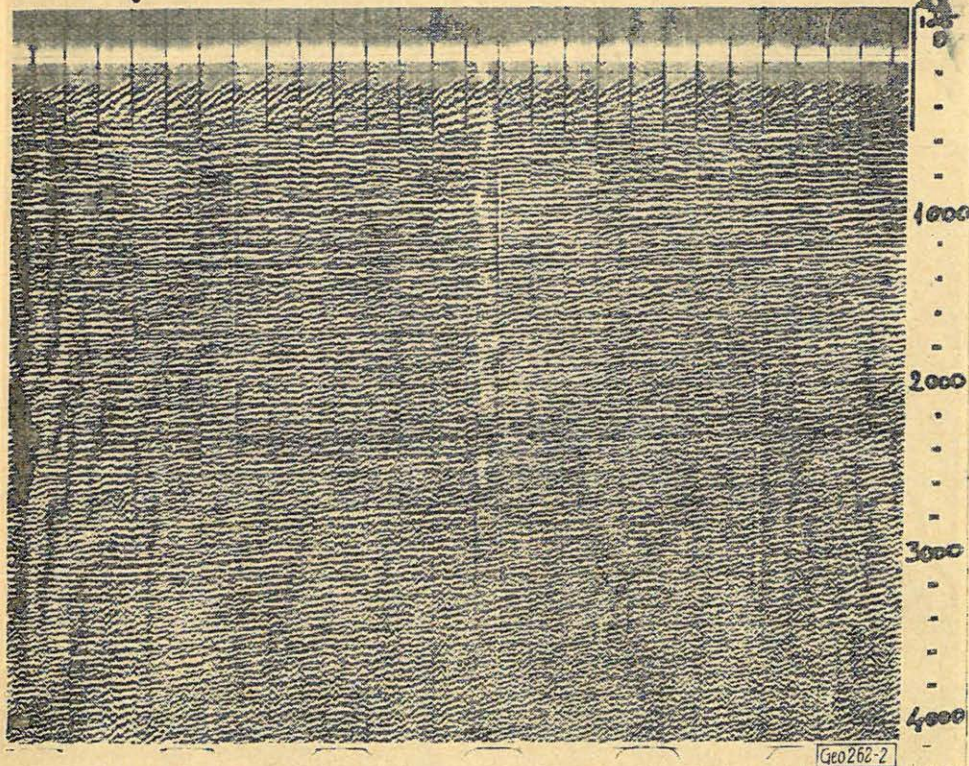
3. A pliocénbe tartozó nagyvastagságú pannon rétegsor szeizmogeológiai sajátosságai (vékony-rétegzettség, horizontális fáciesváltozással összefüggő reflexiókoefficiens változások, interferenciás reflexiók, ghost-keletkezési lehe-



1. ábra. Egyszeres időszelvény D-Tiszántúlról (középlövéses rendszer, geofonbázis 30 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 1. Однократный временный разрез с южной части Затисского края (взрыв на середине профиля, база приемников равна 30 м, 5 приемников/канал)

Abb. 1. Zeitprofil mit einfacher Überdeckung aus SO-Ungarn (Zentralschuss-System, Geophonbasis 30 m, 5 Geophone/Kanal)



2. ábra. Egyszeres időszelvény D-Tiszántúlról (véglövéses rendszer, geofonbázis 30 m, offset 600 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 2. Однократный временный разрез с южной части Затисского края (взрыв на концах профиля, база приемников равна 30 м, смещение 600 м, 5 приемников/канал)

Abb. 2. Zeitprofil mit einfacher Überdeckung aus SO-Ungarn (Endschuss-System, Geophonbasis 30 m, 5 Geophone/Kanal)

tőségek, többszörös reflexiók) az e sorozatra vonatkozó szeizmikus hullám-képet igen bonyolulttá teszik (3. ábra).

4. Külön problémakörként emelhető ki a pliocén képződményekkel fedett, igen erősen tektonizált mezozoikum kutatása, amelyhez igen jelentős kőolajelőfordulásokhoz kötöttek. E területrészekben egyszeres szelvényezéssel a mezozoikum nem kutatható a kívánt részletességgel és megbízhatósággal.

Az alapvető problémát a tektonizált triász mészkődolomit felszín és az erre eróziós diszkordanciával települt 0–400 m vastagságú kréta képződmények jelentik. Az egyszeres szelvényezéssel a mindenkori mezozoós felszínt sikerült elérni. Kréta jelenléte esetén a triászról származó reflexiók már igen gyengék. A tagolt tektonika miatt a regisztrált hullámkép bonyolult. A szeizmikus időszelvényeken a reflexiókon kívül sok reguláris zavaró hullám jelenik meg. Alapos analízissel sikerült a különböző típusú hullámok keletkezési helyét identifikálni s így a helyes földtani metszeteket megszerkeszteni. A mezozoikum belső szerkezetét azonban nem sikerült megismerni (4. ábra).

A felsorolt és egyben megoldatlanul maradt kutatási célkitűzések sürgették az analog technika ezideig leghatékonyabb módszertani lehetőségeinek, a többszörös fedéses eljárásnak a bevezetését.

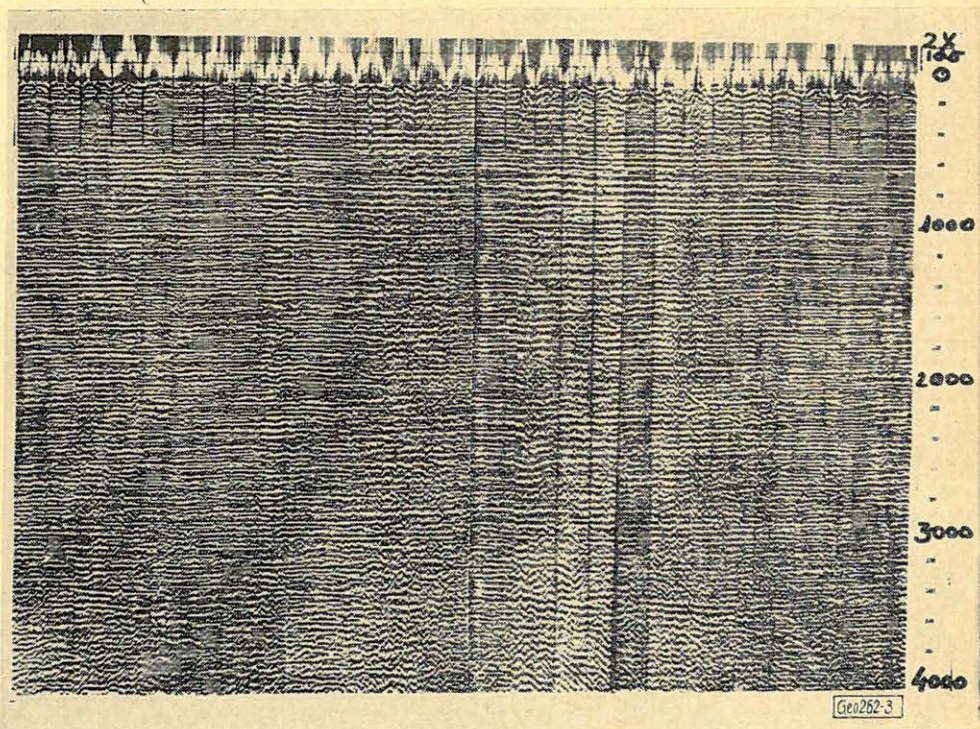
Az eljárás alkalmazása előtt a megelőző vizsgálatok kiterjedtek a többszörös reflexiók jelenlétének és paramétereinek meghatározására, a szabályos és szabálytalan zajok, valamint a gerjesztett, illetve regisztrált spektrum tanulmányozására.

A többszörös fedéses rendszerek tervezésénél mindig az adott terület szeizmogeológiai viszonyaiból, s a megoldandó feladatok természetéből indulunk ki.

Ezeknek, valamint a módszertani vizsgálatok eredményeinek figyelembevételével általában a következő többszörös fedéses rendszereket alkalmaztuk:

a) 50–60 m-es geofonközű, középlövéses, 6×-os fedésű rendszerek, elsősorban a szabálytalan háttérzaj csökkentésére,

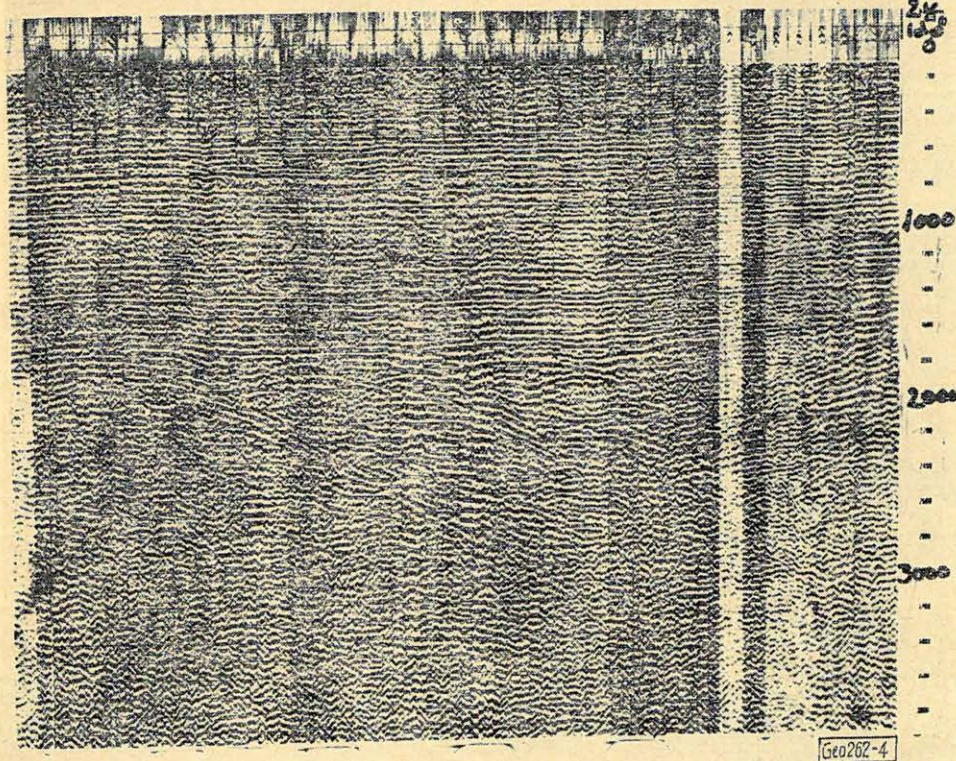
b) egyirányú véglövéses, 20–30 m-es geofonbázisú 6×-os fedésű rendszerek, a gyengé intenzitású hasznos jelek erősítésére, s részben többszörösök csillapítására,



3. ábra. Egyszeres időszelvény *D-Tiszántúlról* (középlövéses rendszer, geofonbázis 30 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 3. Однократный временный разрез с южной части Затисского края (взрыв на середине профиля, база приемников равна 30 м, 5 приемников/канал)

Abb. 3. Zeitprofil mit einfacher Überdeckung aus SO-Ungarn (Zentralschuss-System, Geophonbasis 30 m, 5 Geophone/Kanal)



4. ábra. Egyszeres időszelvény Nagylengyel környékéről
(véglövéses rendszer, geofonbázis 20 m, offset 0 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 4. Однократный временный разрез, полученный в районе Надьлендел (взрыв на концах профиля, база приемников равна 20 м, смещение 0 м, 5 приемников/канал)

Abb. 4. Zeitprofil mit einfacher Überdeckung aus W-Ungarn
(Zentralschuss-System, Geophonbasis 20 m, 5 Geophone/Kanal)

c) nagymélységű medenceterületeken, 30–60 m-es geofonközű, 720–1080 m-es offset távolságú rendszerek, intenzív többszörösök csillapítására.

A többszörös fedéssel bemért km-ek aránya az összes bemért km-ekhez a következő:

1967 910 km egyszeres és többszörös Ebből: 15 km többszörös fedés 1,7%

1968 1157 km egyszeres és többszörös Ebből: 343 km többszörös fedés 42%

1969 1225 km egyszeres és többszörös Ebből: 574 km többszörös fedés 47%

A közös mélységpontú mérések túlnyomó részét hatszoros fedéssel végeztük. Látható, hogy az 1969. évi arány megközelíti az 50%-ot, azonban még lényegesen elmarad az 1967. évre vonatkozó 85%-os világtól.

A többszörös fedéses eljárás arányának növelése az alapvető kutatási szükségességből következik. Magyarországon ugyanis a sekélyebb mélységben fekvő, egyszerűbb szerkezetű típusokat részben a hagyományos technikával felkutattuk, részben az egyszeres fedésű analóg technikával fel tudjuk kutatni.

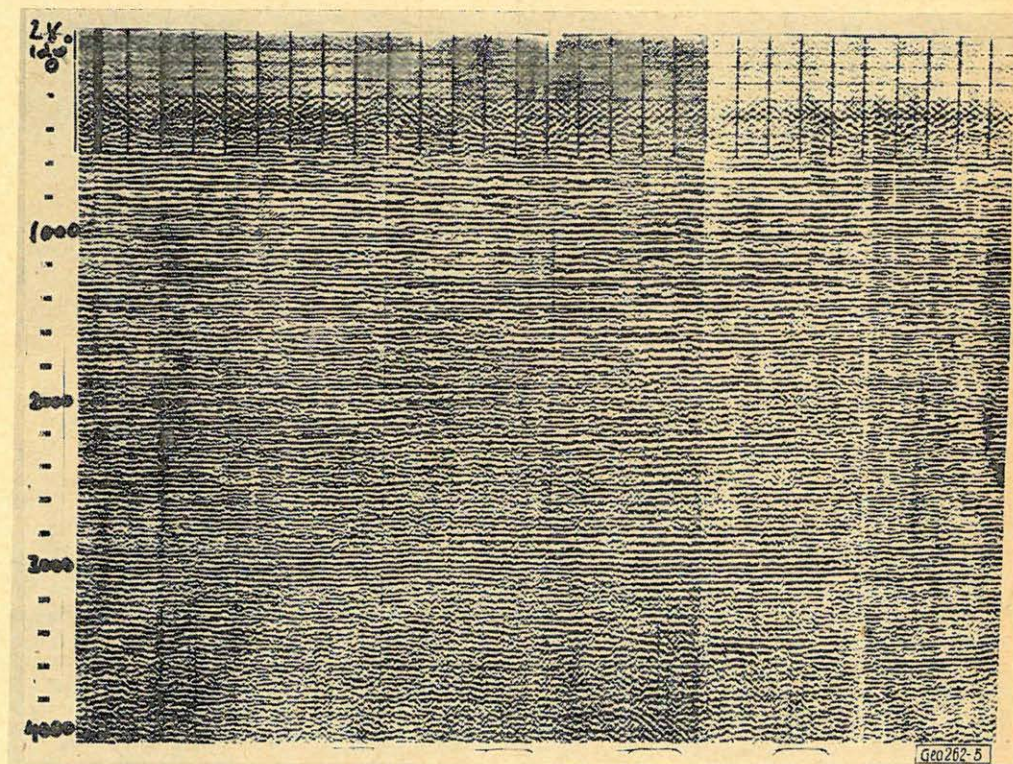
A távlati *CH*-kutatósi koncepciók jelenleg már egyrészt a mély, miocén-pliocénnel töltött medenceterületek, másrészt a bonyolult tektonikai felépítésű, elsősorban mezozoós és paleogén képződmények geofizikai feltérképezését kívánják meg. Ezek a kutatási célkitűzések – mint az előzőekből is kiderült – egyszerűes szelvényezéssel nem oldhatók meg.

A többszörös fedéses eljárással az ideig elért kutatási eredmények a következőkben összegezhetők:

a) A szeizmikus időszelvények jel/zaj viszonya lényegesen javult. Az egyszerűbb típusú többszörös reflexiók nagymértékben gyengültek vagy kioltódtak. A lehatolás megnőtt.

b) Mindezek eredményeképpen a pliocén sorozat reflexióinak korrelálhatósága javult, folytonos szintek alakultak ki (5. ábra).

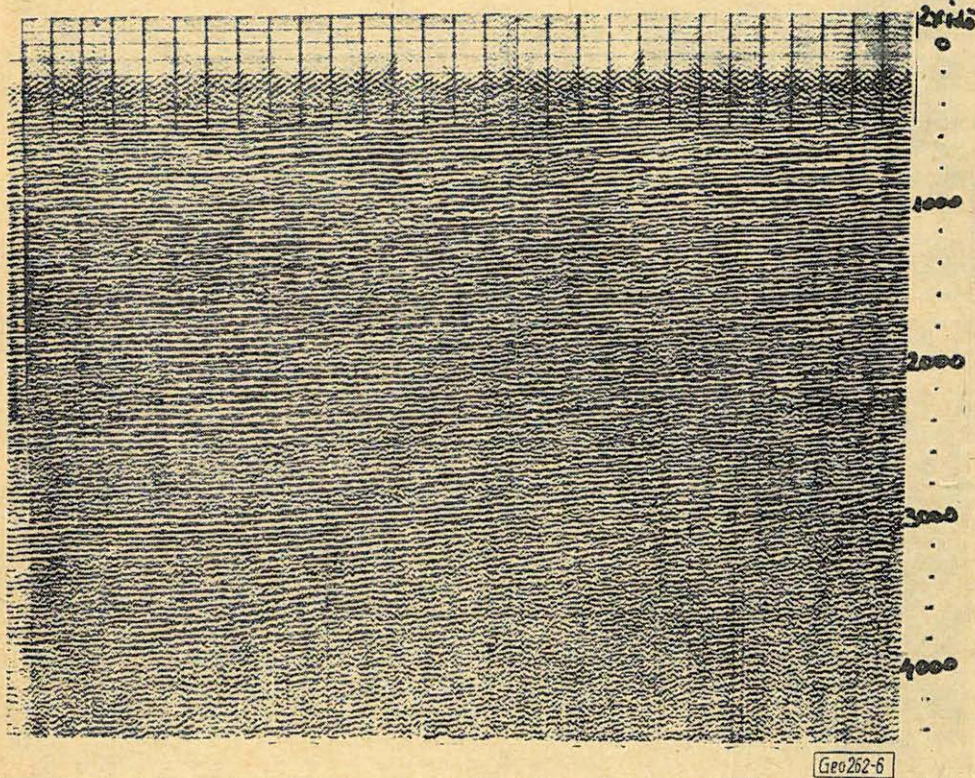
c) A medencealjzatról származó információk a tetővidéken és az elmélyülő oldalakon lehetővé tették a szerkezeti kép meghatározását (6. ábra).



5. ábra. A 3. ábrának megfelelő szelvényszakasz hatszoros fedéssel.
(véglövéses rendszer, geofonbázis 30 m, offset 480–720 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 5. Участок профиля, соответствующей Фиг. 3, с шестикратным перекрытием (взрыв на концах профиля, база приемников равна 30 м, смещение 480–720 м, 5 приемников/канал)

Abb. 5. Der Abb. 3 entsprechender Profilabschnitt mit sechsfacher Überdeckung.
(Endschuss-System, Offset: 600 m, Geophonbasis 30 m, 5 Geophone/Kanal)



6. ábra. A 2. ábrának megfelelő szelvényszakasz hatszoros fedéssel.
(véglövéses rendszer, geofonbázis 30 m, offset 480–720 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 6. Участок профиля, соответствующий Фиг. 2 с шестикратным перекрытием (взрыв на концах профиля, база приемников равна 30 м, смещение 480–720 м, 5 приемников/канал)

Abb. 6. Der Abb. 2 entsprechender Profilabschnitt mit sechsfacher Überdeckung.
(Endschuss-System, Offset: 600 m, Geophonbasis 30 m, 5 Geophon/Kanal)

d) A vastag (4–7000 m), üledékekkel fedett területrészek az üledéksor jól, a medencealjzat szerkezeti elemei csak főbb vonásaiban térképezhetők. Itt a szeizmikus anyag további javítására van szükség.

e) A tektonizált mezozoikum kutatására végzett CDP kísérletek is biztatóak. A mezozoós felszínről regisztrált reflexiók minősége, korrelálhatósága jelentősen, a mezozoikumból származóké valamelyest javult. A zavaró difrakciós hullámokat a horizontális stacking nem gyengíti, így ez a probléma továbbra is fennáll (7. ábra).

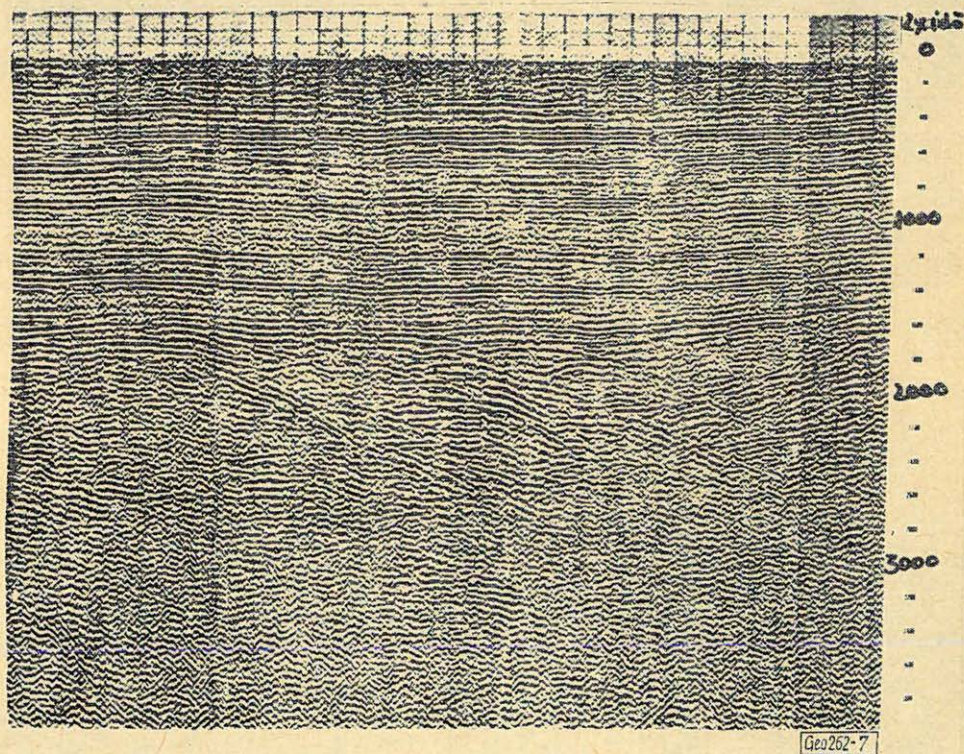
E területrészen végeztünk vertikális stacking kísérleteket is. Ezek a viszonylag szűk optimális töltetmélység-intervallum miatt nem vezettek eredményre.

A többszörös fedéses eljárás eredményes alkalmazásához a megfelelő lehatolású szeizmikus anyagon és lövészi rendszeren kívül sokkal nagyobb

gondot kell fordítani a sztatikus és dinamikus korrekciók pontos meghatározására, mint az egyszeres szelvényezésnél.

Néhány éves tapasztalatunk szerint a sztatikus korrekciók meghatározására használt eljárásunk jó. A felidők gondos vizsgálatával és jó kismélységű reflexiók jelenléte esetén, ± 2 ms-os középhiba érték érhető el. A tömeges manuális munka azonban a feldolgozást lassítja.

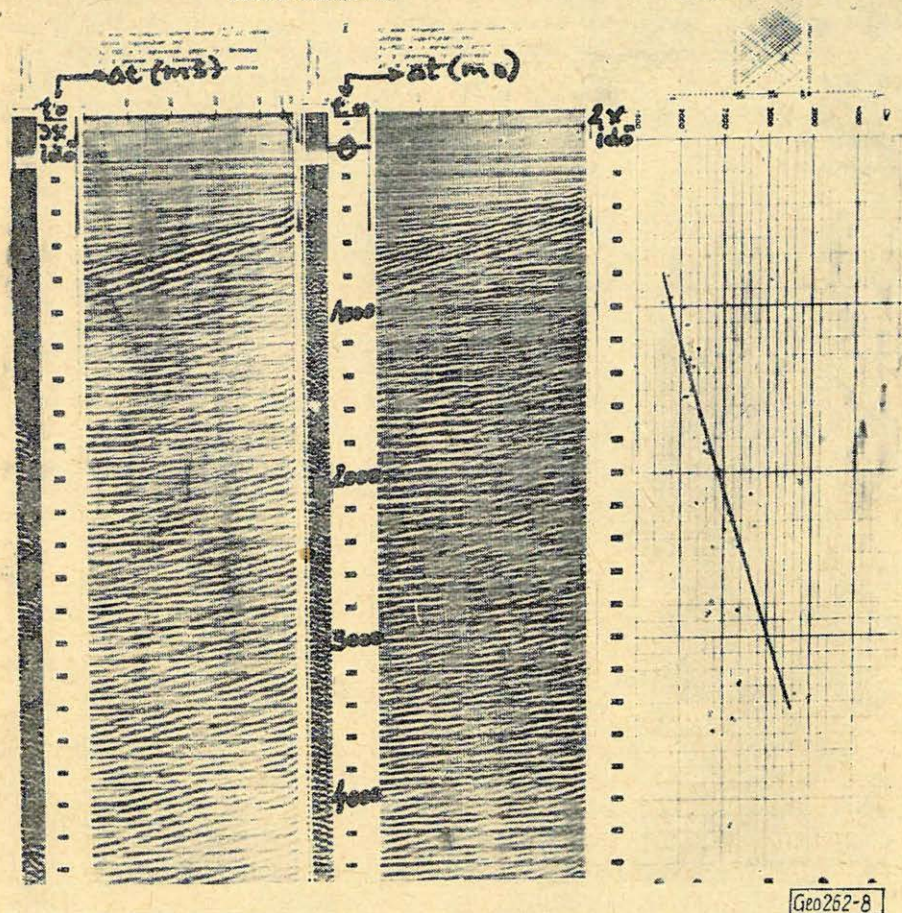
A kellő pontosságú dinamikus függvények előállításához a reflexiók sebességméréseken kívül a korrigált egyszeres szelvények maradék moveout értékeit is analizáljuk. Az így kapott adatokból határozzuk meg a felhasználandó dinamikus korrekciókat. Nehézségek akkor jelentkeznek, ha a felszíni sebességmérésekből és a korrigált egyszeres szelvényekből a kedvezőtlen jel/zaj viszony miatt nem nyerhetők megbízható dinamikus korrekció adatok. Ilyen esetben olyan mérési és feldolgozási eljárással kísérletezünk, amely a közös mélységponti összegzés előnyeit használja ki (8. ábra).



7. ábra. A 4. ábrának megfelelő szelvényszakasz hatszoros fedéssel.
(véglövéses rendszer, geofonbázis 20 m, offset 0–160 m, 5 geofon/csatorna)

Фиг. 7. Участок профиля, соответствующий Фиг. 4 с шестикратным перекрытием (взрыв на концах профиля, база приемников равна 20 м, смещение 0–160 м, 5 приемников/канал)

Abb. 7. Der Abb. 4 entsprechender Profilabschnitt mit sechsfacher Überdeckung.
(Endschuss-System, Offset: 0–160 m, Geophonbasis 20 m, 5 Geophone/Kanal)



8. ábra. Tizenkétszeres fedéssel bemért, két közös mélységre vonatkozó, változó időkéleletéssel összegezett csatornák diagramja

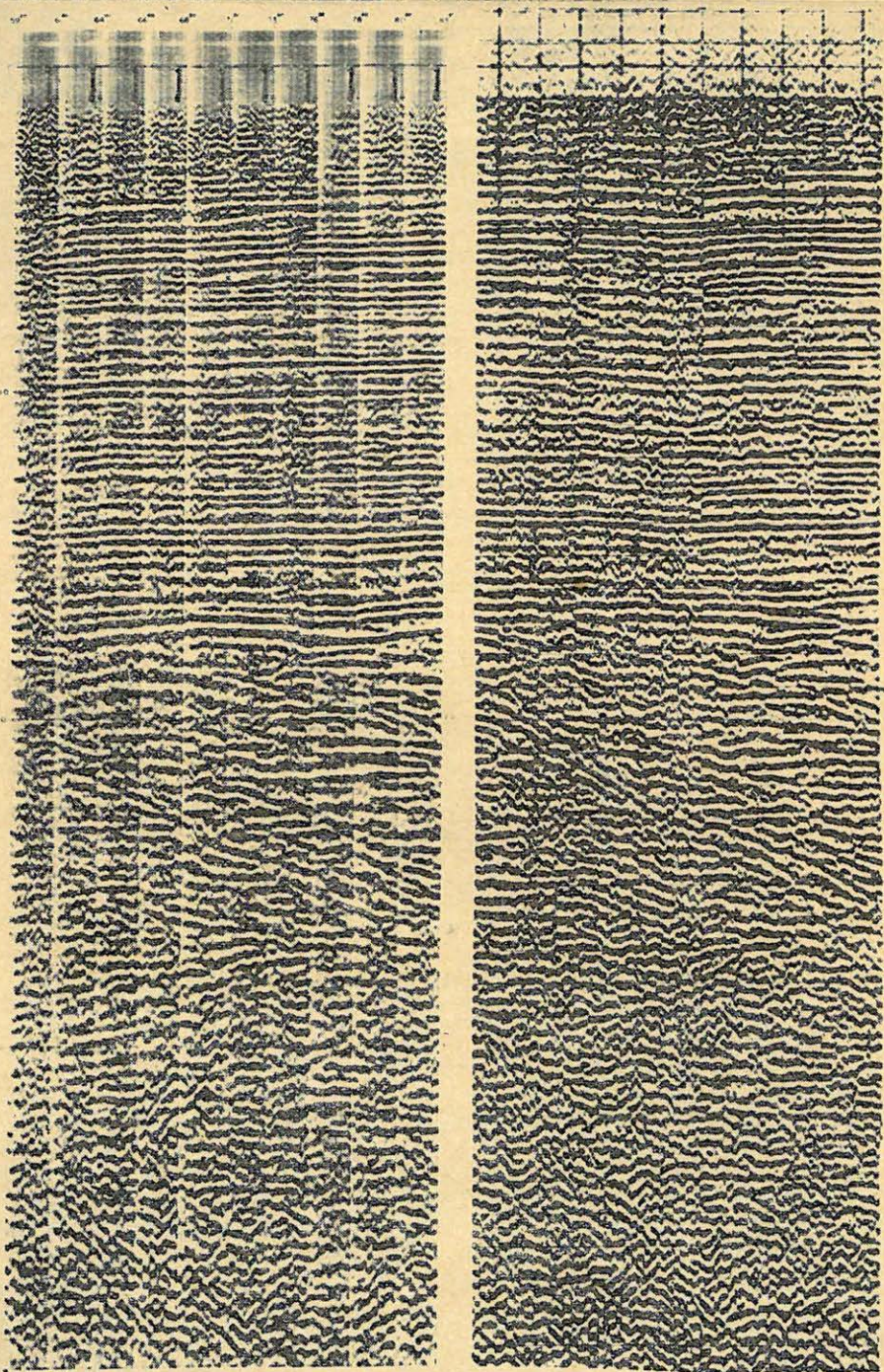
Фиг. 8. Диаграмма каналов, измеренных 12-кратным перекрытием при двух общих глубинных точках с накоплением при разной задержке

Abb. 8. Mit variierender Zeitverzögerung gestapeltes Diagramm, beziehend auf zwei, zwölffach überdeckte, gemeinsame Reflexionspunkte

A 12 növekvő robbantópont távolságú közös mélységre vonatkozó csatornát változó időtolással összegezzük. A legnagyobb robbantópont távolságú csatorna időtolása 0 ms-tól 500 ms-ig változik, 5, illetve 10 ms-os lépésekben.

A közbülső csatornák időtolása a szélsőhöz viszonyítva parabola szerint csökken. A mérés és feldolgozás megbízhatóságát két közeli közös mélységre történő meghatározással ellenőrizzük.

A mérés feldolgozási eredményét a 8. ábra tünteti fel. Erről meghatározható az egyszerű reflexiók dinamikus korrekció értéke, kedvező esetben a többszörös reflexióké is.



Geo262-9

9. ábra. Hatszoros fedéssel bémért szelvényszakasz analóg és digitális feldolgozása.
(Mérési paraméterek a 7. ábráéval azonosak)

Фиг. 9. Аналоговая и цифровая обработка участка профиля, измеренного при шестикратном перекрытии. (Параметры измерения те же, как на Фиг. 7)

Abb. 9. Analoge und digitale Bearbeitung eines sechsfach überdeckten Profilabschnittes.
(Die Parameter sind mit denen der Abb. 7 identisch)

A digitális feldolgozás tanulmányozására a *ZiMS-14*, $6 \times$ -os fedésű szelvény egy szakaszát a *GSI* volt szíves az *M-5* csomagprogrammal és automatikus residual sztatikus korrekcióval feldolgozni (9. ábra).

A $t_0 < 1500$ ms intervallumban a digitális és az analóg centrumon feldolgozott szelvény között nincs lényeges eltérés. Az $1500 < t_0 < 1900$ ms intervallumban a nagy energiával jelentkező reflexiók szint a digitális szelvényen folytonos lett. A $t_0 > 1900$ ms intervallumban pedig a hullámkép a digitális szelvényen valamelyest tisztább, mint az analógon, de még mindig csak rövid korrelálható szakaszokat tartalmaz.

A maradék sztatikus és moveout számítások az analóg feldolgozásánál felhasznált adatok jóságát bizonyították és a jelentősebb javulás elmaradásához ez is hozzájárult.

További javulást csak a teljes digitális technológia, a digitális terepi és mérés és feldolgozás bevezetésétől várunk. A nagyobb regisztrált dinamika, az analóg feldolgozás során jelentkező elkerülhetetlen zajosodás elmaradása – úgy érezzük – önmagában is nagy jelentőségű lesz.

Az alapos primer és többszörös moveout korrekció-analízisek gyakorlati lehetőségétől különösen az intenzív többszörösöket tartalmazó, mélymedencebeli szelvényeknél várunk jelentős javulást, a digitális feldolgozás általánosan ismert lehetőségei és előnyei mellett.

IRODALOM

- [1] *Hámor N., Molnár K., Rumpler J., Varga I.*: A nagyalföldi reflexiók-szeizmikus mérések eredményei és problémái a földtani felépítés tükrében, Magyar Geofizika. VII. évf. 2–3. sz.
- [2] *Molnár K., Rumpler J., Sággy Gy., Zsitvay Sz.*: A magyarországi szénhidrogénkutatásban alkalmazott többszörös fedéses eljárással szerzett tapasztalatok, Magyar Geofizika, X. évf. 2–3. sz.
- [3] *Rádlér B., Sággy Gy., Vándor B.*: Eljárás a sztatikus korrekciók meghatározására, Magyar Geofizika. X. évf. 6. sz.
- [4] *Mayne, W. H.*: Reflection Point Horizontal Data Stacking Techniques, Supplement to Geophysics Vol. XXVII. No. 6.
- [5] *Shock, L.*: Roll-Along and Drop-Along Seismic Techniques. Supplement to Geophysics Vol. XXVIII. No. 5.
- [6] *Mayne, W. H.*: Practical Considerations in the Case of Common Reflection Point Techniques. Geophysics Vol. XXXII. No. 2.
- [7] *Coutier, W. H. et Mendenhall, H. L.*: Experiences with Multiple Coverage Seismic Methods Geophysics Vol. XXXII. No. 2.
- [8] *Marr, J. D. et Zagst, E. F.*: Exploration Horizons from new Seismic Concepts of CDP and Digital Processing. Geophysics Vol. XXXII. No. 2.
- [9] *Tucker, L. R.*: Geophysical Activity in 1967 Applied to Petroleum Exploration. Geophysics Vo. XXXII. No. 6.

LAPSZEMLE

A „Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz” 3 (103.) évf. 3. szám 1970 márciusi számának geofizikai szempontból érdekes cikkei:

A szeged – algyői szénhidrogénmező kísérleti és próbatermeltetési (74–81. oldal)

Juratovics Aladár:

A szerző az algyői szerkezet települési viszonyainak rövid jellemzése után vázolja az üzem szervezeti felépítését, majd közli a termelt olaj és gáz összetételét. A kísérleti termelésnél kellemtelen kísérőjelenségekként mutatkoztak az Algyő-2. telepből termelő kutakba észlelt gáznyelvetörések. Ezek megakadályozására vízelárasztásos művelés vált szükségessé és ezzel kapcsolatban vízbesajtolási kísérleteket hajtottak végre.

Digitális elektronikus számítógépek felhasználási feltételei és lehetőségei a mélyfúrás geofizikában

CZEGLÉDI ISTVÁN

A feltételek szempontjából megvitandó a több kis gép (esetleg másirányú felhasználással is) vagy az egy nagy gép távközléssel való alkalmazásának kérdése. A vitaindító – gazdasági elemzés alapján – ez utóbbi mellett foglalt állást, elemezve a számítógéppel szemben támasztott követelményeket.

A vitaindító vizsgálja továbbá a mélyfúrás geofizikai adatok tárolásának és gépbe vitelének problémáit.

A lehetőségek kérdéscsoportból a vitaindító hármat ragad ki:

1. Átnézetes interpretáció
2. Több modelles, változó paraméterekkel végzett kvantitatív interpretáció
3. A digitált szelvények földtani feldolgoása

Обсуждается вопрос о целесообразности применения нескольких малых машин (с возможным использованием их и для других целей) или одной крупной машины с дальней связью. Основываясь на анализе вопросов экономичности, автор высказывается за последний вариант, причем он приводит требования, предъявляемые к машине.

Рассматриваются проблемы хранения промысловогеофизических данных и ввода их в машину.

Из возможностей применения ЭЦВМ автор останавливается на рассмотрении следующих трех задач:

1. Предварительная обработка данных;
2. Многомодельная количественная обработка с переменными параметрами;
3. Геологическая интерпретация цифровых разрезов.

Aus dem Gesichtspunkte der Bedingungen ist die Frage zu diskutieren, ob man mehrere kleine Maschineneinheiten (die eventuell auch für andere Zwecke dienen können) oder aber eine grosse Anlage (mit Fernübertragung) anzuwenden hat. Der Vortragende – auf Grund einer Wirtschaftlichkeitsanalyse – äussert sich für das letztere und gibt nachher eine Analyse der für die Rechenanlage aufzustellenden Erfordernisse.

Der Vortragende bespricht weiter die Probleme der Speicherung der Daten und ihrer Einführung in die Maschine.

Aus der Gruppe der Möglichkeiten werden folgende drei Fragen hervorgehoben:

1. Orientierende Interpretation
2. Quantitative Interpretation mit Anwendung von mehreren Modellen von unterschiedlichen Parametern
3. Geologische Bearbeitung von digitalisierten Profilen

A számítógépek elterjedése a technikai életben megnyitotta a lehetőségeket a karottázs-szelvények gépi feldolgozására is. A 60-as évek eleje óta mind több államban, köztük Magyarországon is foglalkoznak a számítógépi interpretáció megvalósításával.

A számítógépi interpretáció rutinszerű (üzemszerű) alkalmazásának több előfeltétele van. A fontosabbak a következők:

1. A karottázs-szelvények digitális rögzítése
2. Adatátviteli (hírközlő) berendezés
3. Megfelelő számítógép
4. Software ellátottság.

A karottázs-szelvények digitális rögzítésére kétféle lehetőség van.

a) Digitális terepi regisztrálás.

b) Irodai szelvénydigitalizálás.

Miután ezek alkalmazási területükben, valamint műszaki paramétereikben lényegesen eltérnek egymástól, célszerű külön-külön megvizsgálni azokat.

Terepi digitális szelvény-regisztrálók általában többcsatornás mágneses jelrögzítésű berendezések, melyek az analog regisztrálással egyidőben végzik a felvett szelvény digitális rögzítését.

Az irodai berendezéseknél általában 3–6-szor költségesebbek. Előnyük a gyorsaság. Néhány ilyen berendezés összehasonlító adatait mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat

Paraméter	Schlumberger USA	EFKI (Magyar)	Baku (Szovjet)
Adathordozó	1/2" mágneses-szalag	1/4" mágneses-szalag	5 csatornás lyukszalag
Egyidőben regisztrálható paraméterek száma	4 + 1	5 + 1	4 + 1
Egy adathordozóra egymás után felvehető paraméterek sz.	8 + 1	—	—
Regisztrálási tartomány	0 – 2047 bináris	0 – 2047 bináris	0 – 999 telex
Digitálási táv	1/4; 1/2; 1 láb	2.5; 5; 10 20 cm	?

Irodai szelvénydigitalizáló berendezésekben még nagyobb választék van, kezdve a kézi működtetésű berendezésektől a teljesen automata scannerekig. Ezeknek fő adatait a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat

	VNIIG SZU	ELGI Magyar	Calma USA	Elektro- scanner USA
Előkészítési igény	nincs	nincs	nincs	nincs
Üzem mód	kézi m	kézi m	kézi m	autom.
Adathordozó	5 cs. lyuksz.	5 cs. lyuksz.	1/2" mágn. szalag	1/2" mágn. szalag
Regisztrálási tartomány		0 – 1023 Gray k	0,01" 0,02" 0,04" 0,08"	
Digitálási táv	1/2 – 2 mm	1/2; 1; 2 mm	—	0,01" – 0,15"
Sebesség		2 cm – 12 cm/perc	125"/perc max. 500 kar/sec	30 pont/sec

Mint látható, e két táblázatból a karottázs-szelvények digitalizálására sokféle készülék alkalmazható. Ezért a műszaki szempontokon kívül alapvetően gazdasági indokok alapján kell eldönteni a megfelelő típus (típusok) kiválasztását.

A magyar olajipari tevékenység volumenét tekintve, ahol évente kb. 400 000 métert fűrnak, amit 10 karottázs-szelvényező berendezés szolgál ki, 8–10 terepi digitalizáló berendezésre lenne szükség az arra érdemes adatok digitális rögzítésére. Ugyanezt a feladatot 3, maximum 4 félautomata írodai digitalizáló berendezés is el tudja látni napi egyműszakos leterheltséggel. Tehát az utóbbiak üzemeltetése sokkal gazdaságosabb. Azonban az iparnak rendelkeznie kell egy-két terepi digitális felvevővel is, minthogy adódhatnak olyan esetek is, melyeknél az interpretáció gyorsasága döntő jelentőségű.

A gazdasági szemponton kívül még két alapvető körülményt kell figyelembe venni, nevezetesen a gyors hírközlő csatorna meglétét a szelvény digitalizálási helyétől a számológépig, valamint a kiértékeléshez szükséges programrendszer kiépítettségi fokát. Ezek hiánya, ill. gyenge kiépítettsége esetén ugyanis teljesen illuzóriussá válik a gyors (terepi) digitalizálásból származó előny.

Néhány szóval meg kell említeni egyes új, fejlesztés alatt álló szelvényezői eljárások (akusztikus hullámkép-szelvényezés, sokcsatornás gamma spektrum szelvényen adatrögzítés) problémáit is. Ezek analog formában a ma meglévő berendezésekkel egyáltalán nem regisztrálhatók, digitális rögzítésükhöz is speciális berendezések szükségesek.

A karottázs-interpretáció gépesítésének fontos feltétele egy megfelelő nagyságú és kiépítettségű elektronikus számítógép. A megfelelő gép kiválasztásához tekintsük át azokat a főbb paramétereket, amelyekkel kapcsolatban a karottázs-szelvények feldolgozásánál a géppel szemben követelmények merülnek fel.

1. *A gép sebessége.* Szakmai körökben erősen vitatott kérdés egy átlagfűrés karottázs anyagának feldolgozási időigénye. Közepes teljesítményű gépnél 10 000 művelet/sec sebességgel számolhatunk. Egyesek néhány percről, mások 1–2 óráról beszélnek. Véleményünk szerint egy 500 m hosszú, 10–12 görbével mért lyukszakasz komplex gépi feldolgozásának időigénye 5–10 perc. Amennyiben ez utóbbi értéket helyesnek tekintjük, úgy belátható, hogy – magyarországi vonatkozásban – tisztán karottázs-munkára önálló számítógép üzemeltetése gazdaságtalan.

2. *A gép belső (gyors) memóriája.* A gép memória-igényének tervezésénél négy főbb tényezőt kell figyelembe venni:

a) A kiértékelést végző programrendszer (a szükséges adminisztratív és szervező programmal együtt). Ennek helyigénye becslés alapján 10–15 K.

b) A kiértékelésbe egyidőben bevont adatok számát. 20 cm-es mintavételezést, 10–12 fajta információt és mintegy 100 m-es szakaszt feltételezve 5–6 K a ferrit-igény (fix szóhosszúságú gép alkalmazása esetén).

c) A munkarekesz igényt. Kényelmes szervezés mellett ez szintén 5–6 K.

d) A kiértékeléshez szükséges eltérési görbesereganyag tárolását. E kérdésben két ellentétes tendencia mutatkozik. Egyesek szerint célszerű a rendelkezésre álló paletka-anyagot teljes terjedelmében gépbe vinni, melynek helyigénye a 100 K-t is meghaladja, különben állandóan kényszerítjük a programot a háttér-memóriához való fordulásra. Ez azonban nagyságrendekkel megnövelheti a program futási idejét. Mások viszont a karottázs-szelvényezés pontosságánál nagyobb hibát is megengedő „besűrített” paletka-anyag-tárolást tartják célszerűnek.

Nyilvánvaló, hogy a két álláspont között kompromisszumos megoldást kell találni, mely biztosítja a karottázs-interpretáció megfelelő pontosságát, alkalmas a gyakran használatos korrekciós anyagoknak állandóan a ferritben történő tárolására és a ritkán szükséges anyagok időnkénti behívására. Egy ilyen rendszer helyigénye kb. 20 K-ra becsülhető.

Az a)–d) pontokban leírtakat összesítve a gép gyorsmemória-kapacitása kb. 40–45 K kell legyen.

3. A gép működési rendszere és képzettsége

A szeizmikus feldolgozással ellentétben a karottáznál nincs olyan speciális igény, amely a gép hardware-ét érintené. A géppel szemben csupán egyetlen kikötés van, a multiprogramozási és az autonóm adat-be- és -kiviteli lehetőség.

A gép perifériáival szemben különös igények nincsenek. Bemeneti egységként a szabvány lyukszalag- és kártya-olvasón kívül célszerű a mágnesszalagon rögzített karottázs-adatok közvetlen bevitelét biztosítani. Kimeneti egységek közül a szalaglyukasztót, a szélessávú nyomtatót és a grafikus megjelenítő berendezést (plotter) kell kiemelni.

A számítógép perifériális egységeinek tárgyalásánál néhány szóval érinteni kell a karottázs-adatok tárolásának (archiválásának) problémáját. A vélemények itt is megoszlok. A mi véleményünk az, hogy rövid távon a karottázs-információk mágnesszalagon tárolandók, de szükséges valamennyi karottázs-szelvény lyukkártyára történő átjátszása is tartós tárolás céljából.

A fent felsorolt műszaki, gazdasági és egyéb szempontok alapján kedvezőnek látjuk a MINSZK gépcsalád új, 32-s jelű tagját, melynek főbb műszaki adatait a 3. táblázat mutatja.

3. táblázat

Műveleti sebesség	30 000/sec
Egyidőben futtatható programok száma	4
Operatív memória	max. 64 K
Szóhossz	37 bit
Háttér memória	max. 32 db mágnesszalagos egység
Aritmetika	fix- és lebegő-pontos
Csatlakoztatható ki- és bemeneti egységek, valamint távközlő berendezések száma a multiplex csatornán	132
Szummáris átviteli sebesség a multiplex csatornán	32 Kbyte/sec

Megítélésünk szerint ez a gép hosszú távon is kielégíti a mélyfúrási-geofizikai és a vele rokon ágazatok igényét.

A feltételek közül utolsónak – de nem kis jelentőségű kérdésként – a számítógép program-ellátottságáról kell beszélni. A hazai és a nemzetközi tapasztalatok egyaránt arra utalnak, hogy e kérdés megoldása a legnehezebb. Nem lehet véletlennek tekinteni, hogy majdnem minden ország a ferdeség- és rétegdőlés-mérés eredményének gépi számítását oldotta meg elsőnek. Ezután

került sor különböző országokban, ill. intézményeknél egyes részprogramok (ellenállás-meghatározás, réteghatár-kijelölés stb.) kidolgozására.

Fenti nehézségek leggyorsabb, optimális áthidalásának alapvető feltétele a meglévő, de nem túl nagy létszámú programozó-matematikai apparátus összefogása, amit csak egy közös geofizikai számítógép alapján lehet megvalósítani. Ennek hiányában ugyanis elkerülhetetlen a programok szétforgácsolódása különböző gépek között. Illusztrálásul elegendő megemlíteni, hogy a Magyar Olajipari Karottázs jelenleg három különböző (*Elliot*, *MINSZK*, *ICT*) típusú gépen dolgozik.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Automatizálási Bizottsága komoly tevékenységet fejtett ki a földtani célú közös számítóközpont kialakítására. Ennek alapján az Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet a Kőolajipari Tröszt és más vállalatok anyagi hozzájárulásával folyamatba tette egy *MINSZK-32* típusú számítógép beszerzését, mely hivatva lesz többek közt a karottázs-interpretáció gépesítésének problémáit is megoldani.

Jó lenne, ha a más geofizikai területeken jó együttműködést kialakított szovjet, *NDK*-beli és csehszlovák geofizikai intézményekkel a kapcsolatokat e területen is el lehetne mélyíteni, mert ez lehetőséget adna a gyorsabb előrehaladásra.

A felhasználási feltételek áttekintése után engedjék meg néhány mondat terjedelemben a lehetőségek felvázolását.

Megítélésünk szerint e kérdés elbírálását az alábbi elvi alapról kiindulva kell végezni: az elektronikus számítógépi interpretáció az elkövetkező *10-15* éven belül nem fog olyan szintre emelkedni, hogy pótolná egy nagy gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező interpretátor – tehát a gondolkodó és hozzáértő ember – munkáját. Jelenleg ennek nemcsak programozási és számítógépi feltételei, hanem geofizikai – matematikai feltételei sincsenek meg.

Ezért az interpretáció-gépesítési munkát az alábbi fő irányokban kell végezni.

1. Ki kell dolgozni olyan átfogó programrendszereket (*COMLOG*), amelyek a meglévő legjobb matematikai közetmodellek felhasználásával az ember (interpretátor) helyi ismeretei alapján megadott paraméterek és konstansok szerint végzik az interpretációt és nyers eredményeket – rendszerint több variánsban – szolgáltatnak az interpretátorok (ember) számára, megkimélve őket az ismétlődő és nem alkotó jellegű munkáktól. Természetesen a szelvényezési eljárások, a megalkotott matematikai modellek és programok tökéletesedésével a feladatok mind nagyobb hányadát át lehet a gépre hárítani, de ez mindenképpen hosszabb feladat, ezért nem szabad lenézni azokat a lehetőségeket, melyeket a számítógép már ma tud nyújtani.

2. Feltétlenül ki kell használni az ezekben az eljárásokban rejlő nagy lehetőségeket, melyek tehermentesítik a kutatással és feltárással foglalkozó geofizikus és geológus szakembereket a teljes rétegsorral való foglalkozástól.

Az átnézetes interpretáció birtokában figyelmüket összpontosíthatják a gép által bizonytalanul minősített rétegszakaszok részletes vizsgálatára.

3. A digitálisan rögzített karottázs-szelvények a szó szoros értelmében vett karottázs-interpretáció mellett mintegy „*melléktermékként*” olyan geológiai-geofizikai lehetőségeket is kínálnak, mint a földtani azonosítás, az egyes telepek mikro-struktúrájának vizsgálata, az agyag-homok százalékos meghatározása stb. stb., melyek különösebb munka- és időbefektetés nélkül elvégezhetők és elősegítik a kutatás hatékonyságának fokozását.

A potenciáltérkép elsődleges mélységtranszformációja ρ_{∞} aljzat esetén

ERKEL ANDRÁS

A dolgozat egy olyan új geoelektromos mérési-kiértékelési eljárást ismertet, mely ismert módszerek (1) továbbfejlesztésén alapul s amelyet már részben sikeresen alkalmaztak különböző szilárd ásványi nyersanyagok kutatásánál (2).

A mérés és kiértékelés elvi alapjainak kifejtése után a szerző számos ábrán mutatja be a végzett kísérletek eredményeit és megvizsgálja az elérhető pontosságot, szembeállítva ezt a hagyományos módszerekével.

За последние годы намечается значительное развитие в области венгерских электро-разведочных приборов и методов. Основные направления работ по разработке и усовершенствованию аппаратуры и методики электроразведки, начатых 3 года тому назад, сводятся к следующему:

- 1. Повышение — с использованием наиболее современных электронных схем — чувствительности и быстродействия стандартных видов аппаратуры, снижение веса источников питания и всей аппаратуры, а также их себестоимости. По таким соображениям строятся в настоящее время новые типы аппаратуры для изучения мелких и средних глубин.*
- 2. Замена оптических регистрирующих устройств многоканальными магнитными регистраторами, благодаря чему обеспечивается возможность проведения машинной обработки получаемых записей.*
- 3. Внедрение новых методов разведки, из числа которых на первом месте должны быть упомянуты методы, основывающиеся на изучении переходных процессов. Применение этих методов способствует значительному повышению эффективности и экономичности геофизической разведки как в области изучения глубинного строения (метод ЗС), так и при исследовании рудных месторождений (методы возбужденных потенциалов и ТТ).*

В докладе описываются основные параметры новых видов аппаратуры, приводятся примеры получаемых результатов и рассматриваются дальнейшие направления исследований.

Im Aufsatz wird eine neue geoelektrische Mess- und Auswertungsmethode besprochen, die auf Grund der bekannten Methoden entwickelt und teilweise schon bei der Schürfung nach verschiedenen festen Mineralstoffen mit Erfolg angewendet wurde.

Nach einer Darlegung der theoretischen Grundlagen der Mess- und Auswertungsmethode werden anhand von Diagrammen die Resultate von Versuchsmessungen dargestellt und den Resultaten der bisherigen Messmethode gegenübergestellt. Es wird auch auf die Frage der erreichbaren Genauigkeit eingegangen.

Az alábbiakban egy olyan új geoelektromos mérési-kiértékelési eljárást ismertetünk, amely ismert módszerek (1) továbbfejlesztésén alapul, s amelyet már részben sikeresen alkalmaztak különböző szilárd ásványi nyersanyagok kutatásánál (2).

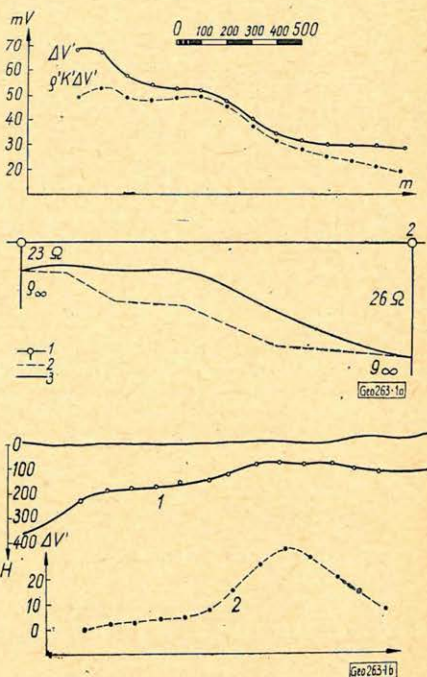
A potenciálszelvényezést Magyarországon először a ρ_{∞} ellenállású medencealjzat térképezésénél alkalmazták. Az AB elektródák között és azzal párhuzamosan mért ΔV szelvények értelmezése azon az egyszerű felismerésen alapult, hogy a felszínen mérhető potenciál ($\Delta V'$) értéke homogén fedőösszlet esetén fordítottan arányos a ρ_{∞} szintet fedő üledékek vastagságával (H_{∞}). Így például az *Ia ábra 1* és *2* felszíni elektromos szondázási pontjai között jelentkező mélységkülönbséget a köztük végzett potenciálszelvény alapján úgy értelmez-

ték, hogy a jelentős szintkülönbséget a potenciálugrások helyén bejelölt vetődések hozták létre (lásd a vékony szaggatott vonalat). A vastag vonallal a következőkben ismertetett eljárással meghatározott H_{∞} szint mélységváltozását ábrázoltuk. Az *Ib ábrán* egy szeizmikus kiemelkedés felett mért potenciálszelvény látható. Bár a potenciálszelvény a ρ_{∞} medencealjzat kiemelkedéseit igen jelentős potenciálanomáliával indikálja (*2. görbe*), a mélység kvantitatív változására nem lehet következtetni. Úgy hisszük, hogy a bemutatott két példa elégséges ahhoz, hogy e módszer szolgáltatotta kiértékelésről véleményt alkothassunk:

– *Előnye:* hogy amíg elektromos szondázások csupán egyetlen pontról adnak információt, addig a potenciálszelvényezés összefüggően és folyamatosan, szelvény mentén vagy nagy területre kiterjedően informál a mélység változásáról.

– *Hátránya:* hogy a $\Delta V'$ és a H_{∞} szint mélysége közötti korreláció igen gyenge, s ezt még tovább ronthatja az üledékes összlet eredő ellenállásának változása, a kis kiterjedésű szerkezetek áramterelő hatása stb.

A felsorolt hiányosságok legjelentősebb részének kiküszöbölésére, valamint a kvantitatív számítás lehetővé

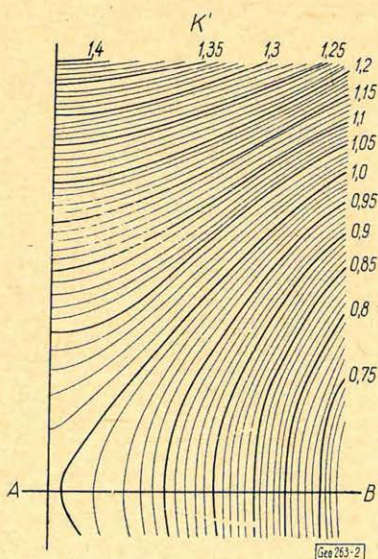


1a ábra. ΔV szelvény felszíni szondázási pontok között
1b ábra. ΔV szelvény szeizmikus kiemelkedés felett

Рис. 1а. Разрез ΔV между пунктами ВЭЗ

Рис. 1б. Разрез ΔV над поднятием сейсмического горизонта

Fig. 1/a. ΔV -Profil zwischen Sondierungs-Punkten an der Oberfläche
Fig. 1/b. ΔV -Profil über eine seismische Aufwölbung



2. ábra. K' százalékos változása ($AB = 4000$ m, $MN = 50$ m)

Рис. 2. Процентное изменение K' ($AB = 4000$ м, $MN = 50$ м)

Fig. 2. Prozentuelle Änderung von K' ($AB = 4000$ m, $MN = 50$ m)

tételére ajánljuk a most ismertetésre kerülő eljárást, amely lényegében három tényező hatását ($A-B-C$) veszi figyelembe:

A) Az AB elektromos dipólnak egy adott helyzetű MN elektródapárral mért potenciálja homogén $\rho = I$ ellenállású közegben, $I = 1$ erősségű áram esetén csupán a mérő elektródák kölcsönös helyzetétől függ:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} = \frac{1}{K}. \quad (1)$$

Az $1/K$ értékének a mérési középpontra vonatkoztatott százalékos változását (K') egy $AB/6 \times AB/4$ nagyságú területre a 2. ábrán mutatjuk be. ($AB = 4000 \text{ m}$, $MN = 50 \text{ m}$).

B) A felszíni potenciálkülönbség értékét jelentősen befolyásolhatja az üledékes összlet hosszanti eredő ellenállásának (ρ_s) horizontális változása is. Ezt a tellurikában alkalmazott módszerekhez (3) hasonlóan úgy vesszük figyelembe, hogy az egyes pontokon mért, vagy interpolált ρ_s értékét a mérési középponton meghatározott, vagy területi átlagból képzett ρ_0 -hoz viszonyítjuk:

$$\rho' = \frac{\rho_0}{\rho_s}. \quad (2)$$

Ha a mért potenciál-értékeket ($\Delta V'$) e két tényezővel ($A-B$) korrigáljuk, úgy az már mentes minden horizontális irányú torzulástól és változástól:

$$\Delta V = \rho' \cdot K' \cdot \Delta V' \quad (3)$$

C) Ha valamely kétdimenziós (cilindrikus) szerkezetre merőlegesen igen távoli elektródák segítségével I nagyságú áramot vezetünk a ρ_s ellenállású üledékbe, úgy a felszínen Δx távolságon mérhető potenciál nagyságát a

$$\Delta V = \rho_s \frac{I \cdot \Delta x}{H_\infty} \quad (4)$$

egyenlet határozza meg, ahol H_∞ a ρ_∞ szintet fedő üledékek vastagsága. A (4) egyenlet legfőbb tulajdonságairól, a potenciálmélység-függvény összetartozó értékeiről az 1. táblázat adatai világosítanak fel. A 2. oszlop a felszínen mért potenciált, a 3. oszlop a vertikális gradienst, a 4. oszlop pedig az 1 mV -nak megfelelő mélységváltozást tartalmazza a H_∞ szint különböző értékeinél. A táblázatból egyértelműen világos, hogy a potenciál-értékek egyenlőközű ábrázolása, mint pl. az 1. ábrán, milyen jellegű helytelen következtetésekre vezethet.

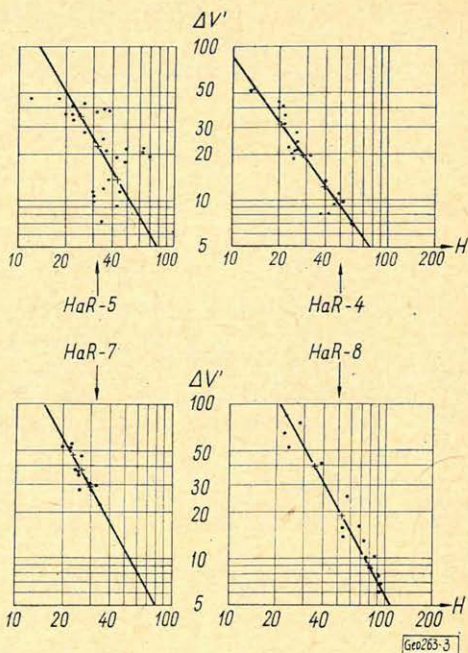
1. táblázat

1.	2.	3.	4.
H_∞	ΔV	$\Delta V/\Delta H$	$\Delta H/\Delta V$
m	mV	mV/m	m/mV
10	250,0	98,00	0,73
20	32,8	1,30	1,42
50	8,9	0,20	3,33
100	0,37	0,05	20,30

A 4. oszlop külön kiemelését azért tartjuk szükségesnek, hogy a mérések végrehajtásához alkalmazott műszer érzékenységéből a mérés és ezzel együtt a mélységszámítás pontosságára következtetni lehessen. Ha például az alkalmazott műszer pontossága 1 mV , akkor a mélységmegtérítés hibája a 4. oszlop adatai szerint H_{∞} nagyságától is erősen függő érték, s például 100 méterben már eléri a $\pm 20\%$ -ot is. Megfordítva a tételt, ahhoz hogy a száz méter nagyságrendű mélységváltozást $\Delta H = \pm 10\%$ alatti hibával határozhasuk meg, a műszer alapérzékenységét $0,5\text{ mV}$ -ra kell növelni.

A 4 egyenlet ($\Delta V - H_{\infty}$ függvény) linearizálására két lehetőség is adódik. Az egyik a (4) egyenlet logaritmálása $\log \Delta V = \log (\rho_s \cdot I \cdot \Delta x) - \log H_{\infty}$. (5)

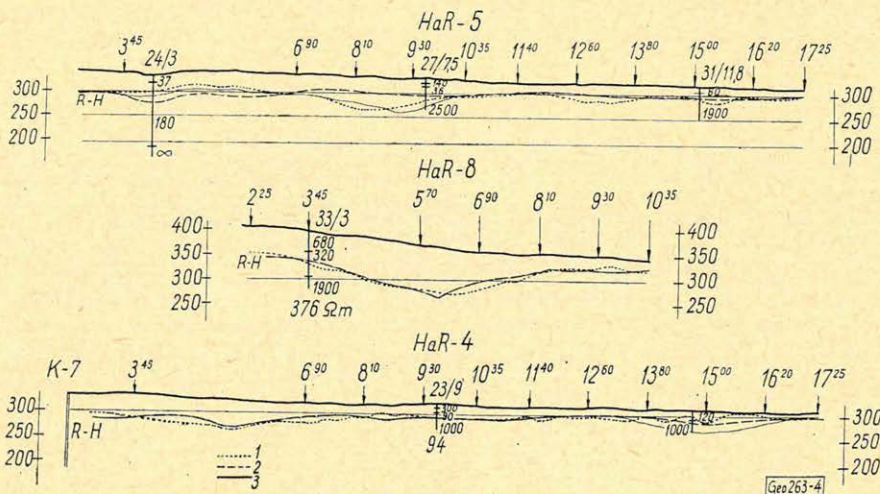
A 3. ábrán az (5) egyenletnek megfelelő olyan $\Delta V - H$ függvényeket ábrázoltunk, ahol a mélységértékeket szeizmikus refrakciós adatok



3. ábra. $\Delta V - H_{sz}$ függvények

Рис. 3. Функции $\Delta V - H_{sz}$

Fig. 3. $\Delta V - H$ -Funktionen



4. ábra.

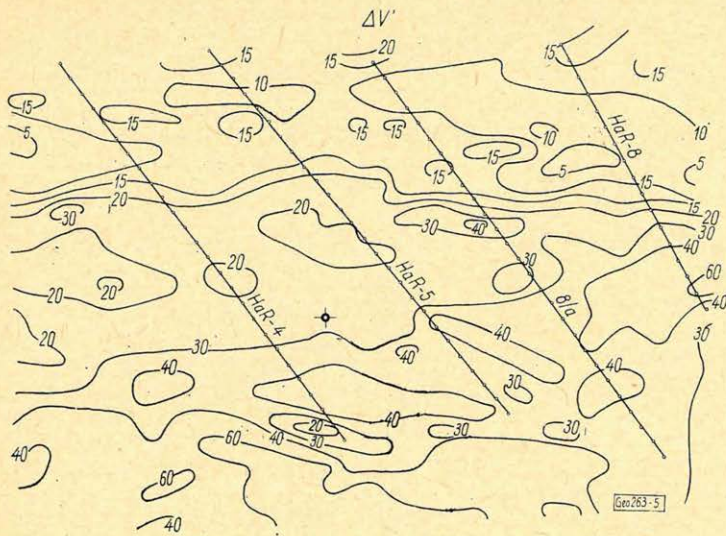
• • • • • szeizmikus szelvény
 - - - - - korrigált ΔV szelvény
 ————— $H_{\Delta V}$ szelvény

Рис. 4.

сейсмический разрез;
 исправленный разрез ΔV ;
 разрез $H_{\Delta V}$

Fig. 4.

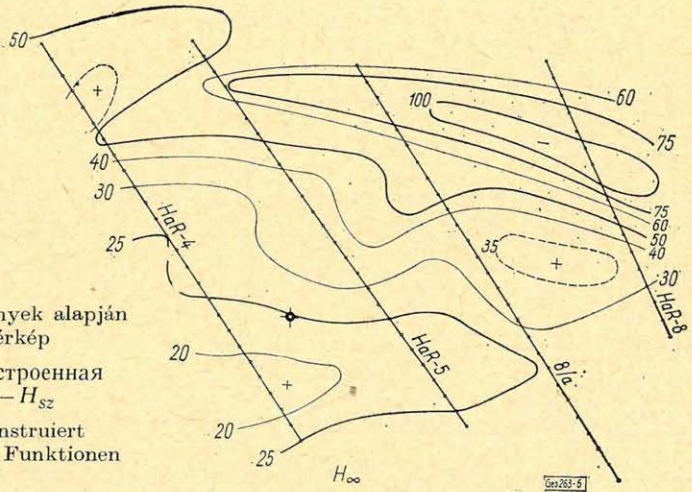
seismisches Profil
 korrigiertes ΔV -Profil
 $H_{\Delta V}$ -Profil



5. ábra.
Izopotenciál térkép

Рис. 5. Карта
изопотенциал

Fig. 5.
Isopotential-Karte



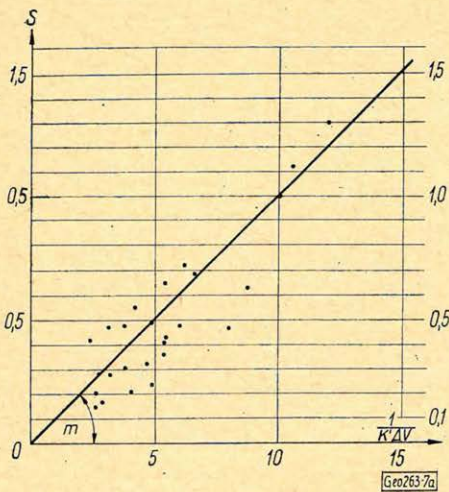
6. ábra. $\Delta V - H_{sz}$ függvények alapján
szerkesztett H_{∞} térkép

Рис. 6. Карта H_{∞} , построенная
по функциям $\Delta V - H_{sz}$

Fig. 6. H_{∞} -Karte, konstruiert
auf Grund der $\Delta V - H_{sz}$ Funktionen

szolgáltatták. Az egyenesek körüli nagy szórásokra a 4. ábrán bemutatott szelvények adnak magyarázatot. Az (5) egyenlet alapján meghatározott H_{∞} szint (szaggatott vonal) a szeizmikus nagysebességű szinttől (pontosított vonal) jelentősen eltér ott, ahol ρ_s értékei a szelvénymenti átlagtól jelentősen eltérnek. (Pl. a HaR-5 szelvényen a 3^{oo}, 6^{oo} stb. pontok környékén.) A (3) egyenlet szerint végrehajtott ρ_s korrekció után (vékony folyamatos vonal) a H_{∞} szint eltérése kisebb $\pm 15\%$ -nál.

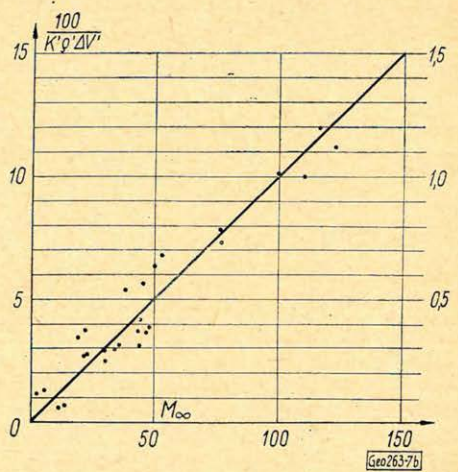
A módszer alkalmazására egy területi potenciálmérést mutatunk be. Az 5. ábrán egy korrigálatlan, egyenlőközzel szerkesztett izopotenciál térkép látható. Ha e térképet csupán a potenciál maximumok-minimumok csúcsértéke és alakja után értelmezzük, úgy tűnik, hogy az 5-10-15-20 mV-os izovonalak igen sok kis kiterjedésű medencealjzat-bemélyedést jelölnek ki. A $\Delta V - H$ függvények megszerkesztésének módszerével számított H_{∞} térképet a 6. ábrán



7a ábra. $S - \Delta V$ diagram

Рис. 7а. Диаграмма $S - \Delta V$

Fig. 7/a. $S - \Delta V$ -Diagramm



7b ábra. $\Delta V - M_{\infty}$ diagram

Рис. 7б. Диаграмма $\Delta V - M_{\infty}$

Fig. 7/b. $\Delta V - M_{\infty}$ -Diagramm

mutatjuk be [(5) egyenlet]. Látható, hogy a mérési területet csupán három 20–35 m mély kiemelkedés és egy hosszán elnyúlt bemélyedés jellemzi. Még néhány kisebb öböl alakult ki a kiemelkedések közötti térségekben. A két térkép (5. és 6. ábra) összehasonlítása szembevetően rávilágít az egyszerű és a kvantitatív módszerrel kapott eredmények közti alapvető különbségekre.

Ezen módszer gyakorlati alkalmazása akkor célszerű, ha egy kutatási területen a költségesebb *nem geoelektromos* mélységadatok (pl. fúrási pontok vagy szeizmikus szelvények) közötti *interpolációra van szükség*.

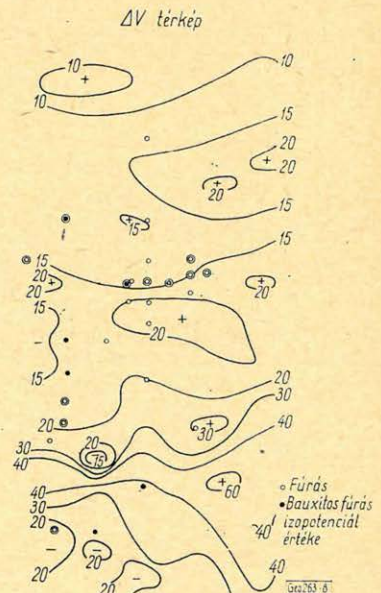
A második megoldáshoz úgy jutunk el, ha képezzük a (4) egyenlet reciprokát:

$$\Delta V^{-1} = \frac{H_{\infty}}{\rho_s \cdot I \cdot \Delta x} = mS, \quad (6)$$

amelyből a mélységszámítás egyenlete:

$$H_{\Delta V} = \frac{\rho_s}{m \cdot \Delta V' \cdot K'}. \quad (7)$$

A (6) egyenlet szerinti „ m ” értékének meghatározását a 7a ábrán mutatjuk be. A felszíni szondázások „ S ” adatai, valamint az ugyanezen pontokon mért $100/K' \cdot \Delta V'$ értékek egy diagramban ábrázolva matematikai közepeléssel egy olyan egyenest határoznak meg, amelynek iránytangense a kere-



8. ábra. ΔV térkép

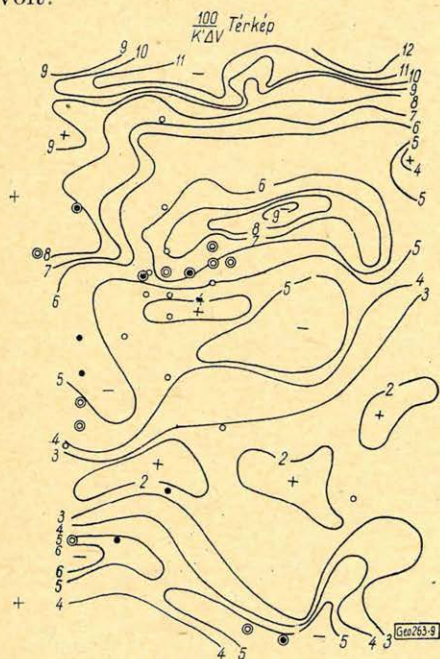
Рис. 8. Карта ΔV

Fig. 8. ΔV -Karte

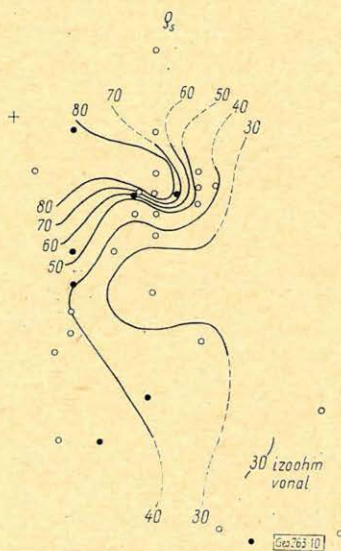
sett „m” értéke. A 7b ábrán $\rho_s = 100$ átlagértékre korrigált ΔV és a geoelektromos módszerrel meghatározott M_∞ mélység adatokathasonlítottuk össze.

A következőkben a második módszer (7. egyenlet) alkalmazására mutatunk be egy gyakorlati példát. A 8. ábra egy $AB = 4000\text{ m}$, $MN = 50\text{ m}$ elektróda-rendszerrel mért ΔV potenciáltérképet ábrázol. A mérési terület földtani modellje, valamint a megoldandó feladat röviden a következő:

A kutatási területtől délre a felszínre bukkanó aljzatot triász dolomit, kőszéni összletek és dachsteini típusú mészkövek alkotják. Ennek mélyedéseiben felső-kréta korú bauxit telepek találhatóak ott, ahol azokat a lepusztulástól a fedő eocén mészkövek megvédték. Ezen töbrökre, valamint kisebb öblözetek elterjedésére sem a földtani térképezés adataiból, sem a felszíni morfológiából nem lehet következtetni. A néhányszor 10 méter kiterjedésű mélyedések fúrásos feltárása igen sűrű, és éppen emiatt igen költséges fúrási hálózatot igényelne. A potenciáltérképezés legfőbb feladata a triász-felszín domborzatának kimutatása, valamint az ennek felszínén elhelyezkedő kisebb mélyedések lehatárolása volt.



9. ábra. $1/K' - \Delta V$ térkép
Puc. 9. Капра $1/K' \Delta V$
Fig. 9. $1/K' - \Delta V$ -Karte



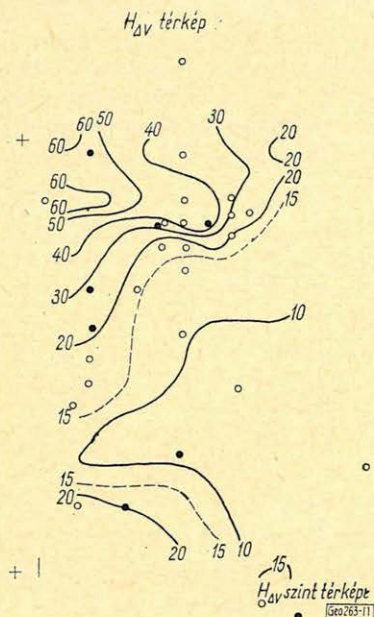
10. ábra. ρ_s térkép
Puc. 10. Капра ρ_s
Fig. 10. ρ_s -Karte

A feladat földtani-geofizikai modellje nem éppen a legkedvezőbb. A karbonátos triász aljzat fajlagos ellenállása igen nagy (ρ_∞). Az agyagos bauxitos telepek ellenállása kicsi ($10 - 50\text{ ohmm}$), de kis vastagságuk ($5 - 25\text{ m}$) és viszonylag nagy települési mélységük miatt a felszíni ellenállás-mérések alapján csak a legritkább esetben különíthetők el. A fedőösszletben a legnagyobb vastagságban, a repedezettség, a mállottság és a víztartalom függvényében igen változó ellenállású ($25 - 76 - 145\text{ ohmm}$) középső- és felső-eocén korú mészkövek vannak.

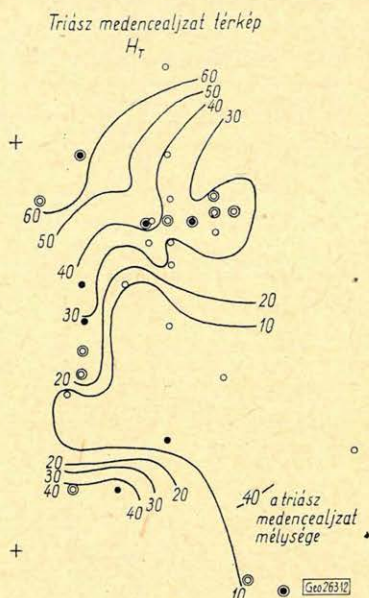
Az elmondottakból több olyan tényezőre következtethetünk, amelyek az elektromos mérések pontosságát nagymértékben korlátozhatják.

– Egyik az, hogy a ρ_{∞} aljzatot fedő üledékes összlet hosszanti eredő ellenállása várhatóan igen tág határok között változhat. Ezért az ellenállásinhomogenitás pontos térbeli lehatárolása a mélységmeghatározás szempontjából döntő fontosságú.

– A másik tényező, amire számítanunk kell, hogy a kis mélység és a fedő üledék nagy fajlagos ellenállásának következményeként a hosszanti eredő vezetőképesértékek (S) kicsik, az azokban bekövetkező változások sem nagyok,



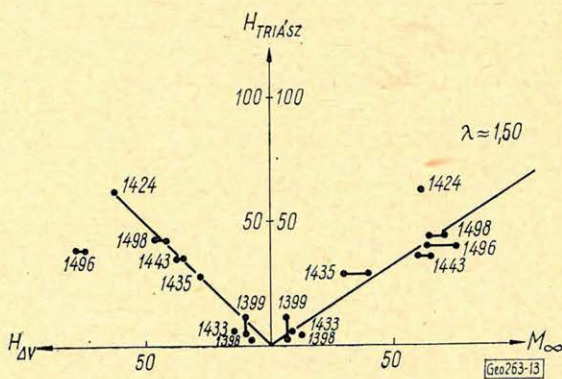
11. ábra. $H_{\Delta V}$ térkép
Рис. 11. Карта $H_{\Delta V}$
Fig. 11. $H_{\Delta V}$ Karte



12. ábra. Triász medencealjzat (H_T) térkép
Рис. 12. Карта триасового основания (H_T)
Fig. 12. Trias-Beckengrund-Karte (H_T)

ezért a potenciálmérések végrehajtásánál maximális pontosságra kell törekednünk.

– A harmadik, kedvezőtlennek mutató tényezőt az okozhatja, hogy a kis kiterjedésű szerkezetek miatt az ellenállásgörbéken fokozottan érvényesülnek a vető- és oldalhatások a potenciálméréseknél, az áramvezetések és egyéb torzító tényezők. Ezek a mélységszámítás pontosságát nagy mértékben leronthatják.



13. ábra. $H_{\Delta V} - H_T - M_{\infty}$ összehasonlító diagramja
Рис. 13. Сравнительная диаграмма $H_{\Delta V} - H_T - M_{\infty}$
Fig. 13. $H_{\Delta V} - H_T - H_{\infty}$ vergleichendes Diagramm

Mindenekelőtt megszerkesztettük a K' -vel korrigált reciprok izopotenciál térképet (9. ábra) amely a (6) egyenlet értelmében már csak az S -el egyenesen arányos értékeket tartalmaz. Ezen térkép anomáliáit, valamint az előbb elmondottakat figyelembe véve 10 ponton, a térképen fekete körrel jelölt helyeken, $AMNB$ szondázást végeztünk. Ezek kiértékelésének eredményeként szerkesztettük meg a 10 ábrán látható ρ_s térképet, amely a ρ_s változásával kapcsolatos előzetes feltevéseinket teljes mértékben igazolta. A ρ_s változása a mérési területen közel négyzszeres, s az izoohm vonalak lokális, kis horizontális kiterjedésű anomáliákat jelölnek ki. A viszonylag ritka ponthálózat miatt (néhány mérési görbe ugyanis kiértékelhetetlen volt) az izoohm vonalak megszerkesztése csak nagy extrapolációval volt lehetséges. A (7) egyenletből számított $H_{\Delta V}$ térképet a 11. ábrán láthatjuk, a 12. ábrán pedig a fúrások alapján megszerkesztett triász medencealjzat (H_T) térképe látható. E két utóbbi egybevetése egyúttal a bemutatott módszer kritikai elemzésére is módot nyújt:

– A medencealjzat regionális és lokális morfológiai elemei mindkét térképen azonos helyeken, azonos módon, azonos nagysággal jelentkeznek.

– Ha egyes szinguláris pontokon vizsgálják a mélységeltérés százalékos nagyságát, úgy gyakori a $\pm 30-50\%$ -os eltérés a fúrási adatok és a számított értékek alapján interpolált mélységértékek között.

– A 13. ábra kettős diagramját az ordinátán a triász medencealjzat mélységadatait (H_T), az ettől balra levő abszcisszán a számított ($H_{\Delta V}$), jobbra pedig a felszíni szondázásokból kiértékelt elméleti mélységadatokat (M_∞) tüntettük fel. Látható, hogy egy pont kivételével (1496) a mért és a számított adatok az elméletileg helyes középegyenesek körül egyenletesen, aránylag kis szórással helyezkednek el.

A bemutatott három példa, úgy hisszük, elegendő arra, hogy az ismertett eljárásról objektív véleményt alkothassunk.

– A ρ_∞ aljzatú medence regionális morfológiája a potenciálértékek mélységi transzformációjával jól kimutatható. A mélységmeghatározás hibája általában nem nagyobb, mint a geoelektromos módszerek átlaghibája ($\pm 10-15\%$).

– A mérési-kiértékelési módszerek pontossága fokozható a mérőműszer érzékenységének, a korrekciós szondázások számának növelésével, valamint a ΔV mérési hálózat sűrítésével.

– A mélységszámítás hibája olyan helyeken nagy ($>25\%$), ahol a szerkezetek terelő hatása (formáció faktor), a lokális ellenállás-inhomogenitások stb. fokozottan érvényesülnek. E határok az AB távolság csökkentésével, a több irányú ΔV komponens mérésével, a mérőáram irányának megváltoztatásával stb. elvileg szintén csökkenthetők lennének.

Úgy hisszük, hogy még nincs elegendő gyakorlatunk ahhoz, hogy a mérési pontosság – gazdaságosság helyes arányú meghatározására végleges szabályokat kialakíthassunk. Valószínű, hogy az elektromos mérések szaporítása és minőségi javítása mellett ebben a kérdésben az egyéb módszerek alkalmazásáé lesz a döntő szó.

IRODALOM

- [1] G. Kunetz: Principles of Direct Current Resistivity Prospecting (Berlin – Wikolessco 1966.)
 [2] T. Nyitrai: Halimba – Kabhegyi mérések (ELGI 1968. évi jelentése).
 [3] L. Szabadváry: Ellenállás (ρ_∞)-korrekció alkalmazása a tellurikus mérések értelmezésénél. (Magyar Geofizika IV. 2. sz.)

A geoelektromos térkiyományos módszer alkalmazhatóságának néhány kérdése

B A R A N Y I I S T V Á N

A térkiyományos elektromos módszer alkalmazásának gondolata a 30-as évekre nyúlik vissza, azonban a módszer nem nyert általános bevezetést a geoelektromos kutatásban, mivel az ajánlott észlelési metodika: két tápáram vonal egyidejű alkalmazása, három feszültségmérés stb. bonyolulttá, munkaigényessé teszi a terepi méréseket.

A térkiyományos módszer előnye a szokványos geoelektromos mérésekkel szemben vitathatatlan. Különösen vonatkozik ez a megállapítás a VESZ mérésekre, úi. a módszer alkalmazása jelentősen szűkíti az ekvivalencia határokat, a térkiyományos módszer VESZ görbéi határozottabban fejezik ki a geoelektromos felépítést, mint a szokványos VESZ görbék.

A szerző javaslata szerint a hagyományos metodikával végzett VESZ mérés alapján kapott ellenállás-értékekből közvetlenül képezhető a térkiyományos módszer VESZ görbéje, ami megfelelő térkiyományos elméleti görbesereggel értékelhető.

A módszer ily módon történő alkalmazásának egyedüli kötöttsége: a szokványos metodikával meghatározott ellenállásértékek nagy pontosságú meghatározása (a megengedhető hiba kb. 1%).

A Magyarországon gyártott GE műszercsalád tagjai biztosítanv tudják az ilyen pontosságú ellenállás-érték meghatározásokat, ezért a térkiyományos módszer javasolt metodikával történő bevezetése műszertechnikailag is megalapozott.

Вопрос о применении метода вычитания поля в электроразведке возник уже в 30-х гг., однако метод не получил широкого применения, так как предложенная методика: одно-временное применение двух питающих линий, измерение трех разностей потенциалов, и т.п., связана со сложными и трудоемкими полевыми работами.

Метод вычитания поля имеет несомненные преимущества перед обычными методами электроразведки. С особой наглядностью эти преимущества наблюдаются в методе ВЭЗ, поскольку благодаря применению метода вычитания поля в значительной мере сужаются пределы принципа эквивалентности, причем получаемые кривые ВЭЗ отражают геoeлектрический разрез более однозначно и определенно, чем кривые ВЭЗ, получаемые при применении обычной методики.

По предложению автора по значениям кажущихся сопротивлений, получаемым обычной методикой ВЭЗ, можно непосредственно строить кривые ВЭЗ по методу вычитания поля и интерпретировать их при помощи теоретических кривых того же метода.

Единственным ограничением при применении предложенной методики вычитания поля является резкое требование к точности получения значений кажущихся сопротивлений (порядка 1%).

Серия электроразведочной аппаратуры типа ГЕ, выпускающаяся в Венгрии, позволяет достигать необходимой точности измерений, в связи с чем возможность широкого применения метода вычитания поля обеспечена и по аппаратурной части.

Der Gedanke der Anwendung der geoelektrischen Methode der Feld-Subtrahierung liegt bis zu den 30-en Jahren zurück, sie wurde in die geoelektrische Praxis nicht allgemein eingeführt, da die vorgeschlagene Beobachtungsmethode, die gleichzeitige Anwendung zweier Speisestromlinien, drei Potentialmessungen usw. komplizierte und mühevollc Feldarbeit erfordert.

Die Methode der Feld-Subtrahierung besitzt gegenüber den gewöhnlichen geoelektrischen Methoden unbestreitbare Vorteile. Das gilt besonders für die elektrischen Vertikalsondierungen, da die Methode die Grenzen der Äquivalenz besonders einengt und deshalb die mit der Methode der Feld-Subtrahierung gewonnenen vertikalen Sondierungskurven der geoelektrischen Aufbau besser wiedergeben, als die der üblichen Methoden.

Nach dem Vorschlag des Verfassers kann aus den mit üblichen Vertikalsondierungen gewonnenen Widerstandswerten die vertikale Sondierungskurve der Methode der Feld-Subtrahierung direkt ermittelt werden, was dann mit Hilfe von theoretischen Kurven der Methode der Feld-Subtrahierung ausgewertet werden kann.

Die einzige Beschränkung, die bei einer derartigen Anwendung der Methode der Berücksichtigung bedarf, ist eine recht hohe erwünschte Genauigkeit der mit der gewohnten Methodik bestimmten Widerstandswerte (zugelassener Fehler etwa 1%).

Die in Ungarn hergestellten GE-Apparaturen ermöglichen eine derart genaue Bestimmung der Widerstandswerte, sodass die Einführung der Methode der Feld-Subtrahierung mit der vorgeschlagenen Methodik auch instrumentell begründet ist.

A geofizikai módszerek földtani kutatási alkalmazhatósága döntő mértékben függ az adott módszer felbontóképességétől, vagyis attól, hogy a módszer milyen megbízhatóan, mennyire egyértelműen – tehát lehetőleg ekvivalencia mentesen – mutatja ki a kutatott képződmények különböző paraméterekkel jellemezhető kisebb-nagyobb változásait.

Különösen vonatkozik ez a felszíni geoelektromos módszerek alkalmazhatóságára. A geoelektromos módszerek felbontóképességének növelése érdekében jelenleg főleg a sokelektrodás, irányított áramterű elektrodaelrendezéssel folynak elsősorban metodikai kísérletek.

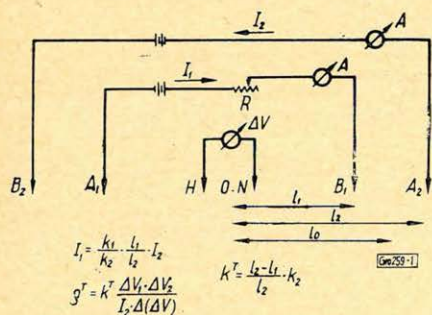
Mi egy másik, kevésbé ismert, azonban véleményünk szerint a hagyományos geoelektromos módszereknél lényegesen jobb felbontóképességű módszerrel, az ún. térkivonásos geoelektromos módszer alkalmazhatóságáról szeretnénk néhány szót szólni, mely kivitelezését tekintve egyszerűbb és gazdaságosabb, mint a sokelektrodás rendszerekkel végzett mérések.

A térkivonásos módszer alkalmazásánál az A. A. Petrovskij által az 1930-as években kapott alapképletből indulnak ki:

$$\varrho^T = \frac{dl}{d \frac{l}{\varrho_l}} \quad (1)$$

ahol l a fél terítési távolság $\left(\frac{AB}{2}\right)$ és ϱ_l az l terítési távolságnál észlelt látszólagos ellenállás-érték. A ϱ^T egy látszólagos ellenállás-érték, mely általában nem egyenlő a ϱ_l értékével és a geoelektromos szelvény paramétereitől, valamint az elektroda elrendezés méreteitől függ.

A térkivonásos módszer lényegét, jelenleg ajánlott szondaelrendezését és észlelési metodikáját, melyet a Novoszibirszki Geofizikai Tröszt dolgozott ki B. I. Rabinovics vezetésével, az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra. A térkivonásos elektromos módszer elektroda elrendezése

Fig. 1. Установка электродов при электроразведочном методе вычитания поля

Fig. 1. Elektrodenanordnung der Methode der Feldsubtrahierung

$$g^T = \frac{dl}{\alpha \frac{l}{g_l}} = \frac{\Delta l}{\Delta \frac{l}{g_l}} = \frac{l_2 - l_1}{\frac{l_2}{g_{l_2}} - \frac{l_1}{g_{l_1}}} = \frac{l_2 - l_1}{k_2 \left(\frac{l_2}{\Delta V_2} - \frac{k_1 \cdot l_1}{k_1 \cdot l_2 \cdot \Delta V_1} \right)}$$

ha $k^T = k_2 \cdot \frac{l_2 - l_1}{l_2}$ és $D = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{l_2}{l_1}$
 kapjuk:
 $g^T = \frac{k^T}{\frac{I_2}{\Delta V_2} \cdot \frac{I_1}{D \Delta V_1}}$ ha $I_1 = D I_2$
 $g^T = k^T \frac{\Delta V_1 \cdot \Delta V_2}{I_2 \cdot \Delta(\Delta V)}$ ahol $\Delta(\Delta V) = \Delta V_1 - \Delta V_2$

2. ábra. A térkivonásos módszer g^T ellenállás számítási képlete

Fig. 2. Формула вычисления сопротивления g^T при методе вычитания поля

Fig. 2. Berechnungsformel für g^T bei der Feldsubtrahierungsmethode

Az ábrán látható, hogy a g^T meghatározásához két tápáram-vonal: $A_1 B_1$ és $A_2 B_2$, valamint egy mérővonal: MN szükséges.

A mérési metodika és a ϱ^T meghatározása a következőképpen történik:

1. Egyidejűleg mindkét tápvonalat bekapcsolják ellentétes irányú áramokat hozva létre a talajba: az áramerősség értékeit úgy választják meg az R ellenállás segítségével, hogy

$$I_1 = \frac{K_1}{K_2} \frac{l_2}{l_1} I_2, \quad (2)$$

ahol I_1 és I_2 az $A_1 B_1$, illetve $A_2 B_2$ tápvonalakon átfolyó áramok erőssége, K_1 és K_2 az $A_1 B_1$, ill. $A_2 B_2$ elektródaelrendezés koefficiensei.

Ezután meghatározzák az egyidejűleg bekapcsolt $A_1 B_1$ és $A_2 B_2$ tápvonalak közt elhelyezkedő MN elektródákon jelentkező különbség feszültségértékét: $\Delta(\Delta V)$ -t.

2. Meghatározzák az $A_1 MNB_1$ elektródaelrendezéshez tartozó ΔV_1 és I_1 értékeket.

3. Meghatározzák az $A_2 MNB_2$ elektródaelrendezéshez tartozó ΔV_2 és I_2 értékeket.

Ezután a

$$\varrho^T = K^T \frac{\Delta V_1 \cdot \Delta V_2}{I_2 \Delta(\Delta V)} \quad (3)$$

képlet felhasználásával, ahol $K^T = K_2 \frac{I_2 - I_1}{I_2}$, meghatározzák a ϱ^T értéket.

Az így meghatározott ϱ^T érték az $l = \frac{l_1 - l_2}{2}$ felterítési távolságra vonatkozik.

Az adott képlet levezetését a Petrovskij által megadott alapképletből a 2. ábrán mutatjuk be.

A térkivonásos módszer fizikai értelmezését tekintve a kapott ϱ^T ellenállás-érték olyan látszólagos ellenállás, melynek értékére a felsőbb geoelektromos rétegek lényegesen kevésbé hatnak, mint a hagyományos módszerrel meghatározott ϱ értékére az adott l terítési távolság esetében.

A 3. ábrán azonos paraméterekre vonatkoztatott hagyományos $VESZ$ görbét és a térkivonásos módszer $VESZ$ görbét tüntettük fel. Az ábrán ugyancsak feltüntettük a tényleges fajlagos ellenállás mélység szerinti változását is.

Az 1. sz. hagyományos $VESZ$ görbe paraméterei $\varrho_1 = 10$, $\varrho_2 = 100$, $h_1 = 10$, a 2. sz. görbe az ugyanezen paraméterű geoelektromos szelvény térkivonásos módszerének $VESZ$ görbéje. A két görbe összehasonlítása mutatja, hogy:

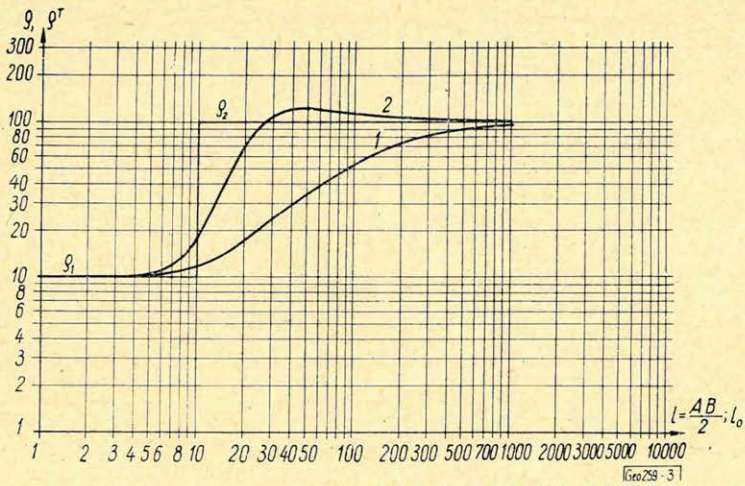
$$1. \lim_{l \rightarrow 0} \varrho^T = \varrho_1$$

$$2. \lim_{l \rightarrow \infty} \varrho^T = \varrho_2$$

3. Az 1. és 2. pontban leírtak azt jelentik, hogy homogén közegben $\varrho^T = \varrho \text{ const.}$, ahol ϱ – fajlagos elektromos ellenállás.

4. A két görbe összehasonlítása mutatja, hogy a ϱ^T görbe lényegesen kisebb terítési távolságban megközelíti a ϱ_2 értéket, mint a hagyományos $VESZ$ görbe.

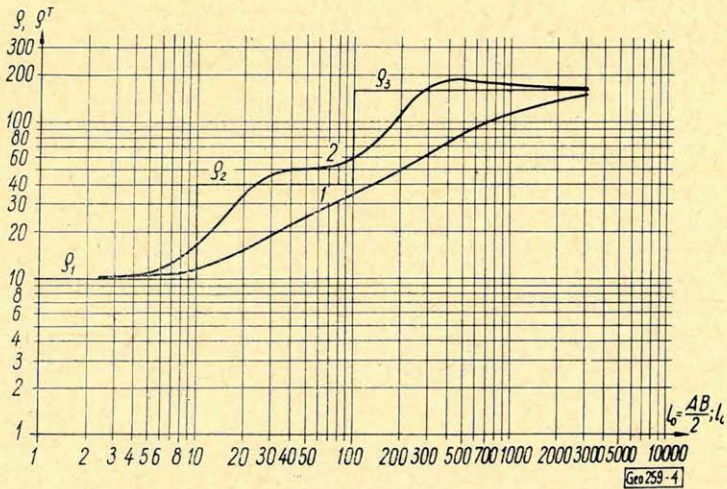
A térkivonásos módszer jobb felbontóképességének bizonyítására a 4. és 5. ábrákat mutatjuk be.



3. ábra. Azonos paraméterű kétrétegű VESZ görbék
 1 – hagyományos VESZ görbe
 2 – térkivonásos VESZ görbe

Fig. 3. Двухслойные кривые ВЭЗ с одинаковыми параметрами
 а – обыкновенная кривая ВЭЗ
 б – кривая ВЭЗ при методе вычитания поля

Fig. 3. VES-Kurven mit denselben Parameterwerten (zwei Schichten)
 1 – konventionelle VES-Kurve
 2 – VES-Kurve der Feldsubtrahierungsmethode



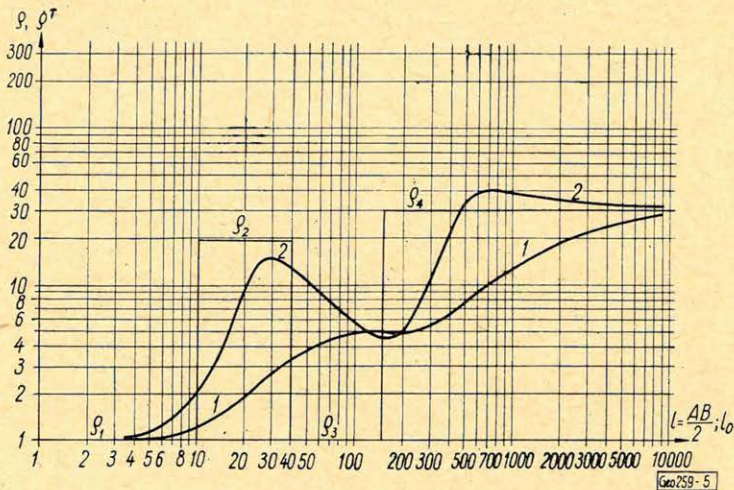
4. ábra. Azonos paraméterű háromrétegű VESZ görbék
 1 – hagyományos VESZ görbe
 2 – térkivonásos VESZ görbe

Fig. 4. Трехслойные кривые ВЭЗ с одинаковыми параметрами
 а – обыкновенная кривая ВЭЗ
 б – кривая ВЭЗ при методе вычитания поля

Fig. 4. Dreischichten – VES-Kurven mit denselben Parameterwerten
 1 – konventionelle VES-Kurve
 2 – VES-Kurve der Feldsubtrahierungsmethode

A 4. ábra 1. sz. görbéje $\rho_1 = 10$, $h_1 = 10$, $\rho_2 = 40$, $h_2 = 90$, $\rho_3 = 160$ paraméterű A típusú hagyományos $VESZ$ görbe. A második réteg igen gyengén kifejezett, azért bizonytalanul interpretálható. A 2. sz. görbe az ugyanezen paraméterekre vonatkoztatott térkivonatos $VESZ$ görbe, lényegesen jobban fejezi ki a geoelektromos rétegsort.

Az 5. ábrán bemutatott 1. sz. $VESZ$ görbe paraméterei: $\rho_1 = 1$, $h_1 = 10$, $\rho_2 = 19$, $h_2 = 30$, $\rho_3 = 1$, $h_3 = 110$, $\rho_4 = 30$, tehát KH típusú négyrétegű görbe, de geoelektromos paraméterei miatt annyira rosszul kifejezett, hogy gyakorlatlan kiértékelő A típusú háromrétegű görbének is értékelhetné, a ténylegestől teljesen eltérő paraméterekkel. A rétegsornak megfelelő térkivonatos módszer ρ^T görbéje viszont – bizonyítva a módszer jobb felbontóképességét – igen határozottan jelzi a második, nagy ellenállású és az alatta következő kis ellenállású réteget is.



5. ábra. Azonos paraméterű négyzetrétegű $VESZ$ görbék
 1 – hagyományos $VESZ$ görbe
 2 – térkivonatos $VESZ$ görbe

Фиг. 5. Четырехслойные кривые ВЭЗ с одинаковыми параметрами
 а – обыкновенная кривая ВЭЗ
 б – кривая ВЭЗ при методе вычитания поля

Fig. 5. Vierschichten – VES -Kurven mit denselben Parameterwerten
 1 – konventionelle VES -Kurve
 2 – VES -Kurve der Feldsubtrahierungsmethode

Annak ellenére, hogy az ismertett térkivonatos módszer határozott előnyei bizonyítottak a szokványos elektromos mérésekkel szemben, véleményünk szerint a módszer nem az öt megillető helyet foglalja el a geoelektromos mérések komplexumában. Ez valószínűleg a szokványos módszerhez viszonyított bonyolultabb észlelési metodika miatt (két egyidejűleg bekapcsolt tápáram vonal, két árammérés, az áramerősség arányának beállításával szemben támasztott szigorú követelmények ($\pm 0,35\%$), három feszültségmérés, melyek közül különösen bonyolult a kis értékű $\Delta(\Delta V)$ észlelése stb.) állhatott elő.

Azonban, ha az alapképlet levezetését megnézzük, láthatjuk, hogy a ρ^T értékét meghatározhatjuk a hagyományos metodikával észlelt félterítési távol-

ságok: l_1, l_2 , valamint a hozzájuk tartozó $\varrho_{l_1}, \varrho_{l_2}$ értékek ismeretében is, vagyis a hagyományos metodikával meghatározott $VESZ$ görbéből közvetlenül, egyszerű számítással a

$$\varrho^T = \frac{l_2 - l_1}{\frac{l_2}{\varrho_{l_2}} - \frac{l_1}{\varrho_{l_1}}}$$

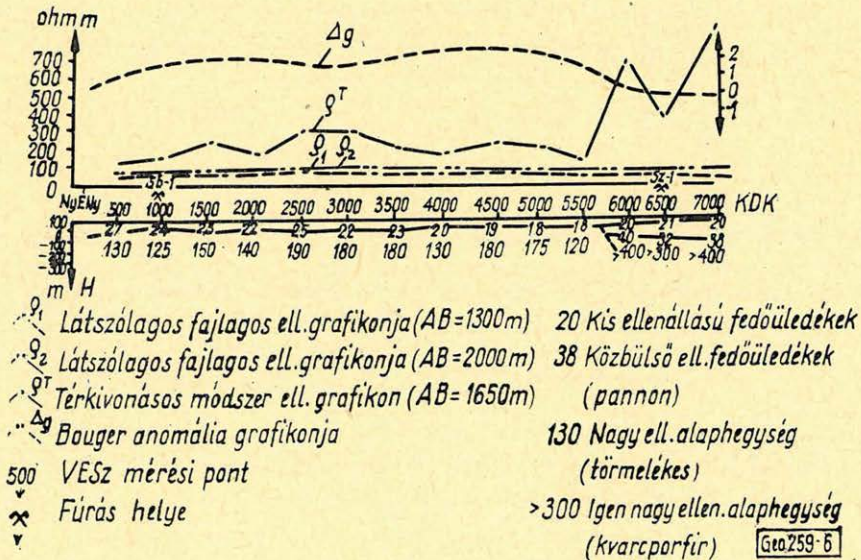
képlet alapján meghatározható a térkivonásos $VESZ$ görbe, ha a hagyományos $VESZ$ méréseknél az $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, A_iB_i$ terítési távolságokhoz tartozó $\varrho_{l_1}, \varrho_{l_2}, \varrho_{l_3}, \varrho_{l_i}$ értékeket szomszédos páronként a fenti képletbe helyettesítve felhasználjuk a ϱ^T kiszámításához.

A $VESZ$ mérések kiértékelő görbeseregéből hasonló elvet alkalmazva a javasolt egyszerű számítással képezhetők a térkivonásos módszer elméleti kiértékelő görbeserei.

Az ismertetett transzformációs módszer alkalmazásának, vagyis a hagyományos $VESZ$ görbékől a térkivonásos ϱ^T $VESZ$ görbék közvetlen képzésének egyedüli, de szigorú feltétele, hogy a ϱ_i meghatározásokat a szokásosnál lényegesen nagyobb pontossággal kell végezni.

A jelenleg érvényben levő minőségi követelmények általában a ϱ_i meghatározások $\pm 5\%$ -os pontossággal történő elvégzését írják elő.

Ahhoz azonban, hogy a ϱ_i görbe hibája ne haladja meg a $\pm 5\%$ -ot, a ϱ_i értékeket a $VESZ$ görbe meredekségéből, valamint a kiválasztott $\frac{l_2}{l_1}$ aránytól függően, kb. $\pm 1\%$ -os pontossággal kell meghatározni. Ilyen pontosságú terepi észlelésre jelenleg nem mindegyik típusú geoelektromos műszer alkalmas.



6. ábra. Vi-1 sz. profil geoelektromos szelvénye

Фиг. 6. Геоэлектрический разрез по профилю Vi-1

Fig. 6. Geoelektrisches Bild des Profils Vi-1

A Magyarországon gyártott *GE* műszer-család legutóbbi években kifejlesztett közép- és mélylehatolású szondázási műszerei, a mérő, illetve tápáramkörök megfelelő szigetelésének, illetve árnyékolásának biztosításával lehetővé teszik a megfelelő pontosságú észleléseket, s ezáltal biztosítva van, hogy gyakorlatilag a régi metodika meghagyásával a korábbi *VESZ* méréseknél jobb felbontóképességű, ún. térkivonásos eljárást alkalmazzuk.

A térkivonásos módszert azonban nemcsak a *VESZ* méréseknél lehet felhasználni, hanem a szimmetrikus szelvényezésnél is.

A 6. ábrán egy geoelektromos szelvényt mutatunk be, melynek két pontjában fúrások mélyültek. A Ny -i részen a fúrás 70 m vastagságú, fiatal, agyagos, homokos képződmények alatt vastag alsó-permi homokkövekbe, a K -i részen mélyült fúrás pedig 260 m vastagságú fiatalkori képződmények alatt kvarcporfirba jutott. A szelvény-menti geoelektromos mérések feladata a fiatal képződmények vastagságának, valamint a permi homokkő-kvarcporfir kontaktusának meghatározása volt.

A feladat megoldására *VESZ* méréseket végeztünk. A mérések alapján látható, hogy a szelvény jelentős részén a 18–27 ohmm ellenállású és 70–150 m vastagságú fiatal üledékek alatt 120–200 ohmm fajlagos ellenállású alaphegység települ, amit azonosítani lehet az *Sb-1.* sz. fúrásban harántolt permi homokkövekkel. A szelvény 5500–6000 métere közt a geoelektromos szelvény jellege erősen megváltozik, ui. a fedőüledékek vastagsága megnövekszik, s az alatta települő alaphegység ellenállása meghaladja a 300–400 ohmm-t, melyet a kvarcporfirral lehet azonosítani. A geoelektromos szelvény felett felépítettük az $A_1B_1=1300$ m és $A_2B_2=2000$ m terítési távolságoknál észlelt ρ_1 és ρ_2 ellenállás-grafikonokat, melyek végső soron azonosak a jelzett terítési távolságok esetében észlelhető szimmetrikus szelvényezés grafikonjaival. A grafikonok meglehetősen jellegtelenek, közel azonos szint körül ingadoznak, sőt a szelvény K -i részén a fedőüledékek kivastagodása miatt az ellenállás-értékek csökkennek, s egyáltalán nem jelzik, hogy ezen a szakaszon az alaphegység ellenállása megnövekszik, annak ellenére, hogy erre különösen az $AB=2000$ m terítés megfelelő lehatolási mélységet biztosít.

Ugyanezen bemutatott grafikonok adatainak felhasználásával számítottuk ki a térkivonásos módszer ρ^T értékeit az egyes észlelési pontokban és építettük fel a ρ^T grafikont, mely meggyőzően jelzi a nagy ellenállású kvarcporfir és kisebb ellenállású permi homokkövek kontaktusának helyzetét, igazolva ezzel a térkivonásos módszer hatékonyabb alkalmazhatóságát a szokványos kétértékes szimmetrikus szelvényezési eljárás eredményeihez viszonyítva.

Meggyőződésünk, hogy a későbbiek folyamán az ismertett módszer a javasolt egyszerű átszámításos metodika alkalmazásával igen sok olyan geológiai feladat megoldására fog alkalmazást nyerni, melyek megoldása a hagyományos módszerekkel a viszonylag kis felbontóképesség miatt nem lehetséges.

Jelenleg Magyarországon az elméleti görbék számításának előkészületein kívül elsősorban a módszer különböző földtani körülmények közötti gyakorlati alkalmazásának kérdéseivel foglalkoznak.

Kis aktivitású minták alfa-spektrometriája

S Z A B Ó G. L E V É N T E

Radioaktív ércek kutatásánál és bányászatánál aránylag ritkán kerül sor az alfa-spektrometria alkalmazására. Ennek okát részben a megfelelő műszer hiányában, részben pedig a szükséges vékony minta előállításának nehézségeiben kereshetjük. Mindkét probléma megoldható, és az alfa-spektrumokból nyerhető adatok megbízhatósága indokolja a kérdés részletes vizsgálatát.

Az előadás a műszerrel kapcsolatos kérdéseket tárgyalja, nevezetesen a tervezés alapjául szolgáló követelményeket, a követelmények kielégítését célzó elektronikus megoldásokat, és egy elkészített műszer bemérésének eredményeit. Az előadás tárgyát képező alfa-spektrométer alapvető egysége a detektor, egy kettős ráccsal ellátott, planparallel elektródás ionizációs kamra. Ez a detektortípus a félvezető detektorokkal szemben jelentős előnyökkel rendelkezik:

1. igen nagy felületű forrás spektrometralását teszi lehetővé,
2. egyetlen alfa-részecske az anódon, a rácson és a katódon is hoz létre jelet, ezek egyidejű feldolgozásával növelhető a kapott információk száma.

Az előadás lényeges részét képezi azoknak az elektronikus egységeknek az ismertetése, amelyek az anód-, rác- és katódimpulzusok között meglevő, jól definiált logikai kapcsolatok felhasználása útján lehetővé teszik a közismert ionizációs kamrák több hátrányos tulajdonságának a kiküszöbölését.

При разведке и разработке радиоактивных руд сравнительно редко применяется альфа-спектрометрия. Это объясняется, отчасти, отсутствием соответствующей аппаратуры, а отчасти затруднениями, связанными с получением соответствующих тонких образцов. Однако опыт показывает, что обе проблемы могут быть решены, причем данные, получаемые по альфа-спектрам, являются настолько надежными, что обосновано подробно рассмотреть этот вопрос.

В докладе анализируются вопросы об аппаратуре, а именно, требования, учитываемые при разработке аппаратуры, применяемые электронные схемы, отвечающие этим требованиям и результаты испытания составленного прибора. Основным блоком рассматриваемого спектрометра является детектор, представляющий собой ионизационную камеру с двойной решеткой и с плоскопараллельно размещенными электродами. Такой тип детектора обладает значительными преимуществами по сравнению с полупроводниковыми детекторами:

1. позволяет проводить спектрометрическую съемку источников с большой поверхностью;
2. единственная альфа-частица вызывает сигналы на аноде, на решетке и на катоде; одновременная обработка этих сигналов способствует повышению объема получаемой информации.

В докладе значительное внимание уделяется изложению электронных схем, позволяющих с использованием логических зависимостей между импульсами анода, решетки и катода, преодолеть несколько недостатков, характерных для общеизвестных ионизационных камер.

Im Bereich der Erzforschungen, sowie des Bergbaus wird die Alfa-Spektrometrie relativ selten angewendet. Grund dafür ist teils der Mangel von geeigneten Instrumenten, teils die Schwierigkeit der Herstellung von genügend dünnen Proben. Beide Probleme können jedoch gelöst werden und die Verlässlichkeit der aus den Alfa-Spektren gewinnbaren Daten begründet die eingehendere Untersuchung der Frage.

Im Auftrag werden instrumentelle Fragen behandelt, usw. die als Grundlage genommenen Anforderungen, die deren Erfüllung bezweckende Elektronik und die Ergebnisse von Testmessungen, die mit einem angefertigten Instrument gewonnen worden sind. Als Grundeinheit des Alfa-Spektrometers dient der Detektor, d. h. eine mit doppeltem Gitter sowie planparallelen Elektroden versehene Ionisationskammer. Ein solcher Detektor besitzt gegenüber den Detektoren mit Halbleitern folgende bedeutende Vorteile:

1. Es ermöglicht die Spektrometrisierung von Quellen mit grosser Fläche.
2. Ein einziger Alfa-Partikel verursacht gleichfalls an der Anode, am Gitter und an der Katode

ein Signal, durch deren gleichzeitige Bearbeitung die Zahl der gewonnenen Informationen erhöht werden kann.

Einen wichtigen Teil des Vortrages bildet die Besprechung jener elektronischen Einheiten, die mit Hilfe der gut definierten logischen Verbindungen zwischen Anode, Katode und Gitter die Eliminierung mehrerer nachteiliger Eigenschaften der üblichen Ionisationskammern ermöglichen.

Az alfa-spektrometria alkalmazásának geofizikai lehetőségeit vizsgálva, elsősorban a következő két feladatkört kell figyelembe venni:

1. radioaktív ércek kutatása,
2. radioaktív bányatermékek minőségének meghatározása.

Az ötvenes években szovjet kutatók — Baranov, Cserdüncev, Szüromjatonyikov és mások — hívták fel a figyelmet arra, hogy a radiohidrogeológiai anomáliák értékelésénél fontos szerepet kell juttatni az izotóparányok vizsgálatának. Kidolgozták az urán és a thórium migrációjának elméletét, ezzel lehetővé tették, hogy az izotóparányok alapján különválasszuk a ténylegesen ércelepet jelző anomáliákat azoktól az anomáliáktól, amelyek csak bizonyos sugárzó elem lokális feldúsulásának eredményei. Ilyen jellegű kutatásoknál nagy szerep jut pl. az U_{III}/U_I aránynak. Mivel mindkét elem alfa-sugárzó, és alfa-sugárzásuk energiája is jelentősen különbözik, koncentrációjuk arányát legegyszerűbben alfa-spektrometriával határozhatjuk meg.

Feltárt uránércelemek esetében a bányászat termelékenysége szempontjából igen nagy jelentőségű az, hogy az ércek minőségi jellemzőit: az urántartalmat, a Ra/U arányt és az emanációs koefficiensét gyorsan meghatározzuk. A Ra/U arány és az emanációs koefficiens meghatározásának leggyorsabb módszere szintén az alfa-spektrometria.

Minden előnye ellenére, az alfa-spektrometria eddig még nem foglalta el az öt megillető helyet szakmánk gyakorlatában. Ennek oka bizonyos esetekben a mintakészítés bonyolultsága, de leginkább az, hogy egyszerű, könnyen kezelhető műszert nem lehet beszerezni. Vállalatunknál több, mint két éve foglalkozunk alfa-spektrometriával, dolgozatomban azokat a munkákat ismertettem, amelyeket ezalatt a megfelelő műszer — ionizációs kamra — kialakítása terén végeztünk.

Vizsgáljuk meg, hogy az előzőekben vázolt feladatok milyen követelményeket támasztanak a mérőműszer iránt, felbontóképeség, érzékeny felület, és a háttérsugárzás intenzitása tekintetében.

A szükséges felbontóképeséget elsősorban a vizsgálni kívánt spektrumvonalak távolsága, és relatív intenzitása határozza meg. $\Delta \frac{1}{2} = 100 - 150 \text{ keV}$

félértékszélesség a gyakorlatunkban előforduló feladatok megoldására elegendő.

A műszer felbontóképeségének további javítása azonban lényegesen megkönnyíti a spektrumok kiértékelését, ezért szükségesnek tartjuk a $\Delta \frac{1}{2} = 70$

keV elérését. Ezzel még nem támasztottunk különleges követelményeket az előerősítő zajszintjére, a töltőgáz tisztaságára, az elektronikus rendszer időbeli stabilitására, a felsorolt paraméterek ugyanis kisebb félértékszélesség esetén már erősen befolyásolhatják a felbontóképeséget.

A spektrométer érzékeny felületét olyan nagyra kell választani, hogy kb. 0,05% uránkoncentrációjú minták mérése lehetséges legyen, $t \leq 5$ óra mérési idővel.

Gyakorlati tapasztalatok és hozzávetőleges számítások szerint 100 cm^2 felületű, $\sim 200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ vastagságú, 0,05% urántartalmú minta 5 óra alatt ad

annyi impulzust, hogy a spektrumvonalak arányát 5–10%-os pontossággal meghatározhatjuk.

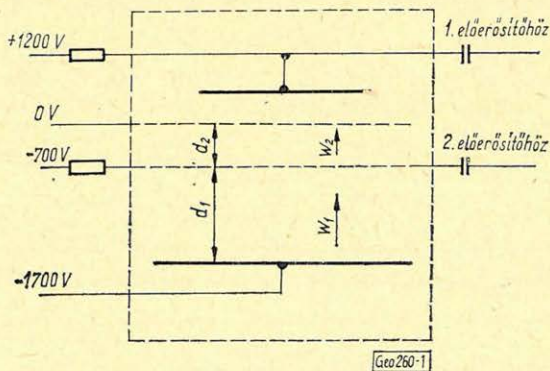
A háttérsugárzással kapcsolatban igen szigorú követelményeket kell felállítanunk. Több órás spektrumfelvételeknél általában nincs mód arra, hogy a szokásos módon kivonással korrigáljuk a háttérrel, ezért biztosítani kell, hogy az előforduló minta-intenzitások tartományában a háttér elhanyagolható legyen. Rendszerint emánáló mintákat mérünk, a radon sugárzó bomlástermékei leülepednek a kamra belső felületére, és az elektródákra. A tisztítás körülményes, időtrábló, ezért biztosítani kell, hogy még számottevő szennyeződés esetén is teljesüljön a háttér elhanyagolhatóságára tett kritérium.

A felsorolt követelményeknek legjobban megfelel a rácsos ionizációs kamra. Ennek hasonló célokra történő felhasználását számos szerző leírja, itt elsősorban kell megemlíteni *V. I. Baranov, C. R. Hill, A. A. Vorobjev, V. A. Koroljev* és *U. Fachini* nevét. Az idézett munkákban ismertetett alfa-spektrométerek kitűnnek jó felbontóképességükkel, kiváló hosszúidejű stabilitásukkal. A földtani kutatás hétköznapi feladatainak megoldásánál ezek a műszerek mégis háttérbe szorúlnak, elsősorban azért, mert a kiváló felbontást és stabilitást biztosító járulékos berendezések összeállítása és kezelése körülményes, az egyedi mérések előkészítése hosszadalmas, végeredményben az analízisek termelékenységére alacsonyabb, mint ami üzemszerű analíziseknél megengedhető. Feladatunk az volt, hogy sorozatmérésekhez jól használható ionizációs alfa-spektrométert hozzunk létre. Az egyszerűség érdekében le kellett mondanunk a gáztisztító cirkulációs rendszerről, az oxigén, radon és vízgőz elnyeléséről, azonkívül a 10^{-4} torr végvákuumot biztosító szivattyúról.

Kísérleti mérésekkel kimutattuk, hogy a számunkra szükséges 70 keV-es felbontóképességet a gáz szennyezettsége nem veszélyezteti. Ha a kereskedelmi forgalomban levő *Ar* és *metán* keverékét használjuk, és a kamra, valamint a gázvezeték-rendszer kizárólag fémalkatrészeket tartalmaz,

akkor 24 óra alatt sem következik be észrevehető spektrumeltolódás, vagy a felbontóképesség romlása. Ha a rendszer hermetikusan zárt, tehát tömítési hibák nincsenek, akkor közepes minőségű rotációs légszivattyúval, kétszeri *Ar*-öblítéssel a levegő eltávolítása a követelményeknek megfelelően biztosítható. A háttérszintre vonatkozó különleges követelményt elektronikus háttérsökkentéssel elégettük ki, és elektronikus kollimációt alkalmaztunk, hogy mérsékeljük az aránylag vastag mintákban bekövetkező önabszorpció felbontásrontó hatását. Az előadás következő részében az elektronikus háttérsökkentés és az elektronikus kollimáció általunk választott megoldását ismertetem.

Spektrométerünkben detektorként kettős ráccsal ellátott, planparallelemezes ionizációs kamrát alkalmaztunk, az 1. ábra szerinti elektróda-elrendezéssel.



1. ábra Φ uz. 1. Fig. 1.

A háttérsökkentés, valamint a kollimáció elektronikus megvalósítását az teszi lehetővé, hogy az ilyen típusú kamrák nemcsak az ionizáló alfa-részecske energiájáról, hanem nyomvonalának térbeli helyzetéről is adnak információt. Az 1. ábra mutatja, hogy a kamra kollektoráról, és az első rácstről veszünk le elektromos jelet. A spektrométer működésének megvilágítása céljából részletesen tárgyalni kell ezen jelek természetét.

Kollektorimpulzusok

A kollektorimpulzusok között éles határt vonni aszerint, hogy az impulzust létrehozó elektromos töltések a G_2 árnyékolórács által kettéosztott kamratér fogat melyik felében keletkeztek. A katód felőli térrészt a G_2 rács árnyékolja. Az itt keletkezett elektronok

$$V_k = -\frac{Q}{C_k} \quad (1)$$

amplitudójú negatív feszültségimpulzust hoznak létre a kollektoron, ez az amplitudó független az ionizációs nyomvonal geometriai helyzetétől. A képletben szereplő Q – az elektronok összes töltése, C_k – a kollektort terhelő összes kapacitás.

A G_2 árnyékolórács másik oldalán, az árnyékolatlan térrészben is létrejöhet ionizáció, a háttérsugárzáshoz tartozó alfa-részecskék, valamint a kozmikus neutronok által létrehozott protonok hatására. Ezek a töltéspárok is feszültségimpulzust hoznak létre a kollektoron, de a hatásukra létrejövő feszültségimpulzus amplitudója függ a nyomvonal térbeli orientációjától is.

Rácsimpulzusok

Tekintsük először azokat a töltéspárokat, amelyeket a katód síkjából emittált alfa-részecskék hoznak létre. Ha a részecske nyomvonala a katód normálisával ϑ szöveget zár be, és a nyomvonal hossza R , akkor a rácson először

$$\sqrt{G} = -\frac{Q}{C_G} \left[1 - \frac{R}{d_1} (1 - \varepsilon) \cos \vartheta \right] \quad (2)$$

amplitudójú negatív impulzus jelenik meg, a képletben szereplő ε – dimenzió nélküli szám, értéke megközelítőleg $0,1$, C_G – az első rácst terhelő összes kapacitás.

Ez az impulzus maximum elérése után csökkenni kezd, előjelet vált, pozitív csúcsának amplitudója

$$V_G = \frac{Q}{C_G} \frac{X}{d_1} \cos \vartheta. \quad (3)$$

Itt X – az ioneloszlás súlypontjának távolsága a nyomvonal kezdetétől.

T. Doke részletesen elemezte azokat a nyomvonalakat is, amelyek az első vagy második rácstről, a rácstartó keretektől, vagy a kollektorelektrodából indulnak ki, a tér különböző irányába. Kimutatta, hogy mindezek általában pozitív rácsimpulzust keltenek. Kivételt képez az első rács síkjából a katód felé

kisugárzott alfa-részecske, amely a katódból emittált alfa-részecskékhez hasonlóan negatív rácsimpulzussal jelentkezik, ez a negatív rácsimpulzus azonban

$$V_{CG} = -\frac{Q}{C_G} \frac{R}{d_1} \varepsilon \cos \theta \quad (4)$$

megfelelő méretezés esetén mindig kisebb, mint a katódfelületről emittált alfa-sugárzás impulzusa.

Vizsgálatainkat eddig az impulzusok amplitudójára korlátoztuk. Nem érdektelenek azonban azok az összefüggések sem, amelyek az összetartozó kollektor- és rácsimpulzusok időbeli kapcsolatát írják le, illetve felfutási meredekségüket fejezik ki. Mi spektrométerünkben felhasználtuk azt a tényt, hogy a katódból kisugárzott alfa-részecskék esetében a kollektorimpulzus a rácsimpulzushoz képest bizonyos Δt idővel késik. A rácsimpulzus ugyanis az ionizáció megtörténte után azonnal megjelenik, a kollektor azonban a G_2 -vel le van árnyékolva, ezért az anódon csak akkor kezdődik meg a jel felfutása, amikor az első elektronok átlépik a G_2 síkját. A késés tehát

$$\Delta t = \frac{d_1 - R \cos \theta}{W_1} + \frac{d_2}{W_2}. \quad (5)$$

A leírt amplitudó- és időkapcsolatok alkalmasak arra, hogy felhasználásukkal igen jó hatásfokú háttérsökkentést valósítsunk meg.

A kamrában d_1 -et úgy választjuk meg, hogy a gyakorlatban előforduló legnagyobb energiájú, kb. 9 MeV -es alfarészecskére legyen

$$R/d_1 = 0,9.$$

A (2) képlet szerint

$$\sqrt{G} = -\frac{Q_{\max}}{C_G} [1 - 0,9(1 - 0,1) \cos \theta] = -\frac{Q_{\max}}{C_G} 0,19$$

amplitudójú negatív impulzust kapunk a C^1 rácson akkor, ha egy ilyen részecske $\theta = 0^\circ$ -os szögben emittálódik a katódról. Kimutatható, hogy ez a legkisebb amplitudójú negatív rácsimpulzus, ami a katódból emittált alfa-részecske hatására létrejöhet. A háttérsugárzáshoz tartozó alfa-részecskék túlnyomó többsége vagy pozitív rácsimpulzust okoz, vagy ennél kisebb negatív rácsimpulzust. Ha tehát csak azokat a kollektorimpulzusokat engedjük az analizátorba, amelyek koincidenzában vannak egy bizonyos értéknél nagyobb negatív rácsimpulzussal, akkor a háttér nagy részét sikerül kirekeszteni a mérésből.

A háttérsökkentés tovább javítható az (5) összefüggés felhasználásával. Legkisebb Δt időkülönbség tartozik a katódról $\theta = 0^\circ$ -os szögben emittált, 9 MeV -es alfa-részecskékhez:

$$\Delta t_{\min} = \frac{d_1}{W_1} + \frac{d_2}{W_2},$$

legnagyobb pedig azokhoz, amelyek $\theta \approx 90^\circ$ -os szögben hagyják el a katódot:

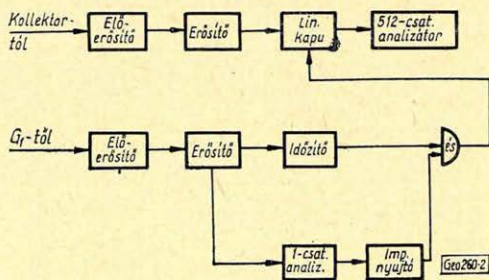
$$\Delta t_{\max} = \frac{d_1}{W_1} + \frac{d_2}{W_2}.$$

Az analizátorra csak azokat a kollektorimpulzusokat engedjük, amelyeknek késése a rácsimpulzushoz képest a

$$\Delta t_{\min} \leq \Delta t \leq \Delta t_{\max}$$

feltételt teljesíti. Ez utóbbi kritérium főleg azoknak a háttérimpulzusoknak a kiküszöböléséhez hasznos, amelyek külső elektromágneses zavarok hatására az előerősítő nagyérzékenységű bemeneti fokozatában keletkeznek.

Fenti elveknek megfelelően spektrométerünket a 2. ábra szerint állítottuk össze.



2. ábra
 Фиг. 2.
 Fig. 2.

Az elektronikus kollimációhoz semmi más elektronikus egység nem szükséges. A kollimációt a Δt_{\max} csökkentésével, az időzítő egységben valósítjuk meg. Azonos energiájú, de különböző θ szögben emittált alfa-részecskék esetében ugyanis a kollektorimpulzus késése annál nagyobb, minél nagyobb a θ . A módszer hátránya, hogy a kollimáció szöge energiafüggő, ezért a csúcsok eredeti aránya megváltozik. Ez a változás azonban könnyen korrekcióba vehető, és így az elektronikus kollimáció megkönnyíti a közeli spektrumvonalak szétválasztását.

EGYESÜLETI HÍREK

1970. január 22-én megtartottuk az ÉVVÉGI ZÁRÓÜLÉST, melynek napirendje:

1. Beszámoló az 1969. évi munkáról
2. Tájékoztató az 1970. évi munkaterv főbb irányvonalairól
3. Emléklapok, ajándékok átadása

A résztvevők a beszámolót és a tájékoztatót egyhangúlag jóváhagyták.

Emléklapot kaptak: *Deres János* (Bp.), *Szűrom Hugó* (Pécs) és *Wallner Ákos* (Sopron).

Egyesületünk az 1969. évi egyesületi munka alapján az alábbi tagtársakat részesítette szerény ajándékban: *Divéky Adorján*, *Horváth Ferenc*, *Horváth Róbert*, *Lakatos Sándor*, *Németh Lajos*, *Petrassovich Eleonóra*, *Rózsási Győző*, *Salamon Batur*, *Sághy György*, *Szemerédy Pálné*, *Zilahy-Sebes László*.

Az 1. és 2. napirendi pontot *Czeplédi István* főtítkárral tartotta, az emléklapokat és ajándékokat *Egyed László* társelnök nyújtotta át. Résztvevők száma: 112 fő.

Az Évvégi Záróülést követő baráti vacsorán 85 fő vett részt. A beszámoló szerint 1969. évi egyesületi munkánk egyik jelentősebb eredménye a 99%-os tagdíjbefizetés volt.

(Ujhelyi Györgyné)

Komplex légi-gammaspektrometriai és légimágneses mérések Magyarországon

BARANYAI ISTVÁN – ELEK ISTVÁN – GÉRESI GYULA

1965–1968 között kb. 20 000 km²-en komplex légi-gammaspektrometriai és légimágneses mérések voltak a Dunántúli Középhegység területén. A tanulmány a légifelvételek metodikai, interpretációs, gazdasági kérdéseivel, valamint a módszer földtani hatékonyságával foglalkozik.

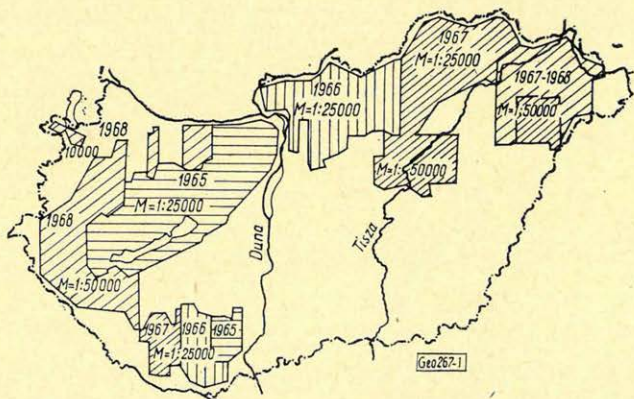
В период с 1965 – 1968 гг. на территории Задунайского Междурья комплексной аэро-радиометрической и аэромагнитометрической съемкой была заснята площадь около 20 000 км². В настоящей работе рассматриваются методические, интерпретационные и экономические вопросы аэросъемки, а также геологическая эффективность метода.

In den Jahren 1965 – 68 wurden im Gebiete des Transpannonischen Mittelgebirges über einer Fläche von etwa 20 000 km² komplexe luftgamma-spektrometrische und luftmagnetische Messungen ausgeführt. Im Aufsatz werden methodische, ökonomische und Interpretationsfragen der Luftaufnahme diskutiert und es wird auf die geologische Effektivität der Methode eingegangen.

Bevezetés

Az 1965-ben megkezdett légigeofizikai kutatást a *Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV)* illetékes szakemberei a hasadóanyagkutatási program távlati tervezéséhez nélkülözhetetlen egységes, átfogó radiometriai térképek szükségessége miatt javasolták. 1962–1965 között nem állt rendelkezésre olyan légi-geofizikai berendezés, amely alkalmas lett volna a munkára.

Amikor nemzetközi kooperációval (szovjet-magyar szerződés) sikerült ilyen komplex berendezést biztosítani, a MÉV által programba vett méréseket a *Központi Földtani Hivatal (KFH)* országos érdekűnek fogadta el. A MÉV, mint az 1965-ben megkezdett légigeofizikai mérések fővállalkozója, az *ASZG-48-as* komplex légigeofizikai berendezéshez szállítórepülőgépről és szakszemélyzetről gondoskodott. A MÉV-vel kötött kooperációs szerződés szerint a KFH jelentős anyagi hozzájárulással csökkentette a MÉV-re háruló költségeket és az *Eötvös Loránd Geofizikai Intézetet (ELGI)* bízta meg a mágneses mérésekben



1. ábra. Légigeofizikai mérések, 1965–68

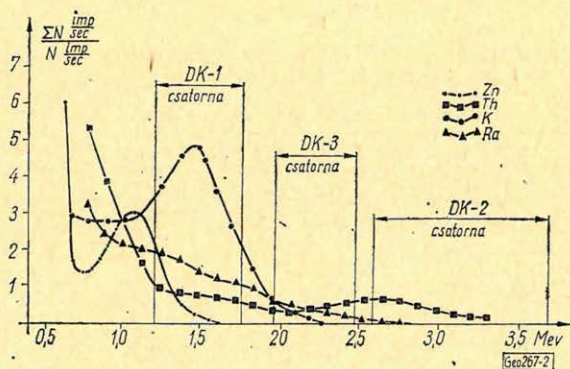
Фиг. 1. Аэрогеофизическая съемка, 1965–1968 гг.

Fig. 1. Luftgeophysikalische Messungen 1965–68

való részvétellel. A 3 évre terjedő magyar-szovjet szerződés lejártja után a MÉV a légiberendezést megvásárolta és mint fővállalkozó a Repülőgépes Növényvédő Állomástól (RNA) bérelt repülőgéppel, saját szakszemélyzetével folytatta a légieofizikai méréseket. 1968-ban az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszttel (OKGT) is kooperáció jött létre.

Az 1965–68 között légieofizikai mérésekkel felmért területeket az 1. ábra mutatja. 4 év alatt összesen kb. 22 000 km²-nyi területen végeztük el a komplex aerogammaspektrometriai-aeromágneses méréseket 1:25 000-es (helyenként 1:10 000-es), és mintegy 15 000 km²-nyi területen 1:50 000-es méretarányban (helyenként többszintű mágneses észleléssel is). Az ASZG–48 típusú berendezés a kőzetek U (RA), Th és K-tartalmát, valamint ezek együttes gammaaktivitását méri, a felvétel során folyamatosan regisztrálja a repülési magasságot és ennek változását automatikusan korrekcióba veszi.

A gammaspektrometriai mérések a kőzetek gammasugárzó komponenseinek energiaspektrumában mutatkozó különbségeken alapulnak. Differenciáldiszkrimináció alkalmazásával három egymást nem fedő energiatarományban egyidejűleg kapott mérési adatból, a műszer egy számítóblokk segítségével a földfelszínre vonatkoztatott elemkoncentráció értékeket regisztrálja. A 2. ábrán tüntettük fel a berendezés energiaspektrumát, amelyen az egyes differenciálcsoportok ablakainak optimális szintjei szerepelnek.



2. ábra. Az ASZG–48-as mérőállomás energia-szelektivitása

Фиг. 2. Селективность по энергии аэрогеофизической аппаратуры АСГ–48

Fig. 2. Energie-Selektivität der ASZF–48 Messeinrichtung

A műszer ilyen beállítás mellett alkalmas az U tartalom 1·10⁻⁴%, a Th tartalom 3·10⁻⁴% és a K tartalom 1% pontosságú meghatározására. Spektrum-érzékenységek:

$$U = 1,76 \frac{\text{imp/sec}}{1 \cdot 10^{-4}\% U}, \quad Th = 0,97 \frac{\text{imp/sec}}{1 \cdot 10^{-4}\% Th}, \quad K = 15 \frac{\text{imp/sec}}{1\% K}.$$

A szétválasztási tényezők értékei az 1. csatornán $\frac{U}{Th} = 2,6$, a 2. csatornán

$\frac{Th}{U} = 6,9$ és a 3. csatornán $\frac{U}{Th} = 1,6$. Ezek az adatok jól egyeznek a műszerre elméletileg kiszámított értékekkel.

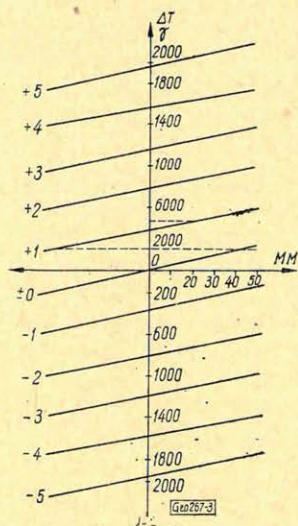
Az ASZG–48-as mérőkomplexuson belül az AMF–21 K típusú aeromágneses ferroszondás magnetométer regisztrálja a földmágneses tér totális értékének relatív változásait. A 3. ábrán bemutatott hitelesítési diagram szerint a mű-

szer érzékenysége az *I.* mérőskálán 5 gamma/mm (automatikus kompenzálás 400 gammánként). A műszer a $\pm 2200 \text{ gamma}$ intervallumon belül lineárisan működik. A *II.* mérőskálán az érzékenység $\pm 25 \text{ gamma/mm}$ (automatikus kompenzálás 2000 gammánként), a méréstartomány: $\pm 11\,000 \text{ gamma}$. A többi-
 ízben meghatározott és a feldolgozáshoz szükséges ún. „*derivációs görbe*” amplitudóértéke általában 80 gamma , az átlagos négyzetes hiba nyugodt mágneses térben $\pm 10 \text{ gamma}$ volt.

Az ismertetett mérőkomplexust 1968-ban egy, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékén kifejlesztett protonprecessziós magnetométerrel egészítettük ki; ennek mérési időjeleit a felvételi szalagon regisztráltuk. A mérőállomást egy erre a célra átalakított *AN-2* típusú repülőgépre szereltük. Az átalakítás révén az észlelő számára lehetővé vált a felvételi terület, az esetleges anomáliát okozó képződmények, ill. álanomáliát indikáló objektumok vizuális megfigyelése, továbbá a repülést irányító navigátorral való kapcsolat fenntartása, a repülési menetvonalnak, valamint a földi azonosítási pontoknak a regisztrátumra történő feljegyzése végett. A kb. 180 km/ó-s repülési sebesség mellett a szalagsebességet úgy választottuk meg, hogy a felvétel léptéke kb. $M = 1:50\,000$ legyen. A felvétel méretaránya az 1965–1968 időszakban a mérésekkel szemben támasztott követelményektől függően $1:10\,000$, $1:25\,000$, és $1:50\,000$ volt. Ennek megfelelően a felmérés a vizsgált terület földtani képződményeinek átlagos csapásirányára megközelítően merőleges 100 , 250 és 500 m között, párhuzamos menetvonalrendszerben történt. A repülés biztonságát még nem veszélyeztető minimális magasságban észleltünk. Ez a magasság a domborzattól függően általában $25 - 70 \text{ m}$ között változott. Magasabb szintben ($550 - 1050 \text{ m}$) csak néhány szelvény mentén, és az Alföld *K-i* részén repültünk. E mérések célja főként mágneses hatószámítás volt, az ELGI által megjelölt program szerint.

A gammaspektrometriai rész érzékenységeinek meghatározásához és ellenőrzéséhez minden kirepülés előtt ismert térfogatú ércetalonokat használtunk fel. A spektrometriai csatornák „*0*” vonalainak beállítását kb. 600 m repülési magasságban a felvételi terület megközelítése közben, a mágneses csatorna „*0*” vonalának beállítását és a csatorna érzékenységeinek beszüabályozását pedig a felvételi területek közelében, nyugodt mágneses térben kijelölt $10 - 15 \text{ km}$ hosszúságú ún. „*bázismenetvonal*” mentén végeztük. A bázisvonalra a napi mérések után visszatértünk; ez módot adott a mágneses „*0*” vonal napi vándorlásának meghatározására.

A regisztrátumokat a felvételi anyag minősítése után dolgozzuk fel. A „*0*” vonalaknak, azokon a menetvonalak kezdő és végpontjainak, valamint a közbeeső orientációs pontoknak megjelölése után, és a navigációs térképről kimért



3. ábra. Az *AMF-21* típusú (223. sz.) magnetométer hitelesítési grafikója

Фиг. 3. Калибровочная кривая магнитометра *AMF-ya* (№ 223)

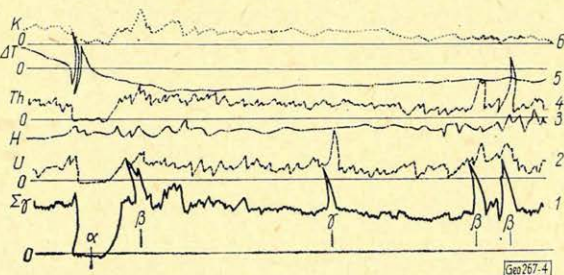
Fig. 3. Kalibrierungskurve des Magnetometers *AMF-21* (223)

távolságok ismeretében munkatérképekre rakjuk fel (a 0,5 km-enként beosztott menetvonalakon). A munkatérképek léptéke a felvétel méretarányától függ: 1:10 000-es felvételnél 1:25 000, 1:25 000-es felvételnél 1:50 000, 1:50 000-es felvételnél 1:100 000. A térképek a topográfián (úthálózat, településkontúrok, stb.) kívül a terület földtani képződményeit és a menetvonalakat tartalmazták. 1:10 000-es felvételnél 100×250 m-es, 1:25 000-es felvételnél 250×500 m-es, és 1:50 000-es felvételnél 500×1000 m-es ponthálózatot hozunk létre. A regisztrátumot a fluktuációból adódó ingadozások kiszűrése végett még a kiolvasás előtt grafikusan közepeljük. Ezt a műveletet a repülési magassággörbén kívül az is megkönnyíti, hogy a *K* és *Th* csatorna fluktuációs ingadozása az *U* csatornáéval ellentétes irányú. Az izovonalas munkatérképekből készülnek a végleges izovonal térképek, amelyeken színezett földtani alaptérképen színes izovonalakkal ábrázoljuk a mért elem-, ill. az összgammaintenzitás eloszlását. Ez az ábrázolási mód a mérési eredmények földtani értelmezését nagymértékben elősegíti.

A mágneses csatorna feldolgozásának egyik legmunkaigényesebb fázisa a „0” vonallal és km-beosztással ellátott közepelt görbe derékszögű koordináta-rendszerbe való transzformálása. Az így átalakított görbék „0” vonalainak megfelelő irányú és mérvű elcsúsztatása szolgál alapul a grafikon- és az izoanómália térképek megszerkesztéséhez. A „0” vonalak elcsúsztatását a keresztező menetvonalak, újabban a protonprecessziós magnetométer adatainak felhasználásával végezzük.

Értelmezés

A természetes radioaktív elemek, az *U*, *Th*, és a K^{40} kisebb-nagyobb mennyiségben megtalálhatók a földkérget alkotó valamennyi magmás, metamorf és üledékes kőzetben, sőt a tengerek, tavak, folyók vizében is kimutathatók.

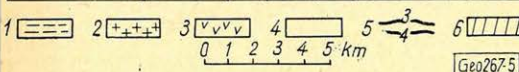
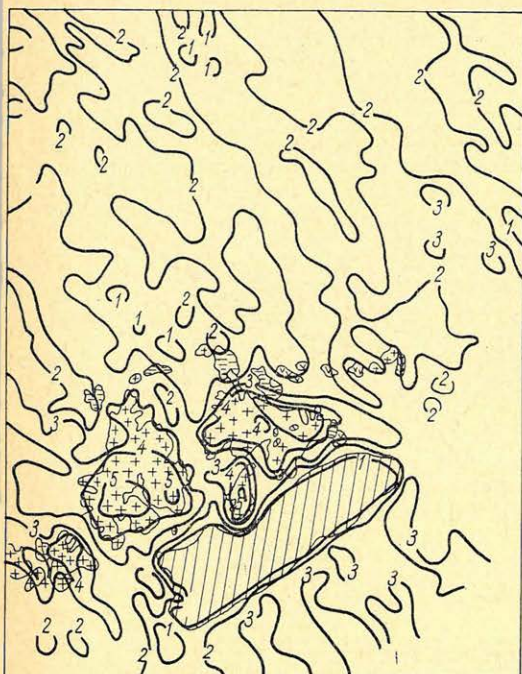


4. ábra. ASZG-48 típusú műszer regisztrátum részlete
1. teljes gamma intenzitás; 2. urántartalom;
3. repülési magasság; 4. tóriumtartalom;
5. a földmágneses tér totális értékének relatív változása;
6. káliumtartalom

Фиг. 4. Запись, полученная аппаратурой АСГ-48;
1 — суммарная интенсивность гамма-излучения;
2 — содержание урана; 3 — высота полета;
4 — содержание тория; 5 — относительная
вариация величины гаомагнитного поля;
6 — содержание калия

Fig. 4. Teil eines Registratums des Apparats ASZG-48
1. Totale Gamma-Intensität, 2. Urangehalt,
3. Flughöhe, 4. Th-Gehalt, 5. Relative Änderung
der Totalintensität des erdmagnetischen Feldes,
6. Kalium-Gehalt

A légi-gamma-spektrometriai felvételek célja egyrészt az *U*, *Th* és *K* anomális feldúsulási helyeinek felderítése, másrészt ezen elemek földtani eloszlásának megismerése volt. Az utóbbi elsősorban a prognózis-térképek elkészítésénél játszhat fontos szerepet. A radioaktív sugárzás áthatoló képességének ismert korlátai következtében a légigeofizikai módszer csak a földfelszín sugárzáseloszlási viszonyainak tisztázására ad lehetőséget. Az a körülmény, hogy a vizsgálatra kijelölt képződmények ritkán fordulnak elő fedetlenül a felszínen, csökkenti a légi-gamma-



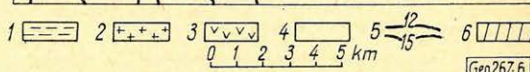
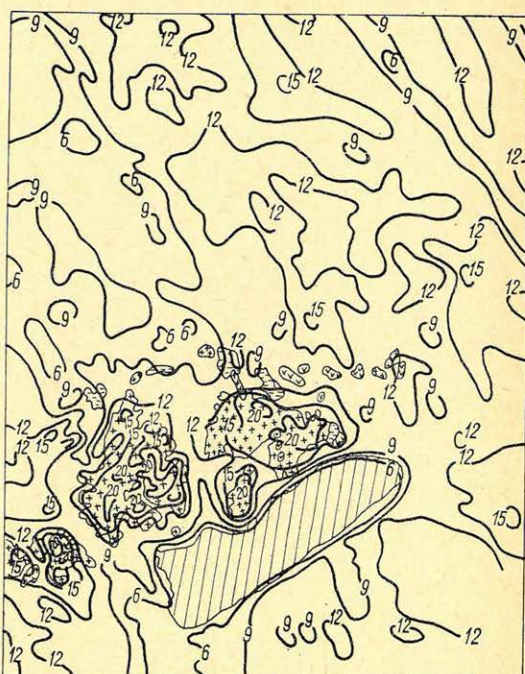
5. ábra. A Velencei hegység K-eloszlási térképe
 1. szilur agyagpala; 2. karbon gránit;
 3. eocén andezit; 4. pannóniai homok, agyag,
 pleisztocén és holocén képződmények;
 5. izovonal és értéke % egységben; 6. vízfelület

Фиг. 5. Карта распределения К района
 массива Веленце

- 1 – глинистые сланцы силура;
 2 – граниты карбона; 3 – андезиты эоцена;
 4 – паннонские пески, глины,
 плейстоценовые и голоценовые отложения;
 5 – изолинии и их сечение в %-ах;
 6 – поверхность воды

Fig. 5. Kaliumverteilung im Velence-Gebirge

1. Silurischer Tonschiefer,
 2. Karbon-Granit, 3. Eozän-Andesit,
 4. Pannonischer Sand, Ton und Pleistozän-
 Holozän-Formationen, 5. Isolinen-Werte



6. ábra. A Velencei hegység Th-eloszlási térképe
 1. szilur agyagpala; 2. karbon gránit;
 3. eocén andezit; 4. pannóniai homok, agyag,
 pleisztocén és holocén képződmények;
 5. izovonal és értéke $10^{-4}\%$ egységben;
 6. vízfelület

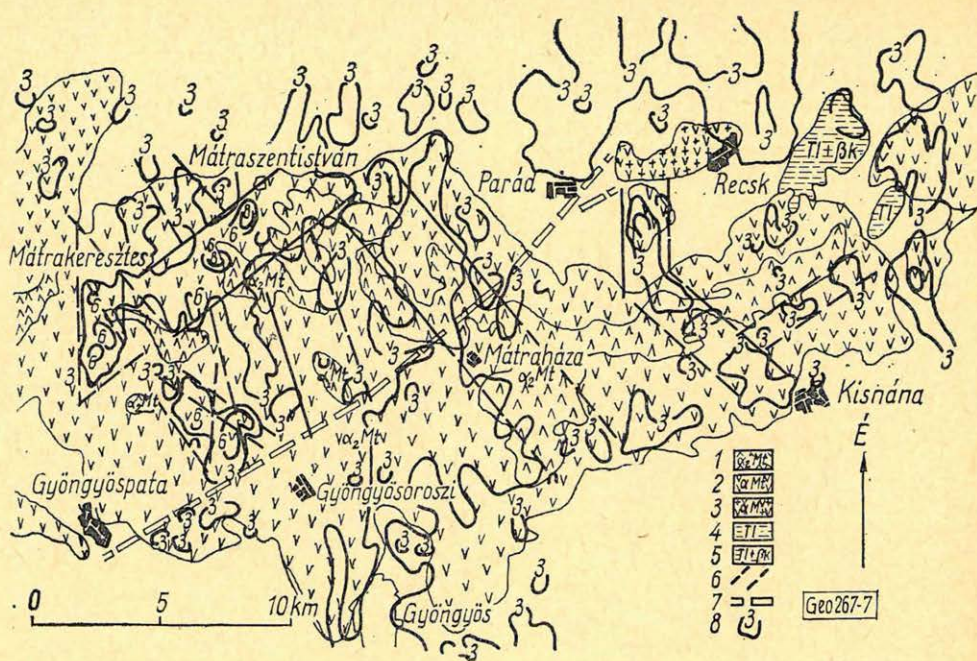
Фиг. 6. Карта распределения тория
 в районе массива Веленце

- 1 – глинистые сланцы силура;
 2 – граниты карбона;
 3 – андезиты эоцена; 4 – паннонские пески,
 глины, плейстоценовые и голоценовые
 отложения; 5 – изолинии и их сечение
 в единицах $10^{-4}\%$; 6 – поверхность воды

Fig. 6. Th-Verteilung im Velence-Gebirge

1. Silurischer Tonschiefer, 2. Karbon-Granit,
 3. Eozän-Andesit, 4. Pannonischer Sand, Ton
 und Pleistozän-Holozän-Formationen,
 5. Isolinen-Werte in $10^{-4}\%$ -Einheiten,
 6. Wasserfläche

spektrometriai kutatás hatékonyságát. Másrészt azonban – amint a kutatás során több alkalommal bizonyosodott – a felszínen ún. „szóródási udvarok” alakulnak ki; ezáltal lehetővé válik olyan anomáliák felderítése, amelyek eredete a fedő alatt keresendő.



7. ábra. A kálium eloszlása a Mátra hegységben (Géresi és Wéber nyomán)

1. fedőandezit; 2. dácittufa és andezitösszet; 3. szubvulkáni andezit; 4. agyagpala; 5. agyagpala benyomult bázitokkal; 6. káliidús zónák; 7. feltételezett szerkezeti vonal; 8. izovonal és értéke % egységben

Фиг. 7. Распределение калия в районе горы Матра (по данным ГЕРЕШИ и ВЕБЕР)

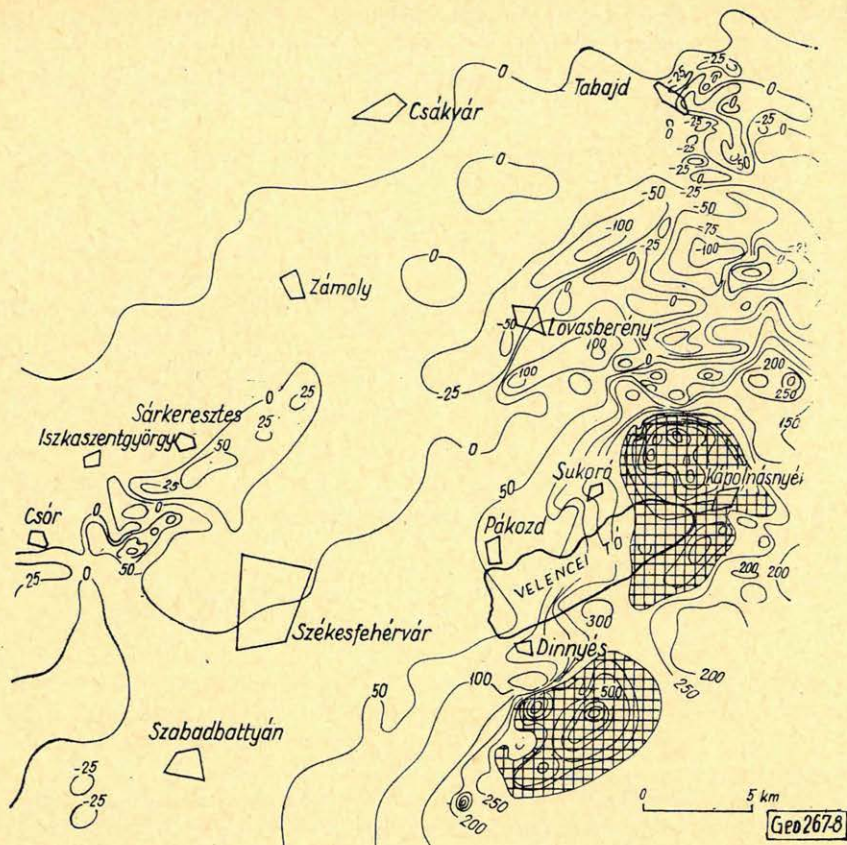
1 — андезитовый покров; 2 — дациитовые туфы; 3 — субвулканические андезиты; 4 — глинистые сланцы; 5 — глинистые сланцы с интрузиями основного состава; 6 — зоны обогащенные калием; 7 — предполагаемые структурные линии; 8 — изолинии и их сечение в %-ах

Fig. 7. Verteilung des Kaliumgehaltes im Matra-Gebirge (nach Géresi und Weber)

1. Deckandesit, 2. Dazit-Tuff und Andesit-Schichtenfolge, 3. Subvulkanischer Andesit, 4. Tonschiefer, 5. Tonschiefer mit Intrusionsbasis, 6. Kaliumreiche Zonen, 7. Angenommene Strukturlinie, 8. Isolinen-Werte in %-Einheiten

Anomáliákat nemcsak természetes településű földtani képződmények okozhatnak, hanem mesterséges objektumok (pl. bánya hányóterek) is. Ennek bizonyítására a 4. ábrán egy regisztrátum-részletet mutatunk be, amelyen megfigyelhető a *Th*-nak bauxitban, ill. az *U*-nak egy meddőhányóban való feldúsulása. Ez utóbbi is bizonyítja a dunántúli barnakőszének viszonylag magas *U*-tartalmát. A regisztrátumon valamennyi spektrometriai csatornán a „0” szintre leeső minimum egy vízfelület jelenlétét mutatja.

A gammaspektrometriai térképekre mintának a Velencei hg. területének *K* és *Th* eloszlási térképét (5. és 6. ábra) mutatjuk be. Amint gránitterületeken várható, a térképek mind a *Th*-ra, mind a *K*-ra vonatkozóan nagyobb koncentráció-értékeket mutatnak, (15–20 · 10⁻⁴%, ill. 8–10%). Különösen említésre méltó a nagy *K*-tartalom, amely kétszerese a Mórágyi hg. gránitjaiénak (3–4%*K*). Az *U*- és *Th*-koncentráció a két területen hozzávetőlegesen megegyező.



8 ábra. A Vértess és Velencei hegység ΔT izogamma térképe

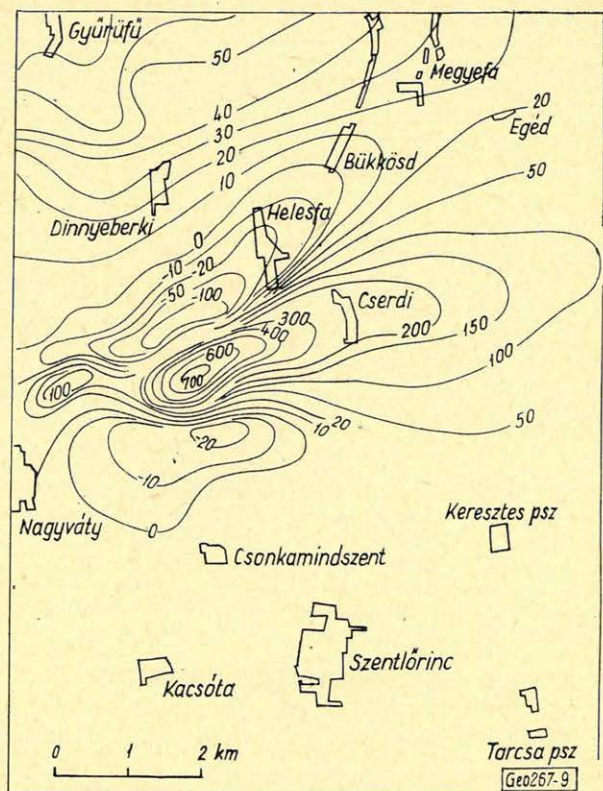
Фиг. 8. Карта аномалий ΔT района массивов Вертеш и Веленце

Fig. 8. Isogammekarte (ΔT) des Vértess- und Velencei-Gebirges

A 7. ábra a Mátra hg. K -eloszlás térképét mutatja. A K háttérszintje a hegység területén kb. 3%. A hegység központi területén jelentős K -feldúsulások figyelhetők meg. Wéber (1969) értelmezése szerint ezek létrejöttében az andezit-tömegeket ért nagymértékű kálimetaszomatózis játszik szerepet, amely helyenként 10–12%-os feldúsulásokat eredményez. A K -anomáliák bizonyos szabályosságot mutatnak, amelyek más földtani megfigyelésekkel együtt valószínűleg lehetővé teszik az ércesedést befolyásoló tektonikai irányok kijelölését.

A mágneses mérések eredményei

Az a lehetőség, hogy a komplex légigeofizikai felvételnél 100, 250, ill. 500 méteres szelvénsűrűséggel ± 10 gamma pontosságú folyamatos regisztrátumot kapunk a földmágneses tér totális értékének relatív változásairól, a légimágneses mérések célszerűségét igazolja mind szakmai, mind pedig gazdaságossági szempontból. A légimágneses ΔT grafikontérképet, valamint a ΔT izogamma térképeket közvetlenül lehet alkalmazni földtani következtetésekre. A 8. ábrán bemutatjuk a Vértess – Velencei hegység ΔT izogamma térképét. Az eredetiben



9. ábra. Helesfa és környékének ΔZ izogamma térképe

Фиг. 9. Карта аномалий ΔZ района с. Хелешфа и его окрестности

Fig. 9. Isogammekarte (ΔZ) von Helesfa und Umgebung

viszonylag egyszerű anomáliavonalat bonyolultabbá válik, több különálló anomália figyelhető meg, amelyek az említett litéri szerkezeti vonal és a Móri-árok metszéspontjával esnek egybe. A Bauxitkutató Vállalat által a területen mélyített Isz.-1 fúrás 190 m-ben paleozóos diabázba jutott, a mágneses anomáliát okozó ható ezzel vált földtanilag minősíthetővé.

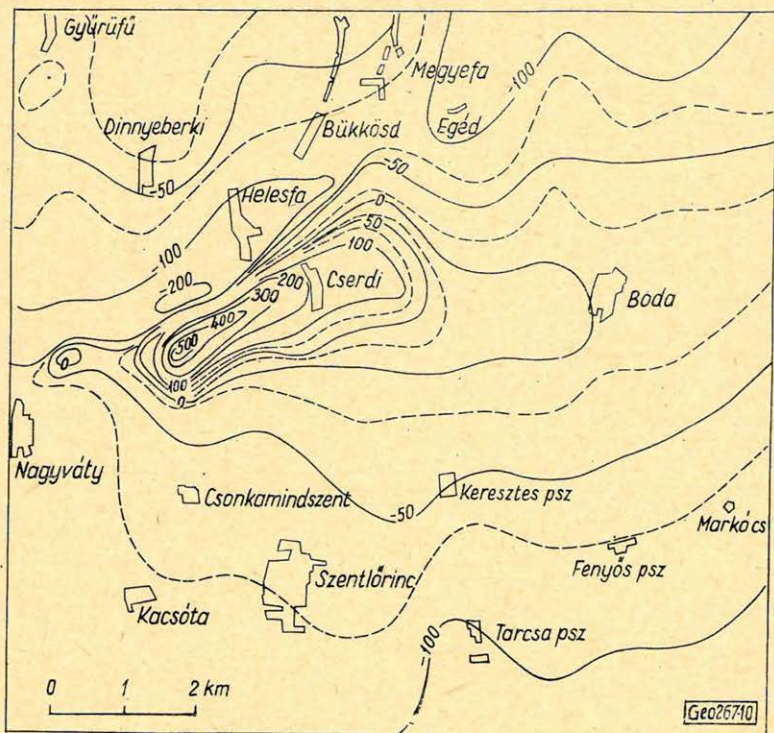
A Tabajd környéki mágneses anomáliacsoport hatóját a T-6 fúrás határozta meg. A fúrás 177,4 m mélységig felső-eocén mészköves, homokos, agyagos rétegek közé települt andezitet, andezitagglomerátumot és tufát harántolt.

Ezek az adatok igazolják, hogy a légimágneses izogamma térképek kellő pontossággal jelzik a különböző méretű és elhelyezkedésű hatók területi elterjedését s ezáltal földtani-szerkezeti következtetések levonására alkalmasak.

A légimágneses mérések eredményei azonban nemcsak a mágneses hatók megközelítő területi elhelyezkedésének (mélység, hatóalak és méretek), hanem a hatók fontosabb mágneses paramétereinek meghatározására is alkalmasak. 1960-ban a MÉV geofizikai csoportja a Mecsek hegység Ny-i részén végzett 500 × 100 m hálózatos földmágneses méréssel részletesen meghatározta a közel 800 gamma amplitúdójú helesfai ΔZ anomáliát (9. ábra). A fúrások a geofizikai

1:50 000 méretarányú térképen igen jól látható a mágneses hatók elterjedése. A térképlap DK-i részén Pázmánd-Nadap környékén felszíni kibúvásban is ismert eocén-korú andezittal kapcsolatos többszáz gamma intenzitású anomáliavonalat látható, amely két nagy kitérésű centrummal jelentkezik. Az egyik a Pázmánd-Nadap-Velence-Kápolnásnyék közti terület, a másik Dinnyéstől D-re takartan helyezkedik el. A térkép szerkesztése után mélyített Dinnyés-2 fúrás 190,0 m vastagságú neogén üledéksort átfúrva andezitbe jutott.

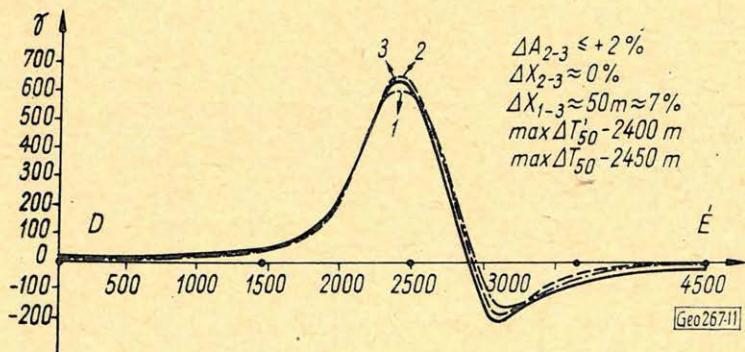
A térképen egy másik figyelemre méltó Ék-DNy-i irányú anomáliacsoport Csór-Iszkaszentgyörgy-Sárkeresztes vonalától D-re helyezkedik el. DNy-i irányban az anomáliavonal a litéri szerkezeti vonal mentén előbukkanó paleozóos diabáz elterjedési területéig követhető. Iszkaszentgyörgytől D-re



10. ábra. Helesfa és környékének ΔT izogamma térképe

Фиг. 10. Карта аномалий ΔT района с. Хелешфа и его окрестности

Fig. 10. Isogammenkarte (ΔT) von Helesfa und Umgebung



11. ábra. Helesfa ΔT észlelt és $\Delta T'$ számított grafikonok összehasonlítása
1., 2. észlelt; 3. számított

Фиг. 11. Сопоставление наблюдаемых величин ΔT с расчетными $\Delta T'$ для района с. Хелешфа
1 – 2 – наблюдаемые, 3 – расчетные величины

Fig. 11. Vergleich der gemessenen ΔT und berechneten $\Delta T'$ – Kurven von Helesfa
1., 2. gemessene, 3. berechnet

számításokkal jól megegyező mélységben, felső pannóniai képződmények átharántolása után $106,2\text{ m}$ ($H-1$), ill. $113,4\text{ m}$ ($H-2$) mélységben szerpentinbe jutottak. A $H-2$ fúrás harántolta az erősen szuszceptibilis szerpentiniet, és $381,2\text{ m}$ -ben gránitba jutott.

A földi és légi felvétel (ΔZ és ΔT) anyagának ismeretében kiegészítő szelvénymenti ΔZ és négy szintű ($50, 300, 550, 750\text{ m}$) ΔT méréseket végeztünk (10. ábra). Ezekkel főleg a ΔZ , ill. ΔT hatószámítási eljárások hatékonyságát akaruk összehasonlítani.

A többszintű repülések és a számítások végeredményben lehetővé tették a helesfai mágneses ható összes lényeges geometriai és mágneses paramétereinek egy lehetséges és nagyon valószínű meghatározását.

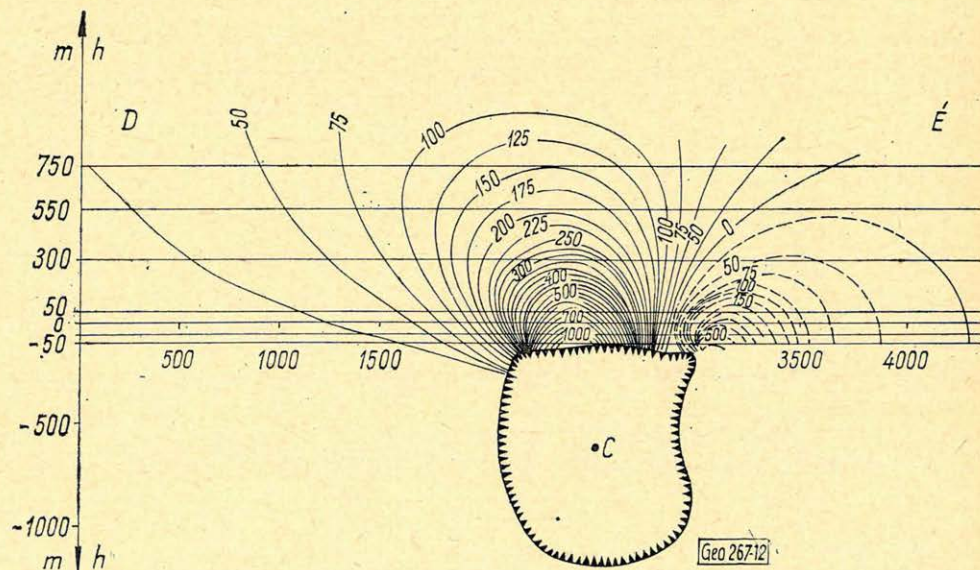
A kiértékelés szerint a véges keresztmetszetű hatónak 1340 CGSM egységnyi mágneses nyomatéka van. Metszeti súlypontjának mélysége 600 m , keresztmetszetének területe $863\,000\text{ m}^2$, felső határának mélysége kb. 100 m , alsó határának mélysége kb. 1150 m , szélessége kb. 900 m , mágnesezettségi intenzitása $I = 1552 \cdot 10^{-6}\text{ CGSM}$.

A kiértékelés után 163 db fúrási mintán mágneses paramétermeghatározást végeztünk. Feltételezve, hogy a ható induktív (I_i) és remanens (I_r) mágnesezettségének iránya közel azonos, a ható mágnesezettségi intenzitása:

$$I = I_i + I_r = 1176 \cdot 10^{-6} + 428 \cdot 10^{-6} = 1604 \cdot 10^{-6}$$

CGSM egység, amely mindössze 3% -kal tér el az interpretáció során kapott $1552 \cdot 10^{-6}$ értéktől!

Mivel a mágneses anomáliákból ítélve a helesfai mágneses ható $KÉK$ -i csapással folytatódik (10. ábra), a ΔT mágneses anomáliából ki lehetett számí-



12. ábra. A helesfai mágneses ható függőleges metszete és függőleges síkú ΔT izogamma szelvénye

Fig. 12. Геологический разрез магнитного тела района с. Хелешфа с изолиниями ΔT
Fig. 12. Vertikalprofil des magnetischen Störkörpers von Helesfa und ΔT – Isogammenprofil (vertikal)

tani, hogy Bakonya környékén 3300 m metszeti súlyponti mélységgel 4275 CGSM mágnesez nyomatékú ható helyezkedik el. A ható keresztmetszete 2 720 000 m², s felső peremének mélysége 2400 m. A geológusok a felszínen levő permii képződmények vastagságát 2200–2400 m-nek gondolják. Ez összhangban van értelmezésünkkel, azaz igen valószínű, hogy a szóban forgó terület részben a permii képződmények alatt közvetlenül a kristályos alaphelységhez tartozó, mintegy 1700–1800 m függőleges vastagságú serpentinittest települ.

A Mecsek hegység Ny-i részének antiklinálisává való gyűrődésében, véleményünk szerint, éppen ennek az antiklinális tengelyzónájában húzódó serpentinittestnek van igen nagy szerepe.

Ismeretes, hogy az alsó krétában az ausztriai mozgások hatására a Ny-Mecsek kiemelkedik és antiklinálisává gyűrődik. A folyamat mechanizmusa a mágnesez hatószámítások eredményeinek ismeretében a következőképpen értelmezhető.

A kialakuló antiklinális tengelyzónája alatt húzódó bázisos képződmények vagy amfibolpalák vízfelvétel következtében (10–25%-os térfogatnövekedés mellett) serpentinisedtek, s egyúttal képlékennyé váltak (diapir jelleg).

A serpentinisedéssel együttjáró térfogatnövekedés a Ny-Mecseki kőzetekre alulról felfelé ható erőteljes nyomást eredményezett, amelyet a diapir jelleg fokozott és boltozó hatással alakított.

Ez a tanulmány többek között annak igazolására is törekedett, hogy a Magyarországon végrehajtott légimágnesez mérések jelentős mértékben képesek hozzájárulni az ország némelyik földtani problémájának tisztázásához, regionális és lokális vonatkozásban egyaránt.

Beszámolóink nem tart teljességre igényt, sőt azzal is tisztában vagyunk, hogy a felvételek lényegesen több információt tartalmaznak, mint amennyit jelenleg hasznosítunk. A maximális információ mennyiség elérésére való törekvésünk csak elektronikus számítógépes feldolgozással valósulhat meg. Elsősorban az adatok statisztikus feldolgozására, aránytérképek szerkesztésére és korrelációs kapcsolatok kimutatására gondolunk.

Befejezésül, nevek említése nélkül szeretnénk hangsúlyozni, hogy a magyarországi kooperációs légigeofizikai mérések megszervezésében, tervezésében, kivitelezésében a földtani szakemberek (geológusok és geofizikusok) népes gárdája vett részt odaadóan, s ez biztosította, hogy a kezdetben szovjet segítséggel és szovjet tapasztalatokra támaszkodva megkezdett légigeofizikai méréseket ma már képzett hazai geofizikus gárda végzi.

IRODALOM

- Elek I., Baranyai I., Géresi Gy., Wéber B.*: Előzetes jelentés az 1965. évi légimágnesez mérésekről. 1966. márc.
- Tyihomirov V. P., Wéber B., Géresi Gy., Barabás A., Elek I., Baranyai I.*: Előzetes jelentés az 1965. évi komplex aerogeofizikai mérésekről. 1965.
- Tyihomirov V. P., Wéber B., Géresi Gy., Elek I.*: Jelentés az 1966. évi aerogammaspektrometriai mérésekről. Szerkesztette: Elek I. 1966.
- Wéber B., Géresi Gy.*: A K eloszlása a Mátra-hegységben légispektrometriai felvétel alapján. 1969. (kézirat).

Hozzászólás Baranyi I., Elek I., Géresi Gy. dolgozatához

W É B E R B É L A

A Baranyi–Elek–Géresi tanulmány kiegészítéseképpen 5 ábra kapcsán példákat mutatnak be a mérések földtani felhasználásáról a Mátra-, Börzsöny- és Bükk-hegységben.

В дополнение к работе Барани – Элек – Гереша даются примеры использования результатов измерений для геологического толкования в районах гор Матра, Бёржён и Бюкк, иллюстрированные 5 рисунками.

Als Ergänzung des erwähnten Aufsatzes von I. Baranyi–J. Elek–Gy. Géresi werden anhand von 5. Figuren Beispiele für die Verwendung der Messungen zum Zwecke der geologischen Interpretation im Gebiet der Matra-, Börzsöny- und Bükk-Gebirge mitgeteilt.

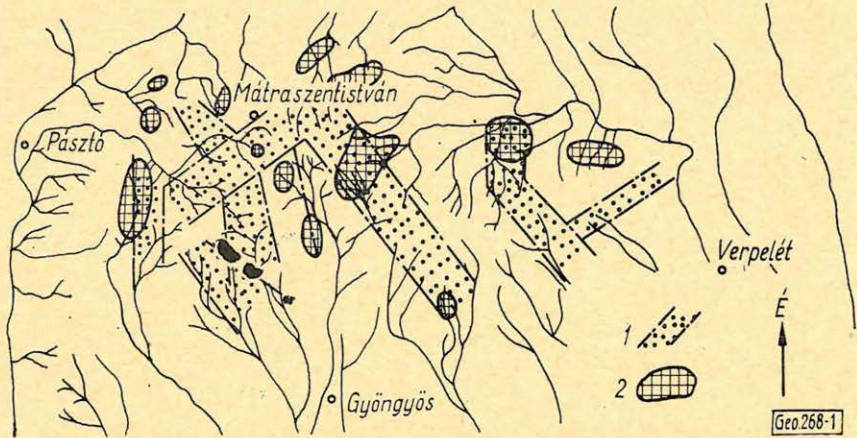
A földtani kutatásban alkalmazott fizikai módszerek közül a légiradiometriai módszer egyike azoknak, amelyek közvetlen minőségi diszkriminációt és a mennyiségi viszonyok változásának vizsgálatát teszik lehetővé. A módszer alkalmazásában a fő problémát az adatok földtani értelmezése jelenti.

A légispektrometriai mérés főfeladata, a tanulmány szerint, a hasadóanyagkutatás volt. Mint felderítő kutatási módszer, a radioaktív anomáliák kimutatásával közvetlenül jelöl ki perspektivikus földtani képződményeket. Ez az elsődleges értékelés. Mivel azonban a lelőhelyek közvetlen felderítésére egyre kisebb az esély, a kutatásban hamarosan napirendre kerül az adatok közvetett felhasználása. Ez a prognóziskészítés fázisa, amelyben az egyes elemekre vonatkozó mérési adatokat a földtani-geokémiai ismeretekkel szoros együttműködésben értelmezik. A lényeges kérdés itt, hogy a légiradiometriai felvételek milyen megbízhatósággal mutatják egyes földtani képződményekben a radioaktív komponensek eloszlását? Ezen a ponton a probléma a hasadóanyagkutatás kereteit túl is lépi, mert a vizsgált elemek (U , Th , K) eloszlása, geokémiai tulajdonságaikkal együtt elemezve, a képződmények, földtani folyamatok másfajta jellemzését és értékelését is lehetővé teszi.

A földtani értelmezés eddigi tapasztalatai kedvezők. A vizsgált területeken a földtani adatok mellett természetesen a földrajzi jellemzőket is (domborzat, talaj stb.) figyelembe vesszük. Minden esetben az ismert földtani adatokból indulunk ki. Arra is törekszünk, hogy minél több extrapolálható tapasztalatot szerezzünk. Ezzel a módszer bizonyos önállóbb értelmezési lehetőségeit is vizsgáljuk, ami földtanilag kevésbé ismert területek térképezésénél fontos lehet. Tapasztalatainkat néhány ábrával illusztráljuk.

A Baranyi–Elek–Géresi-tanulmány 7. ábrája a Mátra hegységi K -eloszlást mutatja. Értelmezésünk szerint a K felszaporodása a hegység vulkáni fejlődésmenetében kialakult belső szerkezet („*beszakadásos kaldera*”, Kubovics, 1962) körvonalait és ennek tektonikai preformáltságát jelzi. Gyakorlati jelentőségű, hogy a kálizónák és a színesércesedés között térbeli-szerkezeti és genetikai kapcsolat van. A hegység kutatóira vár a feladat, hogy ennek lehetőségeit részleteiben is megvizsgálják és a kutatásban realizálják. E hozzászólás 1. ábráján a hegység vizeiben az ELGI által kimutatott nehézfém-anomáliák és a kálizónák közötti térbeli viszonyt mutatjuk be. Érdeemes megem-

líteni, hogy a legnagyobb K -anomália Mátraszentistvántól délre mutatkozott. Tudomásunk szerint ezt eddig nem ismerték. Az anomália forrásául szolgáló kőzetben (kálitrachit) $10,9\%$ K_2O és $0,3 Na_2O$ volt. Az ilyen szélsőséges káli-differenciáció nemesfém-kutatási szempontból is prognosztikus értékű és további vizsgálatot kíván. A 2. ábrán azt mutatjuk be, hogy a K -eloszlás segítségével még a Mátra hegységből való eróziós anyagkiszállítás fő útvonala is kimutatható. A 3. ábra Nagybörzsöny község környékét mutatja. Jól látható,



1. ábra. A káli zónák és a vizekben kimutatott nehézfém-anomáliák kapcsolata a Mátrában.
1. káli zónák; 2. vizek nehézfém-anomáliái (Gedeon A. szerint)

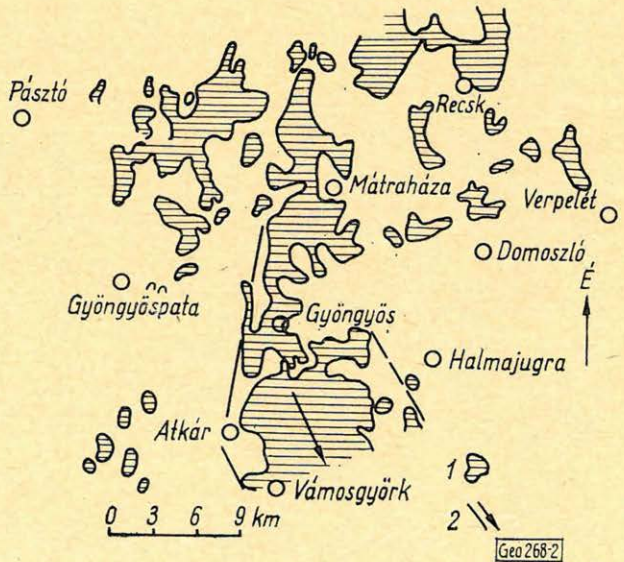
Фиг. 1. Связь зон с высоким содержанием калия с аномалиями содержания тяжелых металлов в воде района горы Матра (по данным А. Геден)

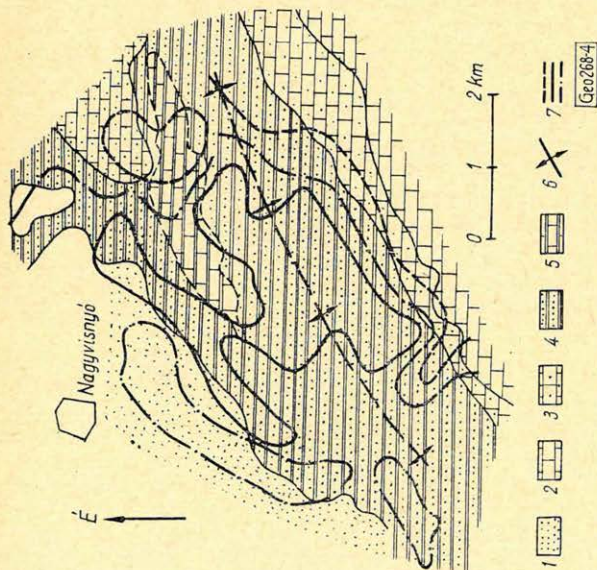
Fig. 1. Zusammenhang der Kali-Zonen und der in den Gewässern erwiesenen Schwermetallanomalie
1. Kali-Zonen. 2. Schwermetall-Anomalien der Gewässer (nach A. Gedeon)

2. ábra. A káliumtartalom regionális eloszlása a Mátra-hegységben és környékén
1. 3% feletti káliumtartalom;
2. az eróziós szállítás fő útvonala

Фиг. 2. Региональное распределение содержания калия на территории горы Матра и сопредельных районов
1 – содержание калия сверх 3%; 2 – основные пути переноса размывом

Fig. 2. Regionale Verteilung des Kaliumgehalts im Matra-Gebirge und Umgebung
1. Kaliumgehalt über 3%,
2. Hauptweg des Erosionstransports

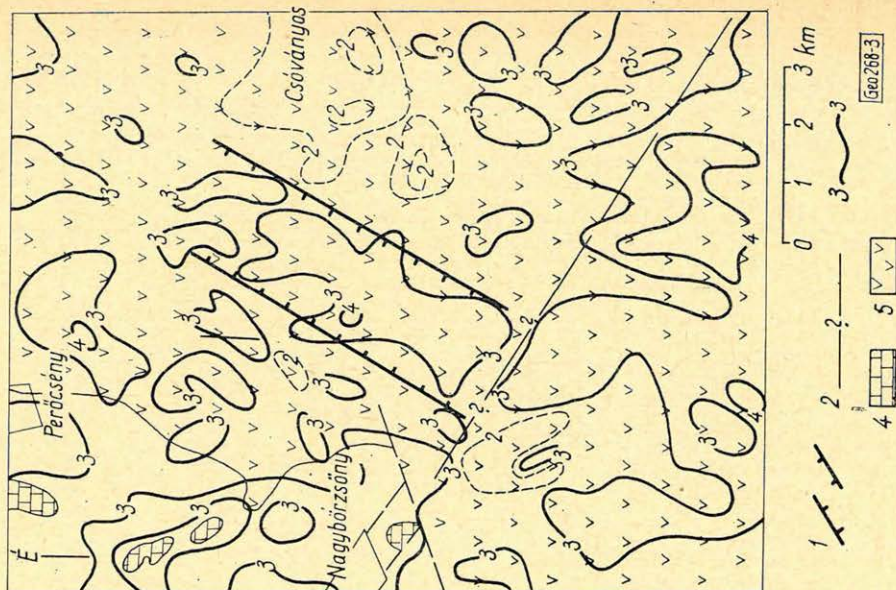




4. ábra. A sugárzásintenzitás eloszlása a Bükk-hegység karbon képződményeiben 1. pleisztocén és miocén; 2. triász; 3. perm; 4. karbon; agyagpala, homokkő; 5. mészkőretek gyakrabban előfordulásának területe; 6. antiklinális tengely (Nagy L. nyomán); 7. sugárzásintenzitás

Fig. 4. Распределение интенсивности гамма-излучения в районе горы Бюкк 1 — плейстоцен и миоцен; 2 — триас; 3 — пермские отложения; 4 — карбон: глинистые сланцы, песчаники; 5 — площадь развития известняков; 6 — ось антиклинали (по данным Л. Надь); 7 — интенсивность гаммаизлучения

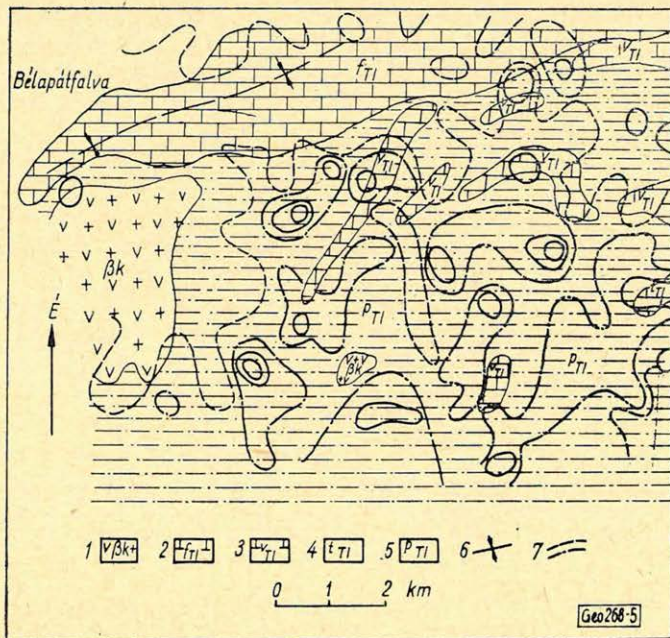
Fig. 4. Verteilung der Strahlungsintensität in den Karbonformationen des Bükk-Gebirges 1. Pleistozän und Miozän, 2. Triass, 3. Perm, 4. Karbon, Ton-schiefer, 5. frequentes Vorkommen von Kalkstein-Schichten, 6. Antiklinale Achse (nach L. Nagy), 7. Strahlungsintensität



3. ábra. A kálium eloszlása Nagybörzsöny környékén 1. káli zóna; 2. feltételezett szerkezeti vonal; 3. izovonal értékek % egységben (Nagy L. nyomán); 4. tortonai üledékes kőzetek; 5. tortonai andezitek

Fig. 3. Распределение калия в районе в районе Надьбёржэнь; 1 — зоны с высоким содержанием калия; 2 — предполагаемые структурные линии; 3 — изолинии в %-ax (по данным Л. Надь); 4 — тортонские осадочные отложения; 5 — тортонские андезиты

Fig. 3. Verteilung des Kaliumgehalts in der Umgebung von Nagybörzsöny 1. Kaliumzone, 2. angenommene tektonische Linie, 3. Isolinien-Werte in %-Einheiten (nach L. Nagy), 4. tortonische Sedimente, 5. tortonische Andezite



5. ábra. A Th-tartalom eloszlása a Bükk-hegységi ladini képződményekben

1. diabáz, gabbro, ultrabazit; 2. fennsíki mészkő; 3. répáshutai mészkő; 4. tűzköves szürke mészkő; 5. agyagpala összlet; 6. szinklinális tengely (Balogh K. után); 7. Th-tartalom

Фиг. 5. Распределение содержания тория в ладинских отложениях горы Бюкк;

1 — диабазы, габбро, ультраосновные породы; 2–3 — локальные чисто известняковые фации; 4 — серые кремниевые известняки; 5 — толща глинистых сланцев; 6 — ось антиклинали (по К. Балог); 7 — содержание тория

Fig. 5. Verteilung des Th-Gehalts in den ladinischen Formationen des Bükk-Gebirges

1. Diabas, Gabbro, Ultrabasit, 2. Hochplateau-Kalkstein, 3. Kalkstein von Répáshuta, 4. grauer Kalkstein mit Feuerstein, 5. Tonschiefer-Schichtenfolge, 6. Synklinális-Achse (nach K. Balogh), 7. Th-Gehalt

hogy a *K* felszaporodás az ún. „*kaldera-terület*”-et (Pantó – Mikó 1964) eléggé határozottan jelzi.

A kálium, mobilitása miatt, láthatólag jó indikátora a vulkáni (belső) szerkezetalakulásnak. A légiradiometriai felvétel olyan áttekintést tesz lehetővé, amely a földi vizsgálatokat teljesebbé teheti és a részletesebb kutatásra érdemes terület körülhatárolásában is segítséget nyújt.

A 4. ábra a Bükk-hegységi karbon korú képződményeken a sugárzásintenzitás eloszlását mutatja. Megfigyelhető, hogy a karbon rétegek mind a permii, mind pedig a miocén rétegektől magasabb aktivitással különülnek el. A karbon belül a kisebb aktivitású sáv nagy valószínűséggel a közbetelepült (felsőmoszkvai emeletbeli) mészkőlencsés sorozattal kapcsolatos. Lehetséges, hogy kedvező szerkezeti körülmények mellett, légiradiometriai mérésekkel nagy üledékes összletek inhomogén felépítését is érzékelnünk tudjuk. Lényegében hasonló képet mutat az 5. ábra is, a Bükk-hegységi ladini emeletbeli képződmények Th-eloszlásával. Jól látható, hogy a karbonátos rétegeket (f_{T_1} ladini „fennsíki” mészkő) és közbetelepüléseket (v_{T_1} ladini „répáshutai” mészkő),

sőt még a krétában benyomult bázitokat (Ks) is alacsonyabb, de az alsó ladini agyagpala összletet (p_{T_1}) magasabb Th -tartalom jellemzi. Értelmezésünk szerint – amely itt a Th és K – eloszlásra is támaszkodik – nagyon valószínű, hogy az agyagpala rétegek ülepedése idején az egyidős tengeralatti vulkanizmusnak (elsősorban tufaszórás és exhalációk) nagyobb szerepe lehetett, mint amennyi ma ismeretes. Ez nem érdektelen pl. a rétegek foszfortartalmának prognosztikus célú megítélésében.

A légi radiometriai adatok földtani korrelálásában érdekesnek ígérkeznek az Elek (1968) által kezdeményezett paramétervizsgálatok, amelyek a kőzetek több komponensének (U, Th, Ra, K) radiometriai elemzését is magukban foglalják.

Az észlelési adatok további, például számítógépes, feldolgozása is valóban kívánatos. Helyes eredményeket azonban csak földtanilag kellően megalapozott vizsgálatoktól remélhetünk.

IRODALOM

- Elek I., 1964: Délkelet-Dunántúli fúrások anyagának radioaktív elemeloszlási vizsgálata. Előadás a MÁFI Intézeti Napok Mecseki ülésén.*
- Elek I. – Vadas I., 1968: Tájékoztató jelentés a MÁELGI Tihanyi Observatóriumában kőzetfizikai vizsgálatoknak alávetett mintán 4 komponens radiológiai mérési eredményeiről. MÉV. Pécs.*
- Kubovics I., 1962: A vulkáni hegységek beszakadásos szerkezete. Földtani Közl. 92. 3.*
- Pantó G. – Mikó L., 1964: A nagybörzsőnyi ércesedés. Magyar Állami Földtani Int. Évk. 1. 1.*
- V. P. Tyihomirov – Weber B. – Géresi Gy. – Elek I., 1968: Jelentés az 1966. évi aerogamma-spektrometriai mérésekről HÉV. Pécs.*
- Weber B. – Géresi Gy., 1969: A kálium eloszlása a Mátra hegységben légispektrometriai felvétel alapján. Földtani Társulat, Pécs.*

MAGYAR GEOFIZIKA XI. ÉVF. 1 – 2. SZ.

Hozzászólás Baranyi I., Elek I., Géresi Gy. dolgozatához

H O F F E R E G O N

Az ELGI a komplex légigeofizikai kutatásban a légimágneses mérések területén vett részt, éspedig mind a mérésekben, mind főként a kiértékelésben. A szerző felhívja a figyelmet néhány, a mágneses méréseknél követendő szempontra és bemutatja a Börzsöny-hegységben mért ΔT -anómáliákat.

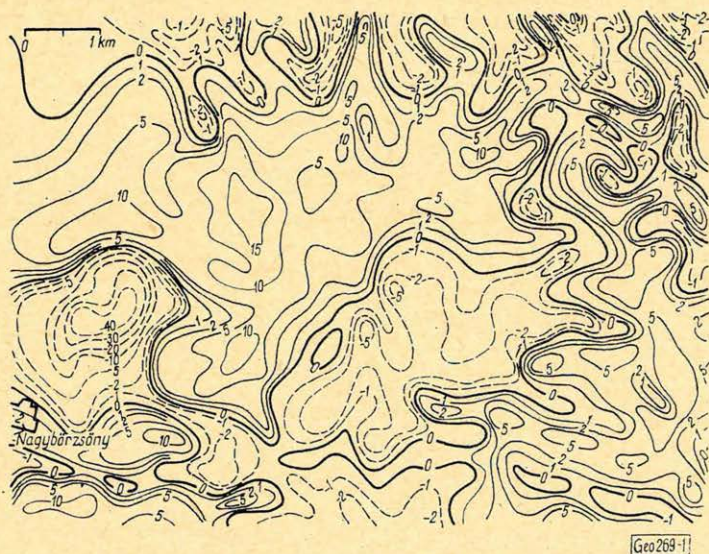
В комплексной аэрогеофизической съемке Геофизический институт им. Роланда Этвеша участвовал в области аэромагнитной разведки, как в производстве измерений, так и в первую очередь в интерпретации. Автор обращает внимание на некоторые обстоятельства, которые должны быть учтены при магнитных измерениях и показывает аномалии ΔT , полученные в горах Бёржён.

Das Staatliche Ungarische Geophysikalische Institut Roland Eötvös nahm an den aerogeophysikalischen Messungen im Gebiete der aeromagnetischen Beobachtungen sowohl bei den Messungen wie besonders bei der Aufarbeitung teil. Es werden hier einige, bei den magnetischen Messungen zu befolgenden Gesichtspunkte hervorgehoben und eine ΔT -Karte der Börzsöny-Gebirge mitgeteilt.

A légigeofizikai kutatásban a Geofizikai Intézet a légimágneses mérésekben vesz részt és, az első évet kivéve, a mágneses adatok teljes kiértékelését végzi, hozzászólásom tehát elsősorban a légimágneses kutatás problémakörét érinti.

A légigeofizikai mérések hazánkban 1965-ben kezdődtek és jelenleg is folynak. Az első négy évben befejeződött az ország hegyvidéki területeinek felmérése. A kutatás célja elsősorban az volt, hogy meghatározza a kőzetek felszínre vonatkoztatott százalékos U , Th és K elemeloszlását. A légimágneses mérések egyidejű végrehajtását az a körülmény indokolta, hogy minimális költségtöbbletet okoztak, valamint, hogy hegyvidéki területeinkről csak ritka hálózatú (1,5 km-es közű), áttekintő mágneses felvétellel rendelkezünk, amely még közelítően hű képet sem adhatott a mágneses viszonyokról. Már az áttekintő mérések alkalmával felvetődött e területek részletesebb és gyors légimágneses kutatásának gondolata. Sajnos, ez akkoriban a technikai felszereltség hiányossága, valamint anyagi nehézségek miatt nem volt megvalósítható.

A 250 m-es szelvénytávolsággal és a szelvények mentén folyamatos regisztrálással végrehajtott légimérések már sokkal részletesebb és a valóságot jobban leíró mágneses képet adtak, ezenkívül néhány terület szerkezeti vizsgálatára is lehetőség nyílt. Példaként említem a Börzsöny hegység ún. „kaldera” területét, amelyet a légimágneses mérések ΔT anomáliatérképén is jól lehet követni (1. ábra). A zöldkövesedett andezit és dácit területén (az ún. „kaldera” peremvidékén) erősen pozitív mágneses anomáliák jelentkeznek és ezek gyűrű alakban veszik körül a negatív anomáliákat. Az 1,5 km-es állomástávolsággal végrehajtott földi mérésekből szerkesztett anomáliatérképből ilyen következtetést levonni természetesen nem lehetett.



1. ábra. ΔT anomáliatérkép Nagybörzsöny környékén

Fig. 1. Карта аномалий ΔT района Надьбѣржэнь

Fig. 1. Karte der ΔT -Anomalien in der Umgebung von Börzsöny

A börzsönyi vulkanizmus területén a légimágneses anomáliatérkép statisztikus elemzése elkülönítési lehetőséget is kínál a különböző kifejlődésű andezitek között. A piroxénandezitek erős mágnesezhetőségüknél fogva általában erős anomáliákkal jelentkeznek. Ugyancsak elkülöníthetők a hipersztén-amfibolandezitek és – negatív anomáliájukkal – az ércelőfordulások kísérőközetek: a kloroandezitek, ill. dácitok. Nem választhatók el azonban egymástól a biotit-

amfibolos és agglomerátumos összletek, mivel ezek hasonló nagyságrendű anomáliákat hoznak létre.

A légimágneses és a légi radiometriai méréseknek egyidejű végrehajtása azonban néhány problémát is felvetett. A radiometriai méréseknél, a megfelelő jelerősség érdekében, a repülési biztonság által megengedett minimális magasságban – a felszíntől 30–50 m-re – kell repülni. A légimágneses méréseknél nagyobb magasság: 200–300 m célszerű. Ezáltal a mágneses oldalhatások jobban kiküszöbölődnek és a navigáció is pontosabb. Ezenkívül a mágneses adatok analitikus feldolgozása (le- és felfelélélytatás) csak síkra vonatkoztatott adatrendszerrel lehetséges. A domborzattal párhuzamosan végzett hegyvidéki mérések ezt a feltételt nem elégítik ki. Tekintettel a radiometriai mérések elsődlegességére, a hegyvidéki területeken a repülést alacsonyban és a felszínnel párhuzamosan hajtották végre.

Más volt a helyzet a síkvidéki, alföldi felvételeknél. Itt az alacsony repülési szinten kívül magasabb szinteken is végeztünk mágneses méréseket. Ennek célja elsősorban a mélyebben elhelyezkedő hatók települési helyzetének pontosabb meghatározása volt. De felhasználtuk a többszintű repülést a mérési eredmények összehasonlítására is, hogy a mérések pontosságára, megbízhatóságára és a szintbeli eltolódásokra következtethessünk.

A kombinált légigeofizikai módszer, éppúgy mint a többi geofizikai módszer, rövid idő alatt fejlődött ki. A külföldi tapasztalatokat figyelembe véve, hazai fejlesztésre is gondolunk. Az ELTE Geofizikai Tanszékének tulajdonában levő protonprecessziós magnetométert 1968-ban kísérletképpen együtt használtuk a ferroszondás magnetométerrel. A kísérlet biztató eredménnyel zárult. A korrekciós tényezők pontosabb volta miatt a felvételek minősége jobb volt, ezenkívül megtakarítottuk az egész mérési volumennek kb. 10%-át kitevő keresztvonalakat. E tapasztalatok alapján elkezdtük egy légi és földi mérésekre egyaránt alkalmas protonprecessziós magnetométer szerkesztését.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy bár a kombinált légigeofizikai mérések felderítő jellegű adatokat adnak és semmiesetre sem helyettesíthetik teljesen a részletező földi méréseket, mégis viszonylag gyorsan nagymennyiségű hasznos információt szolgáltatnak a földtani kutatás számára.

EGYESÜLETI HÍREK

Az Évvégi Záróülés 2. napirendi pontjával kapcsolatban tájékoztatjuk tagtársainkat az 1970. évi nagy rendezvények időpontjáról és helyéről:

1970. június 29–30-án Ünnepi Emlékülést rendezünk felszabadulásunk 25. évfordulója tiszteletére. A rendezvényre a Szovjetunióból és a baráti államokból várunk vendégeket. Társrendezők a M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. *A rendezvény helye:* Technika Háza.

1970. június 9–11-én rendezzük meg az 5. Geofizikai Vándorgyűlést az Alföldi Csoport megalakulásának 10. évfordulója alkalmából. *Téma:* Ásványi nyersanyagok és energia-hordozók kutatásai az elmúlt 10 évben, különös tekintettel a Dunától keletre eső országgrészen. *A Vándorgyűlés helye:* Miskolc, tanulmányi kirándulás a zempléni hegységben lesz.

1970. október 4–9 között a CSSR-ben, Szmokovecen rendezzük meg a XV. Geofizikai Szimpóziumot közösen a csehszlovák és NDK-beli geofizikai szervekkel.

Nagyrendezvényeink között szerepelnek még: 1. az MTE SZ-re vonatkozó párthatározat szellemében vitautlás. *Téma:* az ásványi nyersanyagok kutatásának távlati fejlesztési tervéből a geofizikára háruló feladatok (közösen az érintett állami szervekkel és az OKGT-vel); 2. Automatizálási kérdésekkel foglalkozó „kisankét”; 3. Közgazdasági kérdésekkel foglalkozó előadásorozat; 4. Tisztújító Közgyűlés.

Utóbbi rendezvényeink pontos időpontja még nincs meghatározva.

A szeizmikus adatok feldolgozásában alkalmazott digitális szűrők hatásosságának statisztikus vizsgálata

MESKÓ ATTILA—RÁDLER BÉLA

Igen sok szerző foglalkozott különböző típusú szűrők tervezésének módszereivel és a szűrők alkalmazásával. A tervezésben a jelek és zajok bizonyos alapvető tulajdonságait használták fel. Ezeket legtöbb esetben csak becsülni tudjuk, ami a tervezett szűrők hatásosságát jelentősen ronthatja.

A dolgozatban modellszámításokkal megvizsgáljuk néhány paraméter becsülésének hibáit, illetve azt, hogyan alakul a szűrés hatásossága a paraméterek tényleges értékeinek függvényében. Részletesen a ghostokat eltávolító, illetve az optimum vertikális stacking módszerben alkalmazott szűrőkkel foglalkozunk.

Вопросом о методе разработки различных типов фильтров и об их применении занимался уже ряд авторов. При разработке фильтров учитывались определенные основные свойства сигналов и шумов. Однако, в большинстве случаев эти свойства могут только оцениваться, что в значительной мере снижает эффективность разработанных фильтров.

В настоящей работе, с использованием модельных вычислений, рассматриваются погрешности оценки некоторых параметров, а также зависимость эффективности фильтрации от фактических величин этих параметров. Подобно изучаются фильтры для подавления отражений-спутников, т.е. фильтры, применяемые в методе оптимального вертикального накопления.

Viele Autoren beschäftigten sich mit den Entwurfsmethoden und Anwendung von Filtern verschiedenen Typs. Bei der Entwicklung wurden gewisse grundlegende Eigenschaften der Filter benutzt. Diese können aber in den meisten Fällen nur geschätzt werden, womit die Effektivität der entwickelten Filter stark herabgesetzt wird.

Im Aufsatz werden die Schätzungsfehler einiger Parameter mittels Modellversuche untersucht, bzw. die Effektivität der Filterung als Funktion der tatsächlichen Werte der Parameter dargestellt. Eingehend werden die ghost-eliminierenden, bzw. die bei der optimalen vertikalen Stacking benutzten Filter betrachtet.

Bevezetés

A különböző digitális szűrők gyakorlati alkalmazása során tapasztalható, hogy az elvégzett műveletek hatásossága kisebb, mint az eredetileg várt. Jelen dolgozat ezen tapasztalat magyarázatát szolgáltatja.

A hatásosság csökkenésének két oka van. Az egyik ok az, hogy a szűrőtervezéshez valamilyen modellre van szükségünk és a modell a tényleges viszonyoknak csak többé-kevésbé jó közelítése lehet. Ezenkívül a modell néhány rögzített paramétert tartalmaz. Ezeket mérésekkel és számításokkal határozzuk meg. Az így meghatározott, „becsült” értékeket alkalmazzuk a szűrő tervezésében. A hibák miatt azonban a paraméterek tényleges értékei a becsült értékektől eltérnek. A paraméterek hibái a szűrő hatásosságát tovább csökkentik. Emiatt a valóságos viszonyokat jól közelítő modell esetén is rossz eredményeket kaphatunk, ha a paraméterek hibái jelentősek. Szélsőséges esetben előfordulhat, hogy a szűrő már csak olyan kis jel/zaj-arány javulást hoz létre, hogy alkalmazása nem gazdaságos. Különös gonddal kell eljárni a bonyolult, kifinomult szűrési módszerek (pl. időben változó optimum horizontális stacking) esetén, ahol nagyon sok feltevést tartalmazó modellel és sok paraméterrel dolgozunk. Itt a kis hibák halmozódása is értelmetlenné teheti a szűrés alkalmazását. Emiatt az analízishez, a csatornák előzetes vizsgálatához, a hibák kiküszöböléséhez, a szűrőtervezéshez szükséges műveletek mennyisége és minősége felül-

múlja a szűrők tényleges alkalmazásához szükséges műveletekét. (Pl. dinamikus korrelációs analízis, járulékos dinamikus és sztatikus korrekciók stb. az optimum vertikális stacking előkészítésére.)

A dolgozatban nem foglalkozunk a modellek realitásával, a szakirodalomban ismertetett modelleket helyesnek fogadjuk el, csupán a paraméterek hibáinak hatását elemezzük.

A digitális szeizmikus feldolgozásban alkalmazott szűrők egy csoportjával foglalkozunk részletesebben: a koherens zajokat eltávolító egy- és többszörös simítószűrőkkel. A szűrők tervezését és alkalmazását a szakirodalom kellő részletességgel tárgyalja. A tervezés lényege a jel- és zajmodell megadása, majd a tényleges és kívánt kimenet különbsége négyzetátlagának minimalizálása (Wiener-féle optimalizálás).

A minimum-feltétel a Wiener-Hopf egyenletrendszerre vezet. Nem realizálható szűrők esetén Fourier transzformáció alkalmazása után a szűrők átviteli függvényeire többváltozós egyenletrendszert kapunk. Ennek megoldása adja az átviteli függvényeket. (Pl. Schneider et. al., 1965). Az átviteli függvényekből inverz Fourier-transzformációval kapjuk a súlyfüggvényeket. A súlyfüggvényeket ezután konvolváljuk a megfelelő csatornák megfelelő időkapukon belüli szakaszaival.

Egy másik tervezési mód (tervezés időtartományban) közvetlenül a súlyfüggvény együtthatóit határozza meg és hasonlóan hosszadalmas iteratív eljárást igényel (Robinson, 1963).

A szűrőtervezési modell a következő: A zajt rendezetlen és koherens összetevőkre bontjuk. Utóbbiak a ghostoknak ($C \sqrt{S}$ modell) vagy a többszörösöknek (OHS modell) felelnek meg. A jel és koherens zaj amplitúdóspektrumait azonosnak szokás feltételezni. A jel és koherens zaj differenciális normál moveo-utjainak és energiáinak eltérését figyelembe vesszük. A szűrő működésének alapja lényegében a jel és koherens zaj fázisspektrumainak és energiáinak különbsége. További feltevés, hogy a különböző csatornákon jelentkező rendezetlen zajok nem korrelálódnak. Végül a szűrő tervezéséhez meg kell adni a rendezetlen zaj teljesítményének a valódi reflexiók teljesítményéhez viszonyított arányát is.

$$\sum_{j=1}^n [S_{ij}(f) + N_{ij}(f)] \bar{Y}_j(f) = S_{io}(f) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

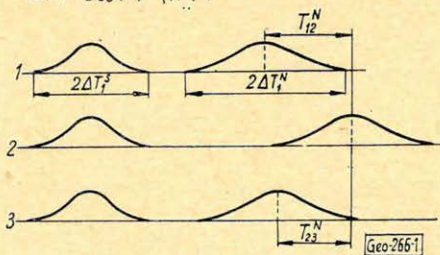
$$S_{ij}(f) = \bar{\phi}_{ss}(f) P(f, \Delta T_i^S) P(f, \Delta T_j^S) \quad (i \neq j)$$

$$S_{ii}(f) = \bar{\phi}_{ss}(f)$$

$$N_{ij}(f) = \bar{\phi}_{mm}(f) P(f, \Delta T_i^N, T_{ij}^N) P(f, \Delta T_j^N, T_{ij}^N) \quad (i \neq j)$$

$$N_{ii}(f) = \bar{\phi}_{mm}(f) + \bar{\phi}_{rr}(f)$$

$$S_{io}(f) = \bar{\phi}_{ss}(f) P(f, T_i^S)$$



1. ábra. Háromcsatornás stacking szűrő tervezésének modellje: a szűrők átviteli függvényeire vonatkozó egyenletrendszer; a jeleket és zajokat leíró képletek és a valódi, illetve többszörös reflexiók beérkezési időre vonatkozó valószínűségi sűrűségfüggvények

Fig. 1. Модель разработки трехканального фильтра для накопления данных: система уравнений для функции переноса фильтров; формулы, описывающие сигналы и шумы и функции плотности вероятности для истинных и для кратных отражений

Fig. 1. Konstruktionsmodell einer dreikanaligen Stacking: das zu den Überführungsfunktionen der Filter gehörige Gleichungssystem, die die Signale und Geräusche beschreibenden Formeln und die Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen, die sich auf die Einsatzzeiten der wirklichen, bzw. mehrfachen Reflexionen beziehen

Ezt a modellt irtale és alkalmazta ghostok eltávolítására Schneider 1964-ben.

A modell továbbfejlesztése volt, amikor a differenciális normal moveoutok pontos értékei helyett azok várható értékeit és valószínűségi sűrűségfüggvényeit alkalmazták (Schneider et al., 1965).

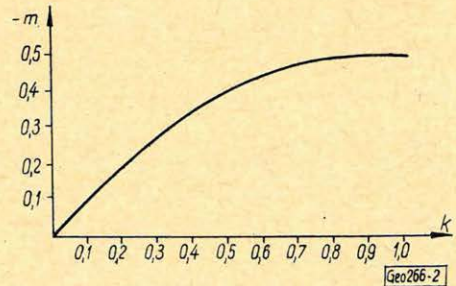
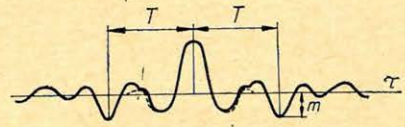
A valószínűségi sűrűségfüggvényekről Schneider feltételezte, hogy megegyeznek az egyenletes eloszlás sűrűségfüggvényeivel. A múlt évi (1968) budapesti szimpóziumon rámutattunk arra, hogy lehetséges és célszerű az egyenletes eloszlás helyett más eloszlásokat alkalmazni (Meskó – Rádlér, 1969). A Gauss eloszlás sűrűségfüggvényét alkalmazó modellt mutatja be az 1. ábra.

A modell speciális esetei a kétesatornás OVS szűrők és az egycsatornás ghost-szűrő is. A Lindsey (1960) által javasolt ghost szűrőhöz jutunk, ha rendezetlen zajt nem tételezünk fel. A továbbiakban ezekkel a speciális esetekkel foglalkozunk.

Egycsatornás ghost-szűrő

A szűrőtervezéshez két paraméter ismeretére van szükségünk. Ezek a reflexiók együttható (k) és a követési távolság (T). A paramétereket – ismeretes módon (pl. Lindsey 1960; Schneider et al., 1964) – a ghostos csatorna autokorrelációs függvényéből becsülhetjük meg: 2. ábra.

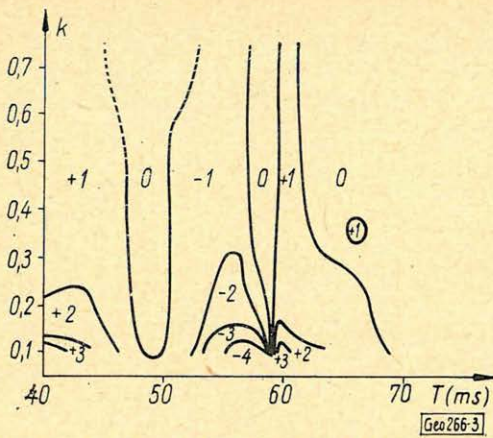
A paraméterek becsült értékei eltérhetnek a tényleges értékektől. A szűrő tervezésénél azonban csak a becsült értékeket alkalmazhatjuk. Emiatt a megvalósított jel/zaj-arány javulás kisebb az optimálisnál. Az optimumot csak akkor érhetnénk el, ha a helyes paraméterekkel szűrünk, azaz ha a becslés a paraméterek helyes értékeit szolgáltatná. A szűrő várható hatásosságának meghatározásához szükséges a becslés várható hibáinak vizsgálata. Erre egyelőre egyetlen lehetőségünk modellszámítások alkalmazása volt. A ghost jelenség fellépését szintetikus csatornákkal modelleztük, különböző k és T értékek feltételezésével. A modellezett ghostos csatornák autokorrelációs függvényeiből számítottuk a paraméterek becsült értékeit. A becsült és tényleges értékekből számítható volt az elkövetett hiba. Rendezetlen zajt nem alkalmaztunk. A ghost-paraméterek meghatározásának hibáiról egy más dolgozatban részletesen számolunk: Meskó – Szulyovszki – Véges – Zelei (1970). A 3. és 4. ábrák egy modellszámítás-sorozat eredményeit mutatják be. A T -ben elkövetett hiba, illetve a k -ban elkövetett relatív hiba értékeit ábrázoltuk, mint a tényleges k és T függvényeit. Látható, hogy ha a tényleges k kicsiny, a hiba számottevő.



2. ábra. A ghost-paraméterek meghatározása az autokorrelációs függvényből (Lindsey, 1960 nyomán)

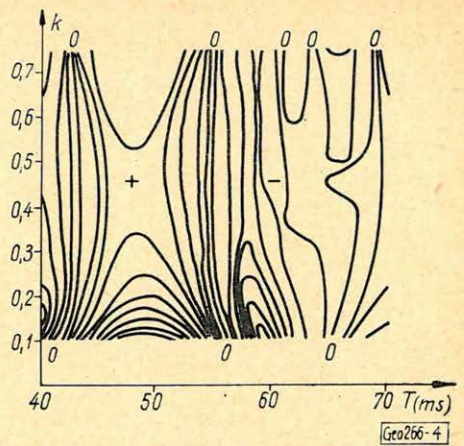
Фиг. 2. Определение параметров отражений-спутников по автокорреляционной функции (по Линдсею, 1960)

Fig. 2. Bestimmung der Ghostparameter aus der Autokorrelations-Funktion (nach Lindsey, 1960)



3. ábra. A T meghatározásának hibája, mint a k és T paraméterek tényleges értékeinek függvénye. Az eredményeket rendezetlen zajt nem tartalmazó szintetikus csatornák felhasználásával kaptuk

Fig. 3. Зависимость погрешности определения T от фактических величин параметров k и T . Результаты получены с использованием синтетических каналов, не содержащих неупорядоченные шумы
Fig. 3. Fehler der Bestimmung von T , als Funktion der tatsächlichen Werte der Parameter k und T . Das Resultat wurde durch Benutzung von synthetischen Kanälen gewonnen, die kein ungeordnetes Geräusch enthalten



4. ábra. A k meghatározásának relatív hibája mint a k és T paraméterek tényleges értékeinek függvénye.

Az eredményeket modellszámításokkal kaptuk
Fig. 4. Зависимость относительной погрешности определения значения k от фактических величин параметров k и T . Результаты получены по модельным вычислениям
Fig. 4. Relativfehler der Bestimmung von k als Funktion der tatsächlichen Werte der Parameter k und T . Das Resultat wurde durch Modellrechnungen erhalten

Operator

$$\{ 1 \ 0 \ 0 \dots (k+\Delta k) \ 0 \ 0 \dots (k+\Delta k)^2 \ 0 \ 0 \dots (k+\Delta k)^4 \}$$

$$\quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow$$

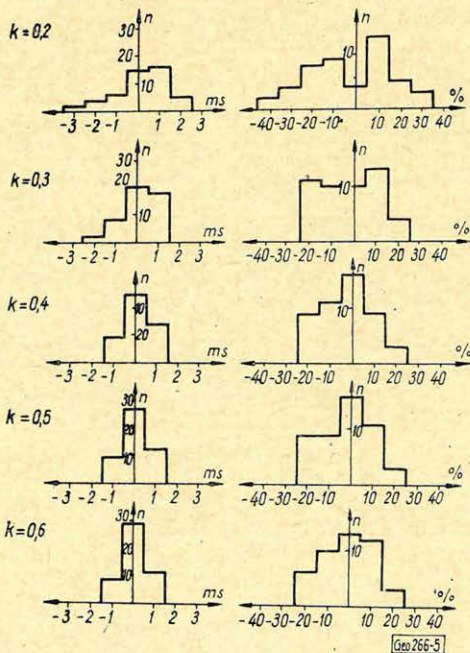
$$\quad \quad \quad n+\Delta n \quad \quad \quad 2(n+\Delta n) \quad \quad \quad 4(n+\Delta n)$$

$$\Delta k = 0, \pm 1, \pm 2,$$

$$\Delta n = 0, \pm 0,1, \pm 0,2 \quad \text{Geo266-5}$$

5. ábra. A T hibáinak és a k relatív hibáinak hisztogramjai a k paraméter valódi értékének függvényében

Fig. 5. Гистограммы погрешностей T и относительных погрешностей k в зависимости от фактических величин параметра k
Fig. 5. Histogramme der Fehler von T und der relativen Fehler von k als Funktionen der tatsächlichen Werte vom Parameter k



6. ábra. A vizgálatokban alkalmazott Lindsey-féle egycsatornás ghost-szűrő súlyfüggvénye
Fig. 6. Весовая функция одноканального фильтра Линдсея для подавления отражений спутников, применявшегося при исследованиях

Fig. 6. Gewichtsfunktion des bei den Untersuchungen angewandten einkanaligen Ghostfilters von Lindsey

A T szerinti változás jellege: lassan csökkenő amplitudójú oszcilláció.

A hibák hisztogramjait, mint a tényleges k függvényeit az 5. ábrán láthatjuk. A hibák várható értéke jó közelítéssel zérus, szórásuk függ a k értékétől. A k növekedésével a szórás csökken.

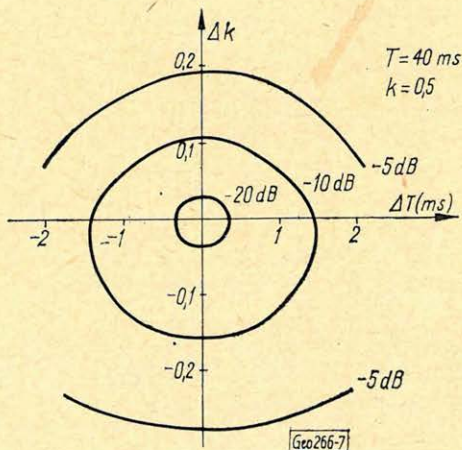
A következő vizsgálat célja az volt, hogy kvantitatív képet adjon a ténylegestől eltérő paraméterekkel végzett szűrés hatásosságáról. A szűrő tervezésében rögzített T és k értékeket tételeztünk fel. A tervezett szűrőt azután $T + \Delta T$, $k + \Delta k$ paraméterekkel rendelkező bemenetre alkalmaztuk. A hibás paraméterekkel működő szűrő súlyfüggvényét a 6. ábra mutatja. A ghost energia csökkenését, azaz a

$$10 \log \frac{E_{ki}}{E_{be}}$$

menyiséget, mint a ΔT és Δk hibák függvényeit a 7. ábra mutatja be. Látható, hogy ha a hibák értéke nő, a szűrő hatásossága gyorsan csökken. A legkedvezőbb esetben felvett értéktől ($\Delta T = 0$, $\Delta k = 0$) a hatásosság várható értéke jelentősen eltér. Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy rendezetlen zajt a modell-számításban nem alkalmaztunk. Rendezetlen zaj jelenléte nemcsak a paraméterek meghatározásának hibáját növeli, de a jel/zaj-arány javulását is jelentősen rontja.

Optimum vertikális stacking szűrők hatásosságának vizsgálata

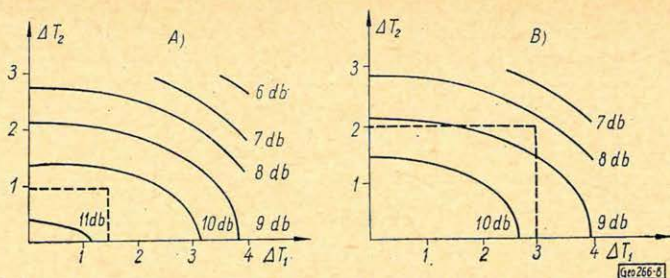
Az optimum vertikális stacking szűrőket két, különböző mélységű robbantással észlelt szeizmogram azonos geofonhelyhez tartozó csatornapárjaira alkalmazzuk. A szeizmogramokat előzetesen korrigáljuk, majd a megfelelő csatornapárok szűrt kimeneteit összegezzük. A szűrőtervezésben – többek között – feltesszük, hogy a valódi reflexiók között nincs időkülönbség és a két csatornán a ghostok közötti T időkülönbséget pontosan ismerjük (Schneider et al. 1964). Valójában hibás korrekciók miatt a valódi reflexiók között is van időkülönbség és a ghostok közötti időkülönbség meghatározásakor is elkövethetünk hibákat. Jelöljük a valódi reflexiók közötti időkülönbséget T_1 -el, a ghostok közöttit T_2 -vel. Az ideális esetben $T_1 = 0$, $T_2 = T$; a valóságban $T_1 = 0 \pm \Delta T_1$, $T_2 = T \pm \Delta T_2$. A szűrők hatásossága vizsgálható a ΔT_1 és ΔT_2 hibák függvényében. A szűrők tervezésében statisztikus modellt alkalmaztunk (Schneider et al., 1965 nyomán.) A 8. ábrán bemutatott eredmények levezetésében feltételeztük, hogy mind a valódi, mind a ghost-reflexiók beérkezési időire az egyenletes eloszlásnak megfelelő sűrűségfüggvények al-



7. ábra. Az egycsatornás, véges hosszúságú, Lindsey-féle szűrővel elért ghost-energia csökkenése, mint a paraméterek hibáinak függvénye

Фиг. 7. Снижение энергии отражения спутника при применении одноканального фильтра Линдсея с ограниченной длиной, в зависимости от погрешностей параметров

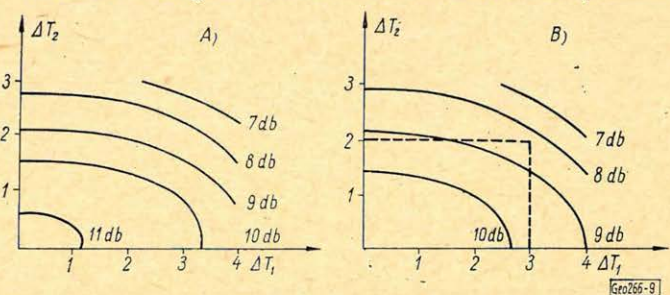
Fig. 7. Die Verminderung der Ghostenergie – erhalten mit einem endlich langen, einkanäligen Lindsey-Filter – als Funktion der Parameterfehler



8. ábra. Az optimum vertikális stackinggel elért jel/zaj-arány javulás, mint a ΔT_1 és ΔT_2 hibák függvénye

Фиг. 8. Зависимость улучшения отношения сигнал/шум при оптимальном вертикальном накоплении, от погрешностей ΔT_1 и ΔT_2

Fig. 8. Die Verbesserung des Signal/Geräusch-Verhältnisses — erhalten durch eine optimale vertikale Stacking — als Funktion der Fehler von ΔT_1 und ΔT_2



9. ábra. Az optimum vertikális stackinggel elért jel/zaj-arány javulás, mint a ΔT_1 és ΔT_2 hibák függvénye

Фиг. 9. Зависимость улучшения отношения сигнал/шум при оптимальном вертикальном накоплении, от погрешностей ΔT_1 и ΔT_2

Fig. 9. Die Verbesserung des Signal/Geräusch-Verhältnisses — erhalten durch eine optimale vertikale Stacking — als Funktion der Fehler von ΔT_1 und ΔT_2

kalmazhatók. A két sűrűségfüggvény szélessége a 8A ábrán bemutatott hatásosság-vizsgálatban 2 ms illetve 3 ms, a 8B hatásosság vizsgálatban 4 ms illetve 6 ms volt. Az ábrákon szaggatott vonallal bejelöltük a sűrűségfüggvények határait. Mindkét esetben csak pozitív előjelű hibákra vonatkozó értékeket tüntettünk fel. Az A és B ábrák összevetéséből látható, hogy szélesebb sűrűségfüggvény alkalmazása esetén a maximális jel/zaj-arány javulás kisebb, de a hatásosság lassabban csökken. A 9A és 9B ábrákon háromszög alakú és vele egyező alaphosszúságú, négyszög alakú sűrűségfüggvénnyel tervezett optimumszűrők hatásosságát hasonlíthatjuk össze.

A hatásosságot most a jel/zaj-arány- javulással jellemeztük. A zaj a ghoston tehát a koherens zajkomponensen kívül rendezetlen komponenst is tartalmazott. A jel/zaj-arány javulása az egycsatornás ghost-szűrővel összehasonlítva igen kedvező. Emlékeztetünk arra, hogy az egycsatornás ghost-szűrő hatásosságát a ghostenergia csökkenésével jellemeztük és rendezetlen zaj jelenléte esetén pusztán a ghostenergia csökkentése nem okoz a jel/zaj-arányban 11–12 dB javulást. Látható az is, hogy az OVS hatásossága a hibákra kevésbé érzékeny.

Megjegyezzük, hogy a 8. és 9. ábrák a valóságosnál még mindig kedvezőbb képet festettek. Más, a szűrőtervezésben alkalmazott feltevések sem mindig teljesülnek és ez a hatásosságot tovább csökkenti. Egy ezek közül a valódi és többszörös reflexiók spektrumainak egymás közötti és különböző szeizmogramok közötti eltérése. (A szűrőtervezésben feltesszük a spektrumok azonosságát.)

Az optimumszűrők hatásosságának reális felméréséhez figyelembe kell venni a paraméterek hibáit. A hibák eloszlását egy speciális esetben modell-számításokkal vizsgáltuk meg. A ghost paraméterek hibáit határoztuk meg szintetikusan csatornákból. A becslésben az autokorrelációs függvényeket használtuk fel. Tapasztaltuk, hogy a hibák jelentősek, annak ellenére, hogy a modell a valóságot idealizálta (nem tartalmazott rendezetlen zajt). A paraméterek hibái miatt a tervezett szűrő hatásosságának várható értéke az optimálisnál jóval kisebb.

Bemutattuk néhány stacking szűrő tényleges hatásosságára vonatkozó vizsgálatainkat. Az eredmények itt is azt mutatták, hogy a hatásosság aránylag kis hibák esetén is csökken. Érdemes összehasonlítani az itt közölt eredményeket Schneider et al. 1964 dolgozatának 3. ábrájával. Az ott bemutatott szintetikus példán a ghostenergia csökkenése 25 db. Ha a szűrőket rendezetlen zajt is tartalmazó csatornákra alkalmaztuk és nem csupán a ghostenergia csökkenését, hanem a jel/zaj-arány javulását is számítottuk, az így kapott érték kb. felére csökkent. Ez a tény világosan rámutat arra, hogy megtevesztő lehet, ha csak egyetlen komponens csökkentését vizsgáljuk, illetve valamilyen zajcsökkentési módszer gyakorlati alkalmazásának határfokát lerontja, ha csak egyetlen zajkomponens csökkentését tartjuk szem előtt. Hasonló következtetésre jutottak, gyakorlati tapasztalatok alapján, a konvencionális horizontális stacking módszerrel kapcsolatban Molnár—Rumpler—Sághy—Zsitvay (1969): „a jel/zaj-viszony javítása céljából a szabálytalan háttérzaj csökkentése legalább olyan fontos”, mint a szabályos jellegű zavarok csökkentése.

Levonhatjuk azt a következtetést, hogy egyetlen adatfeldolgozási művelettől sem várhatunk „csodát”, a gondosan tervezett műveletek összessége vezet csak megfelelő eredményekre, illetve a legmodernebb szűrési módszerek alkalmazásának sikeréhez elengedhetetlen az alapos elemzés, az adatok előzetes finomítása (pl. azonos energia, vagy közel azonos spektrum biztosítása), mellyel a szűrő paramétereinek hibáit a lehető legkisebbre csökkentjük.

IRODALOM

- Lindsey, J. P., 1960: Elimination of seismic ghost reflections by means of a linear filter. *Geophysics*, vol. 25, No. 1. p. 130—140.
- Meskó A. — Rádler B., 1968: Modellszámítások alkalmazása a szeizmikus adatfeldolgozás és értelmezés előkészítésében. *Magyar Geofizika IX. kötet*, 3. szám, 152—163 old.
- Meskó A. — Rádler B., 1969: A jel és koherens zaj NMO-jai eloszlásának szerepe többszörös szeizmikus optimumszűrők tervezésében. *Geofizikai Közlemények*, XVIII. kötet, 4. szám, 69—77 old.
- Meskó A. — Szulyovszki I. — Véges I. — Zelei A.: 1970: Ghost paraméterek meghatározásának pontossága. *Magyar Geofizika*, XI. kötet. 2. szám (megjelenőben).
- Molnár K. — Rumpler J. — Sághy Gy. — Zsitvay Sz., 1969: A magyarországi szénhidrogénkutatásban alkalmazott többszörös fedéses eljárás eddigi tapasztalatai. *Magyar Geofizika*, X. kötet, 2—3—4. szám, 43—56 old.
- Robinson, E. A., 1963: Mathematical development of discrete filters for the detection of nuclear blasts. *Jou. Geoph. Res.*, vol. 63, p. 5559—5567.
- Schneider, W. A. — Lerner, L. K. — Burg, J. P. — Backus, M. M., 1964: A new data processing technique for elimination of ghost arrivals on reflection seismograms. *Geophysics*, Vol. 29. No. 5. p. 783—805.
- Schneider, W. A. — Prince, E. R. — Giles, B. F., 1965: A new data processing technique for multiple attenuation exploiting differential normal moveout. *Geophysics*, Vol. 30. No. 3., p. 348—362.

Graviméter állomások telepítésével kapcsolatos vizsgálatok a mintavétel-elmélet alapján

KOVÁCS FERENC

A gravitációs anomáliaterек egyértelmű előállításának követelménye felveti a szabályos hálózatba történő állomástelepítés, valamint az optimális mintavételi távolság megválasztásának szükségességét. A dolgozat szabályos 500 m oldalú négyzethálózattal bemért terület vizsgálatával foglalkozik. A vizsgálat lényege, hogy különböző mintavételi távolságokkal szelvényeket és térképeket állítottunk elő, ahol a kieső mért adatokat számított értékekkel helyettesítettünk. Ennek hatását vizsgáltuk az előállítandó függvényre. A többértelműség problémájának illusztrálására a viszonylag nagy mintavételi távolsággal előállított térképeket különböző argumentumú mintavételezéssel is megszerkesztettük.

Проблема достижения однозначности получаемых аномальных полей при изучении поля силы тяжести вызывает необходимость размещения пунктов наблюдения по равномерной сети и выбора оптимального расстояния между ними. В настоящей работе описываются работы по району работ, заснятому по квадратной сети правильной формы, длинной сторон в 500 м. Исследования были проведены путем построения разрезов и карт при различных расстояниях между пунктами, причем недостающие данные измерения заменялись расчетными величинами и изучалось влияние последних на получаемую функцию. Для иллюстрации проблемы многозначности, карты, полученные при сравнительно больших расстояниях между пунктами были построены для различных выборов.

Die Forderung der eindeutigen Darstellung von gravitationellen Anomalienfeldern bringt die Notwendigkeit mit sich, die Beobachtungstellen an den Punkten eines regelmäßigen Netzes anzulegen und eine optimale Probenentnahme-Distanz auszuwählen. Der Aufsatz beschäftigt sich mit der Untersuchung eines Gebietes, welches mit der Benützung eines Quadratnetzes von 500 m Seitenlänge vermessen wurde.

Im Laufe der Untersuchung wurden Profile und Karten mit verschiedenen Probenentnahme-Distanzen hergestellt, die ausfallenden Messdaten durch errechnete Werte ersetzt und die Wirkung dieses Vorgehens auf die darzustellende Funktion diskutiert. Das Problem der Mehrdeutigkeit wurde dadurch beleuchtet, dass die mit verhältnismässig grosser Probenentnahme-Distanz konstruierten Karten auch mit Benützung von Probenentnahmen mit unterschiedlichen Argumenten dargestellt wurden.

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem 1968. évtől kezdődően végez graviméter méréseket, részben a szeizmikus mérések tervezéséhez, részben a geofizikai kutatás komplexitásának fokozása érdekében.

Főleg ez utóbbi megfontolás alapján került sor a Pér-i kutatási terület szabályos négyzethálózatban történő felmérésére. A mérések tervezéséhez rendelkezésünkre álltak a kutatási területre eső országos másodrendű gravitációs bázis-állomások adatai, valamint a MAELGI 1966-ban végzett áttekintő mérései alapján készült, területünket is magába foglaló Bouguer-izoanomália térkép. Mivel a területen található másodrendű bázisállomások megadott értékeit viszonylag nagy, $\pm 0,1$ mgl körüli eltéréssel tudtuk egymásból reprodukálni, méréseinket a 187-es péri bázisállomáshoz kapcsoltuk. A 187-es bázisállomásból kiindulva a területen 10 állomásból álló harmadrendű bázishálózatot hoztunk létre, amelynek értékeit többszörös észleléssel határoztuk meg. Ezek képezték az alappontjait a terület hálózatos bemérésének. A mérések személyi és tárgyi feltételei a $\Delta g \pm 0,05$ mgl pontossággal történő meghatározását biztosították.

A szabályos hálózatba telepített mérés lényegesen nagyobb mennyiségi és minőségi követelményeket támaszt a geodéziai előkészítő tevékenységgel és a graviméter észleléssel szemben, mint a hagyományos, főleg utak menti

telepítéssel végzett mérés. Ennek ellenértékeként azonos adatsűrűséget és ekvidistans adatokat biztosít a térkép előállításához, lehetővé téve azt, hogy a térkép további átalakítása során a mért értékek kombinálódjanak a szűrő vagy egyéb az átalakításban felhasználandó függvény adataival.

Pontossági követelményeket a teret leíró függvény előállításánál csak a mérési pontokon támaszthatunk, egyéb argumentumoknál csak bizonyos feltételezésekkel élhetünk a függvény értékére vonatkozóan. Az azonban nyilvánvaló, hogy minél nagyobb adatsűrűséggel rendelkezünk, vagyis minél nagyobb a függvényből vett minták egységnyi területre eső halmaza, annál egyszerűbb feltételezésekkel kielégíthető a bizonyos hibahatárok között értelmezett egyértelműség követelménye.

Célszerűnek látszik tehát vizsgálat tárgyává tenni az adatsűrűség, illetve a mintavételi távolság változtatásának hatását az előállítandó függvény egyértelműségére szabályos hálózattal viszonylag rövid mintavételi távolsággal bemért területén.

A szénhidrogén-kutatásban alkalmazott graviméter-mérések elsődleges célja az anomáliateret leíró függvény előállítása. A graviméter-állomások telepítésénél alapvető feladat tehát olyan mérési intervallum (mintavételi távolság) megválasztása, amely a mérendő tér egyértelműségét a mérési hibahatárokon belül biztosítja. Korszerű graviméterek lehetővé teszik a nehézségi erőter század mgl pontossággal történő meghatározását. Hogy a gravimétereink által biztosított pontosságot az anomáliater meghatározásában realizálni tudjuk, a mintavételi távolság megválasztására komoly figyelmet kell fordítani.

Az *OKGT Geofizikai Kutatási Üzem* graviméter-méréseit a jelenlegi kutatási területen 500 m állomásközű szabályos négyzethálózatban telepítette. Az 500 m állomástávolság megválasztásában elsősorban a hagyományos, főleg utak mentén végzett graviméter-mérések állomásainak 500 m-es szelvénymenti távolsága játszott döntő szerepet. A helyes mintavételi távolság megválasztásának alapvető feltétele a mérendő függvény spektrumának ismerete. Általában azonban maga a függvény sem ismeretes. Egy teljesen ismeretlen függvény digitális megadásánál sohasem tudhatjuk, hogy helyes mintavételi távolságot alkalmaztunk-e. Mindezekből helytelen lenne azt a következtetést levonni, hogy mivel a helyes mintavételi távolság meghatározása előre lehetetlen, az ilyenirányú törekvések értelmetlenek.

A probléma megközelítésére az alábbi megfontolásokból lehet kiindulni: a gravitációs anomáliaterек azon tulajdonsága, hogy bizonyos frekvencia-értékeket meghaladó változások amplitúdói elenyészőek, elvben lehetővé teszi véges mintavételi távolsággal meghatározott adatrendszerből olyan függvény előállítását, amely a teret egyértelműen leírja. Helyes a mintavételi távolság akkor, ha az

$$S < \frac{L_f}{2} \quad (I)$$

egyenlőtlenség fennáll, ahol

L_f — a térben még mérhető amplitúdóval rendelkező leghosszabb változás hullámhossza,

S — a mintavételi távolság.

Ha a térben előforduló legrövidebb hullámhossz egyenlő vagy kisebb, mint $2S$, az egyértelműség követelménye nem teljesül. Ez többek között azzal a következménnyel jár, hogy ha a függvényt más argumentumoknál mintavéte-

lezzük, ezek eredményeiből egy másik függvényt kapunk ugyanazon tér leírására.

Ha azonban az említett egyenlőtlenség fennáll, akkor a mintavételezés eredményeit képező számsorozatból a folytonos függvény egyértelműen előállítható.

Digitális adatokból a folytonos függvény előállításához végzendő művelet:

$$g_x = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} g_{ks} \frac{\sin \frac{\pi(x-ks)}{s}}{\frac{\pi(x-ks)}{s}} \quad (II)$$

A g_x , illetve g_y irányában is elvégezve a számítást a g_{ks} és $g_{ks, Ls}$ a mért adatokon átmenő görbét, illetve felületet adnak meg, amelyekben $1/2S$ -nél nagyobb frekvenciák nem szerepelnek. Ha a teret leíró függvényben voltak az $1/2S$ -nél nagyobb frekvenciák, az előállított görbe, illetve felület a térrel nem lehet azonos.

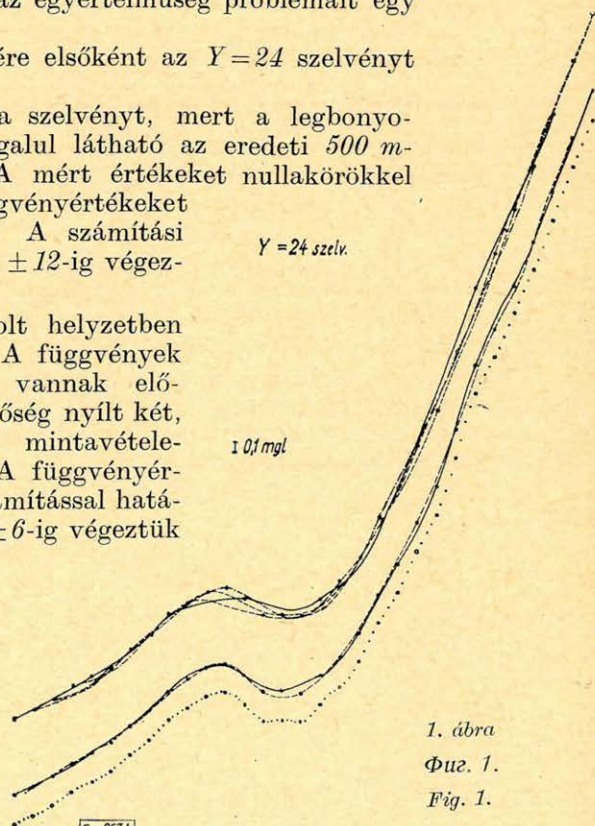
Ezen megfontolások, valamint az a körülmény, hogy rendelkezünk szabályos hálózatba telepített graviméterállomások mérési adatrendszerével, felkínálják a lehetőségét annak, hogy a mintavételezési távolság változtatásának hatását tanulmányozva, különböző mintavételi távolságokkal szelvényeket és térképeket állítsunk elő, amelyeken bemutatjuk a mintavételi távolság változtatásának hatását, valamint az egyértelműség problémáit egy adott kutatási területen.

A probléma érzékeltetésére elsőként az $Y=24$ szelvényt mutatjuk be (1. ábra).

Azért választottuk ezt a szelvényt, mert a legbonyolultabbak egyike. A rajzon legalul látható az eredeti 500 m-enként mért adatrendszer. A mért értékeket nullakörökkel jelöltük, a ponttal jelölt függvényértékeket számítástal határoztuk meg. A számítási műveletet a (II) képlettel, $k = \pm 12$ -ig végeztük el.

Fölötte függőlegesen eltoltt helyzetben ugyanez a szelvény látható. A függvények 1000 m-es mintavételezéssel vannak előállítva. Itt ugyanis már lehetőség nyílt két, különböző argumentumokkal mintavételezett függvény előállítására. A függvényértékek 500 m-kénti értékeit számítással határoztuk meg. Számításnál $k = \pm 6$ -ig végeztük el a műveletet. A két függvény között a legnagyobb eltérés $\pm 0,1$ mgl körüli érték.

Ugyanez a szelvény látható legfelül is, ahol a függvény 2000 m-es mintavételezési távolságokkal készült. Itt már négy



1. ábra
Фиг. 1.
Fig. 1.

különböző argumentumú mintavételezéssel készült függvényt állítottunk elő. Az 500 m-kénti függvényértékek számításához a műveleteket már csak $k = \pm 4$ -ig tudtuk elvégezni. A különböző függvények közötti legnagyobb eltérés $\pm 0,2 \text{ mgl}$ körüli érték.

A függvényértékek számításához a (II) képlet az alábbiak szerint írható fel, az előállítandó függvény bármely, $k \cdot S$ és $(k+1)S$ intervallumának tetszőleges pontjára;

$$g_x = a_1 g_k + a'_1 g_{k+1} + a_2 g_{k-1} + a'_2 g_{k+2} + \dots + a_n g_{-n} + a'_n g_{+n},$$

ahol az: $a_1, a'_1, a_2, a'_2, \dots$

értékek a $\text{sinc } x$ függvény megfelelő értékei; ha például

$$x = k \cdot S + S/4,$$

akkor

$$a_1 = \frac{\sin \frac{\pi}{4}}{\pi/4}; \quad a'_1 = \frac{\sin \frac{3\pi}{4}}{3\pi/4}; \quad a_2 = \frac{\sin \frac{5\pi}{4}}{5\pi/4}, \quad a'_2 = \frac{\sin \frac{7\pi}{4}}{7\pi/4}.$$

A (II) képlet gyakorlati alkalmazásánál a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a $\text{sinc } x$ függvény túlságosan sok periódusát és ennek megfelelő sok mérési adatot kell számításba venni, ha a tér dinamikája viszonylag nagy, mint pl. esetünkben is. Mivel a számításba vonható adatok számát erősen korlátozza az adatrendszer véges kiterjedése, számításainknál a kényszerűségből elhagyott periódusok hatását megkíséreltük egy korrekciótaggal figyelembe venni. Ezt a korrekciós tagot két tényező szorzataként állítottuk elő;

$$R = b \cdot \varrho.$$

ahol

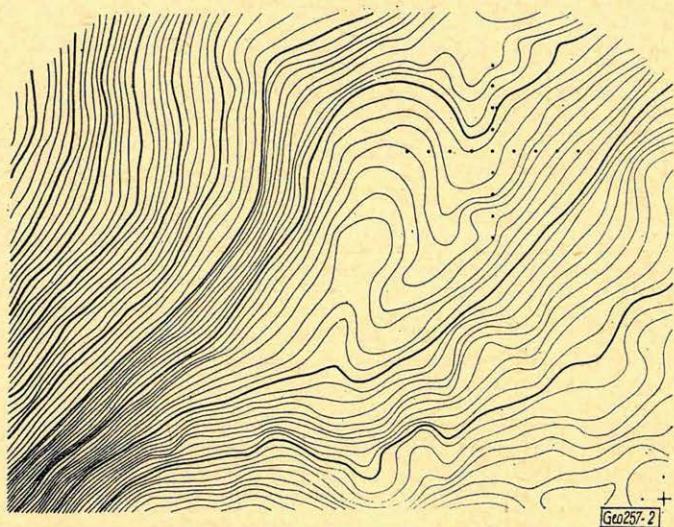
$$b = \frac{g_{-n} + g_{+n}}{2}, \quad \varrho = \left(1 - \sum_{k=-n}^{+n} \frac{\sin \frac{\pi(x - ks)}{s}}{\pi(x - ks)} \right)$$

és g_{+n} a számításba még bevont legtávolabbi mért érték. A korrekciós tag alkalmazása miatt le kellett mondanunk arról, hogy a mért értékeken átmenő „ideális” sima vonalat állítsunk elő. A korrekció alkalmazása miatt az előállított függvényben az $1/2S$ -nél nagyobb frekvenciák is megjelennek. Ezek amplitúdói azonban csak a 2 km -es mintavételezésnél haladják meg a $\pm 0,1 \text{ mgl}$ -t.

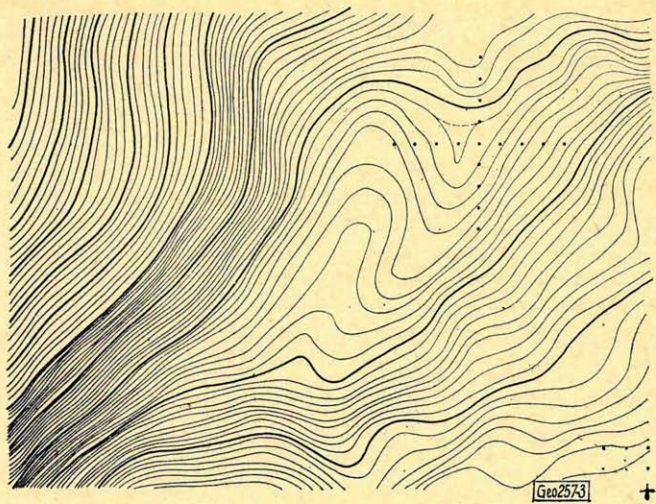
Kétdimenziós esetben a mintavételi távolság változtatását úgy valósítottuk meg, hogy a térképet leíró függvény előállításához adatrendszerünknek csak minden második érték sorát és értékoszlopát vettük figyelembe. Ezáltal az 500 m -esből 1000 m oldalhosszúságú hálózatot állítottunk elő. A 2 km oldalhosszúságú hálózat előállításához csak minden negyedik érték sorát, illetve értékoszlopát vettük figyelembe. Az elhagyott mérési adatokat a fentiek alapján a (II) képlet két egymásutáni alkalmazásával számított értékkel helyettesítettük.

A számítások eredményeit térképeken ábráztuk: 2., 3. és 4. ábra. Az 1. térkép 500 m , a 2. térkép 1000 m , a 3. térkép 2000 m távolsággal mintavételezett adatokból készült. Az izoanomál-vonalak értékköze $0,1$, a térkép jobb alsó részén $0,2 \text{ mgl}$.

A különböző mintavételezéssel készült térképeket összehasonlítva az 500 m állomásközű alaptérképpel a nagyfrekvenciás komponensek eltűnése figyelhető meg. Ki kell azonban hangsúlyozni, hogy az így, tehát a nagyobb mintavételi távolsággal előállított függvény nem azonos azzal, amit az eredetiből az $1/2S$ -nél nagyobb frekvenciák elhagyása után kapnánk. A mérés minden frekvenciára egyformán érzékeny, nem tünteti el az $1/2S$ -nél nagyobb frekvenciákat, hanem azok átranzformálódnak a $(-1/2S, +1/2S)$ tartományba, a spektrum torzul. A torzulás legnagyobb az $1/2S$ körüli tartományban.

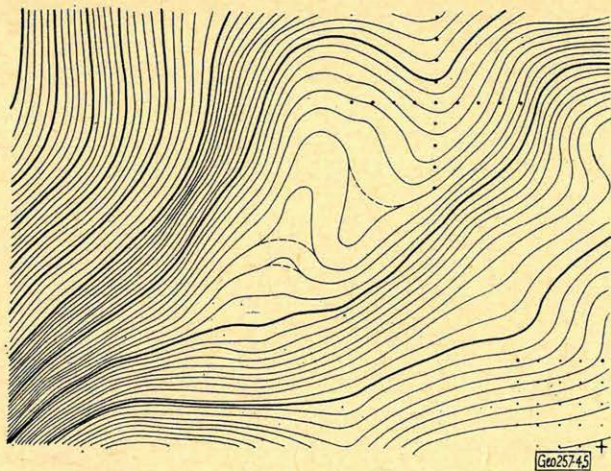


2. ábra
 $\Phi_{uz. 2.}$
 Fig. 2.

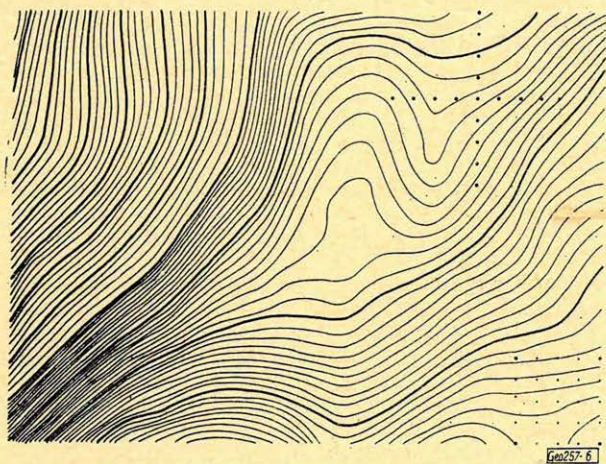


3. ábra
 $\Phi_{uz. 3.}$
 Fig. 3.

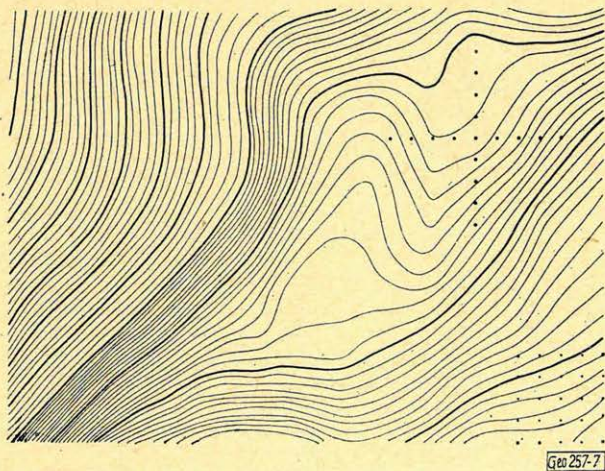
Az egyértelműség problémájának bemutatására különböző argumentumoknál a 2 km-ként mintavételezett függvényeket állítottuk elő. Ezáltal összehasonlíthatók a $(0,0)$, $(2,0)$, $(2,2)$ és $(3,3)$ kezdőpontú mintavételezéssel készült térképek (5., 6., 7., 8. ábrák). Az eltérések jobb összehasonlíthatósága érdekében kereszt-alakban azonosítási pontokat helyeztünk el a térképen.



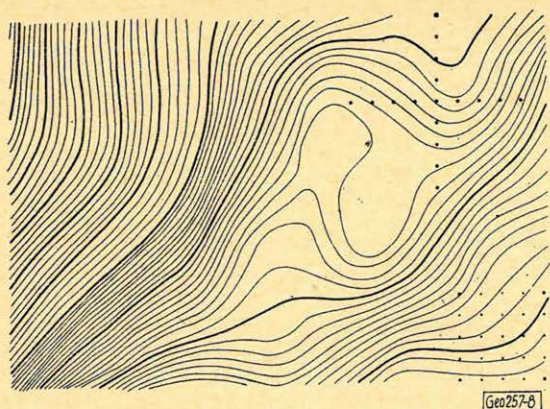
4-5. ábra
 Фиг. 4-5.
 Fig. 4-5.



6. ábra
 Фиг. 6.
 Fig. 6.



7. ábra
 Фиг. 7.
 Fig. 7.



8. ábra
 Фuz. 8.
 Fig. 8.

Így szembeütőbb a térkép közepén látható indikáció helyzetének és alakjának bizonytalansága.

Az 500 és 1000 m-es mintavételi távolsággal készült térképeken látható, hogy az említett indikáció változó amplitúdával és jel-szélességgel ugyan, de követhetően végighúzódik a térképen. Ez a jelenség a 2 km-es mintavételezéssel készült térképeken nem tapasztalható. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy a jelzélesség csökkenése következtében a jel domináns

frekvenciája nagyobb lesz, mint a 2 km-es mintavételezéssel meghatározott alap harmonikus frekvenciája, ami ebben az esetben $0,25 \text{ c}/\text{km}$.

Végül, néhány szempont a gazdaságosság kérdésével kapcsolatban.

Nyilvánvaló, hogy meghatározott nagyságú terület beméréséhez nagyobb mintavételi távolsággal kevesebb állomás telepítése szükséges, mint ugyanazon terület kisebb állomásközü beméréséhez. A mintavételi távolság növelésének pontossági követelmények, csökkentésének pedig gazdaságossági megfontolások szabnak határt. Ha megnézzük a szóban forgó területen a mért állomások mennyiségének alakulását 500, 1000 és 2000 m-es mintavételi távolságoknál, a következő számadatokat kapjuk.

A terület 2 km állomásközü beméréséhez mindössze 48, 1 km állomásközü beméréséhez 192, és 500 m állomásközü beméréséhez már 768 állomás telepítése, illetve bemérése szükséges. A mintavételi távolság felére, illetve negyedére való csökkentése négyszer, illetve tizenhatszor annyi állomás bemérését teszi szükségessé. A befektetett geodéziai munka mennyiségének növekedése azonban csak kétfő, illetve négyszeres vonalmenti kitűzés és szintezés esetén.

Összefoglalva az elmondottakat, megállapítható, hogy a mérési pontosság fokozásának csak akkor van értelme, ha a mintavételezési távolság megfelelő.

A megfelelő mintavételezési távolság viszont, főleg bonyolult széles-spektrumú függvények esetében nagyszámú állomás telepítését követeli meg. Ezért a pontossági követelmények előírásánál és a mérések tervezésénél nem hagyhatók figyelmen kívül a gazdaságossági szempontok sem.

IRODALOM

- (1) Darby, E. K.: Davies E. B.: The analysis and design of two dimensional filters for two dimensional data. Geophysical Prosp. 3. 1967.
- (2) K. Jung: Schwerkraftverfahren in der angewandten Geophysik, Leipzig, 1961. Ak. Verl.
- (3) Meskó A.: Szűrő-elmélet alkalmazása a gravitációs interpretációban. Magyar Geofizika, VIII. 1. 1966.
- (4) Meskó A.: Gravity interpretation and information theory I—II—III. Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis De Rolando Eötvös Nominatae. Tom. IX—X—XI. Bp. 1966., 1967., 1968.
- (5) Zurfluch, E. G.: Applications of two dimensional linear wavelength filtering, Geophysics, XXXII. 6. 1967.

Geoelektromos kádmodellezés

I. rész

Tellurikus mérések

LANTOS MIKLÓS - ZIMÁNYI ISTVÁN

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemben készült egy geoelektromos modellező berendezés. A több cikkből álló sorozat első része ismerteteli a forgó tellurikus áramteret létrehozó berendezést, a mérőrendszert, meghatározza a modell érvényességi határait. Egy kétdimenziós szerkezet izoarea-szelvénye mellett egy háromdimenziós szerkezetéről készített izoarea- és az ellipszisek nagytengely-irányának térképét is bemutatja.

В предприятии геофизической разведки Треста нефтяной и газовой промышленности была изготовлена установка для моделирования задач электроразведки.

В первой части серии занимающихся этой работой статей описываются установка, создающая вращающееся поле теллурических токов и система измерения, определяются пределы достоверности модели. Наряду с разрезом изоарей, построенным для двумерной модели, приводится карта изоарей и направлений больших осей эллипсов для трехмерной структуры.

Im Geophysikalischen Forschungsbetrieb des Landes Erdöl und Erdgastrusts hat man eine geoelektrische Modelliereinrichtung verfertigt. Der erste Teil der aus mehreren Artikeln bestehenden Reihe gibt die das rotierende tellurische Strömungsfeld erzeugende Einrichtung und die Messmethode bekannt, bestimmt die Gültigkeitsgrenzen des Modells. Nebst dem Isoarea-Profil einer zweidimensionalen Struktur führt er auch die Isoarea-Karte einer dreidimensionalen Struktur, sowie jene der Grossachsen-Richtungen der Ellipsen vor.

Bevezetés

A geoelektromos módszereket széles körben alkalmazzák, elsősorban gyorsaságuk és alacsony költségeik miatt. Az értelmezésben azonban elég sok a bizonytalanság és a feltételezés, mert még egyszerű földtani kép esetén is igen nehézkes az áramtér matematikai leírása, a bonyolultabb esetekben pedig többnyire lehetetlen. Ezért kezdettől fogva kicsinyített modelleken végzett mérések eredményeire támaszkodtak; ismeretes, hogy az első modellmérést Conrad Schlumberger végezte 1911-ben. Jelenleg alig van a világon olyan geoelektromos méréseket végző cég, amely ne foglalkozna lehetőségeihez képest egyszerűbb vagy összetettebb modellmérésekkel.

A Geofizikai Kutatási Üzemben a geoelektromos mérések megindulása után nem sokkal kiderült, hogy a tellurikus mérésektől megkívánt részletes kutatáshoz az értelmezés rendelkezésére álló irodalmi adatok és matematikai módszerek nem elegendők. Ezért határozta el az Üzem vezetősége, hogy egy modellező berendezést kell készíteni. A modellező berendezésnek a kőolaj-kutatásban alkalmazott geoelektromos módszerek (tellurika, fajlagos ellenállás mérés) problémáit kell megoldani, célja a matematikailag nehezen vagy egyáltalán nem tárgyalható szerkezetek vizsgálata.

A modellező berendezés tervezése

Első pillanatban látszott, hogy a modellmérések csak akkor használhatók, ha nagymennyiségű mérés elvégzésére alkalmas mérőberendezést sikerül létrehozni, melynek mérési hibája nem haladja meg a 3-4%-ot. Az elsődleges cél

egy kétréteges modell készítése volt, ahol egy homogén, viszonylag jól vezető közeg települ a szigetelő aljzatra.

Az áramtér létrehozására több lehetőség adódott. Elvileg lehetséges egyen-áram használata, de azt a mérőelektródákon fellépő zavaró polarizációs feszültségek miatt elvetettük. Maradt tehát a váltóáramú tér és ezzel felvetődik, hogy milyen alakú és frekvenciájú áramot alkalmazzunk. A könnyebb kezelhetőség miatt szinuszos váltóáram mellett döntöttünk. A frekvenciatartomány felső határát főleg a skin-effektus határozza meg, alsó határára pedig az alacsony frekvenciáknál fokozottabban jelentkező polarizációs feszültségek adnak megszorítást. Emellett el kellett kerülni, hogy a mérési frekvencia valamilyen felharmonikusa legyen a hálózati 50 Hz -nek. A később ismertető elektronikus egységek karakterisztikáit figyelembe véve, legjobbnak a 88 Hz bizonyult. Ennek behatolási mélysége valamivel nagyobb, mint 100 m , így az átlagosan 20 cm -es vízmélység több nagyságrenddel az S intervallumon belül van. A modell tehát egyenáramú modellnek felel meg.

Meg kellett vizsgálni azt is, hogy a modellünkben levő homogén egyen-áramú tér, azaz a sztatikus modell mennyire egyezik a tellurikus térrel, ahol is az elsődleges teret merőlegesen beeső homogén, monoharmonikus síkhullámnak fogják fel. Bërgyicsevszkij kimutatta [1], hogy a két modell nem minden esetben ad azonos eredményt, pl. a felszínig kiékelődő aljzat esetén a sztatikus elmélet hibás eredményre vezet. Eltekintve az ilyen kiékelődésektől, a sztatikus modellek jól megközelítik a hullámmodellt és így a levont következtetések helytállóak; egyes extrém esetekben azonban a sztatikus modell hibája 10% -nál is nagyobb lehet, ezt az eredmények kvantitatív vizsgálatánál figyelembe kell venni. Ezt egy síkhullámgerjesztésű modell építésével lehetne kiküszöbölni, ami azonban nem egyszerű feladat [2].

A modellezés alapfeltevése, hogy a végtelen kiterjedésű homogén térben levő szerkezet hatását mérjük. Valójában a végtelenség nem teljesülhet, mert a modellkád falai véges teret definiálnak. Ha valamilyen nagyellenállású testet helyezünk a homogén kádba, az áram ezt fölötte és mellette is megkerüli. Nagyméretű ható esetében az oldalirányú áramsűrűsödést igen erősen befolyásolja a ható és a kád fala közötti távolság.

Ha a kád fala valóban a végtelenben lenne, egy olyan áramsűrűségeloszlást kapnánk, amelynél az áramsűrűség a hatótól valamilyen r_0 -nál nagyobb távolságra 0 lenne (vagy egy tetszőlegesen megválasztott értéknél kisebb).

Ha a kád fala ennél az r_0 értéknél közelebb van a hatóhoz, az áramsűrűség eloszlása megváltozik és ez a változás csak a kád falának, azaz a véges kiterjedésnek tulajdonítható. Az áramsűrűség-eloszlás természetesen a teljes vízmélységre vonatkozik. Ez a tény definiálja a mérni kívánt hatók nagyságát; csak olyan szerkezetekkel szabad dolgozni, amelyekre található a kádon belül egy olyan zárt felület, amely mentén az áramsűrűség megegyezik az alaptér (vagyis az üres kád homogén terének) áramsűrűségével. Ez másképpen úgy is megfogalmazható, hogy a kád keresztmetszetéhez viszonyítva elhanyagolhatóan kis keresztmetszetű szerkezetek vizsgálhatók csak pontosan.

Amennyiben ez nem valósítható meg a kád aránylag kis mérete miatt, a szerkezetet úgy kell beállítani, hogy az áramsűrűség-eloszlás torzulása, amelyet a kád fala okozott, a kád falaival párhuzamos irányban egyenlő legyen, azaz a szerkezet keresztmetszetének és a kád keresztmetszetének hányadosa mindkét irányban ugyanakkora legyen. Ilyen esetekben az eredmények valamekkora hibával terhelték lesznek ugyan, de az egész kádban

egyformán, így a vizsgált szerkezet kvalitatív eredményei pontosak, a kvantitatív eredmények pedig a szerkezet nagyságától függő hibával kaphatók csak meg. A méréseink folyamán ez utóbbi megoldást választottuk, az ebből eredő állandó hiba néhány százalék.

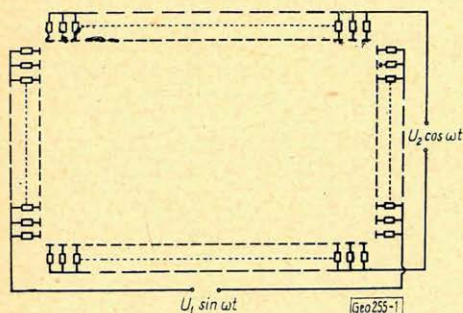
Pontos modellező berendezések építését a 40-es évek közepén a CGG-nél kezdték el és az 50-es évek elején fejezték be, R. Utzman vezetésével [3], [4], [5]. Az NDK-ban K. Richter ezt a berendezést módosította, egyes részeit tovább fejlesztette [6]. Magyarországon Ádám Antal végezte az első jelentős modellmérést [7], [8].

R. Utzman igen precíz berendezést épített; ez a legapróbb részletekben is kiváló modell mind a mai napig a legjobbak közé tartozik. Utzman nem forgótérrel dolgozott, a tellurikus a , b , c , d együtthatókat mérte [9], [10]. Ahogy a tellurikus módszerben előretörtek az ún. „abszolút ellipszis”-eljárások, a modellek is tükrözték ezt. Kurt Richter 1961-ben leírt egy olyan berendezést, amely forgó áramtérrel működik, és közvetlenül az abszolút ellipszist adja meg. A forgótérrel úgy állította elő, hogy a kád két-két, egymásra merőleges elektródapár-sorozatára egymáshoz 90° fázistolású szinuszos feszültséget kapcsolt; a feszültség helyes megválasztásával biztosítható, hogy a kádban az áram-sűrűség homogén legyen.

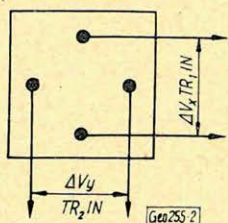
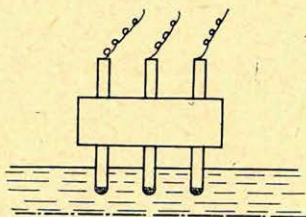
A berendezés ismertetése

Az Üzemünkben elkészült modellkád a két különböző elven működő berendezés előnyeit alkalmazta együtt, ez azonban a részletekben nagyobb változásokat jelentett.

A rendelkezésünkre álló 200×120 cm alapterületű, 100 cm magas betonkád falait és fenekét poliészterrel és epoxigyantával vontuk be, ezzel sikerült biztosítani a gyakorlatilag végtelen ellenállást és a kád fenekének vízszintes-ségét. A kád kapacitását azonban az aránylag vékony szigetelőréteg miatt



1. ábra Φ uz. 1. Fig. 1.



2. ábra

Φ uz. 2.

Fig. 2.

nem sikerült kb. 100 nF alá szorítani, ez eleve meghatározta, hogy csak alacsony hangfrekvencia alkalmazható, ahol a részkapacitások söntölő hatása nem túl nagy.

A tápelektrodák a kád belső falaira szerelt 4 cm széles, egymástól 4 cm távolságban levő függőleges vörösréz lemezek, amelyeket 2 Kohm-os, 2 W-os ellenállásokon keresztül kötöttünk a generátorra (1. ábra). Ezzel elértük,

hogy az elektrolit változásától függetlenül a terhelés gyakorlatilag állandó, a szomszédos lemezek közötti 4 *Kohm* ellenállás pedig nagy az elektrolit ellenállásához képest, így elkerültük azt, hogy a lemezeken keresztül rövidzár keletkezzen. A lemezekről 10–15 cm-re a tér már homogén. A tápelektrodák ilyen elrendezését *Utzman* alkalmazta először, de nem forgótérre. Forgótér esetén ez a kapcsolat nem elegendő, néhány segédelektroda és számos, az elektrodák közé helyezett kiegyenlítő potenciométer szükséges ahhoz, hogy a kád homogén legyen. Ezzel a megoldással elértük, hogy az elektrolit felszínén kijelölhető egy 160×100 cm-es terület, amelyen belül az áramsűrűség $\pm 2\%$ -ra homogén.

Az elektrolit *KCl* oldat, fajlagos ellenállása kb. 5 *Ohmm*. A tápáramforrások közös alaposzcillátorról meghajtott teljesítményvégfokozatok, melyek szimmetrikus kimenő-transzformátorokon keresztül dolgoznak az elektrolitból és a védőellenállásokból álló külső terhelésekre. Az egyik végfokozat közvetlenül kapja a jelet az oszcillátorról, a másik egy RC fázistoló elemen keresztül. A 90° -os fázistolás $1-2^\circ$ pontossággal beállítható és jól stabilizálható [11]. A kimenőtranszformátorok földszimmetrikusak, így az elektrolit kb. 70 *ohm*-on keresztül közel földpotenciálra van, ami lehetővé teszi, hogy a zavaró feszültségek szintje kicsi legyen.

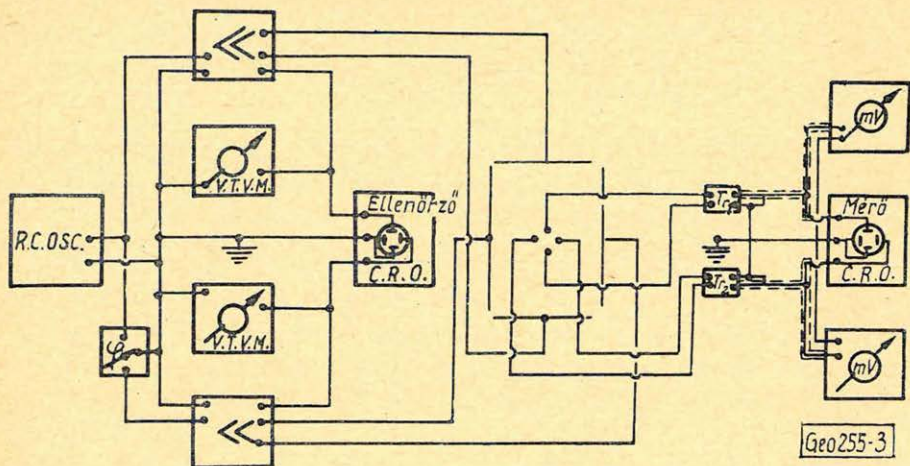
A két kimenőjel illesztőtranszformátorokon keresztül egy ellenőrző oszcilloszkópra kerül, amelyen a jelamplitúdók és fázisviszonyok ellenőrizhetők. A jelek nagysága két kalibrált csővoltmérővel külön is ellenőrizhető. A kimenőtranszformátorokról egyenként kb. 5 *W* teljesítmény vehető le 3% -os harmonikus torzításon belül; de általában elég az $1-2$ *W*, és akkor a harmonikus torzítás 2% -nál kisebb.

A mérőelektrodákat tartó kocsirendszer futódaruja a kád két hosszabbik oldalfalára erősített sínen gördül. A futódarun gördül az elektrodát tartó befogószerkezet, a kád rövidebb oldalával párhuzamos irányban. Mindkét irányú kocsis indexszel és mm beosztású skálával van ellátva, a szonda így a kád tetszőleges pontjára állítható. A tartó sínek $\pm 0,1$ mm-re szintezettek, a befogó szerkezet finom menetű csavarral szabályozható, így az elektrodák szintezési hibája a kád egész területén kisebb, mint $\pm 0,2$ mm.

A kocsirendszer le van földelve; az elektrolittól, a táp- és mérőkörtől gondosan el van szigetelve.

A mérőelektrodák teflonlapra szerelt platina rudak, amelyek hossza 1 cm, átmérője 2,5 mm, a végük félgömbölyűre van kiképezve. Az elektrodák tefloncsőben vannak úgy, hogy csak a félgömb-részük látszik ki (2. ábra). A félgömb középpontja az elektrolit felszínétől számítva 5 mm mélyen van, az elektrolit felszíne csak a tefloncsővel érintkezik. Két, egymásra merőleges elektrodapár van, az elektrodátávolság 2 cm. Az elektrodákat azért készítettük platinából, mert minden más anyagnál (még réz, ezüst, ródiium esetén is) zavaró elektrokémiai folyamatok lépnek fel. A teflonra nemcsak kitűnő szigetelőképesége miatt van szükség, hanem zsír- és víztaszító tulajdonsága miatt is. Így elkerültük, hogy a felületi feszültség jelensége megzavarja az elektroda körüli potenciáletteret, míg az elektroda lesüllyesztése az esetleges szintváltozásokból adódó átmeneti ellenállás-változást zárja ki.

A két elektrodapárról levett jel illesztőtranszformátorokon keresztül egy nagyérzékenységgű alacsonyfrekvenciás oszcilloszkóp megfelelő bemenetére kerül. Az illesztőtranszformátor primer oldala az elektrodák átmeneti ellenállásának és a köztük levő elektrolit ellenállásának eredőjével van terhelve,



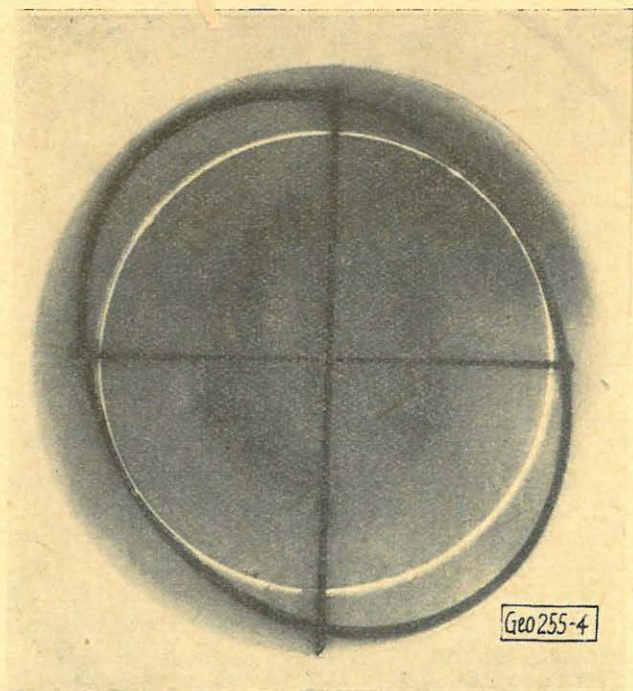
3. ábra Фиг. 3. Fig. 3.

az alkalmazott 88 Hz-es frekvencián a terhelés és a transzformátor primer oldalának impedanciája megegyezik. A szekunder oldal hasonlóan teljesítményre van illesztve egy oszcilloszkóp és két millivoltmérő felé. Az elektródaszállító kocsin elhelyezett illesztőtranszformátor kétszeresen árnyékolt, a szekunder oldal egyik vége földelt. A jel a transzformátorról árnyékolt kábelen át jut az oszcilloszkópra.

Az oszcilloszkóppal párhuzamosan kötött két millivoltmérőn a kád falaival párhuzamos x , illetve y komponens nagysága olvasható le. A kád homogenitása ezzel a mérőrendszerrel könnyen beállítható, a feltétel az, hogy az oszcilloszkópon minden mérési pontban 90° fázistolás legyen indikálható (kör jelenjen meg), amelynek nagysága állandó – ez a millivoltmérőkkel ellenőrizhető pontosan.

A fent ismertetett mérőrendszerhez még a vertikális elektromos komponens mérésére szolgáló szonda és mérőkör tartozik.

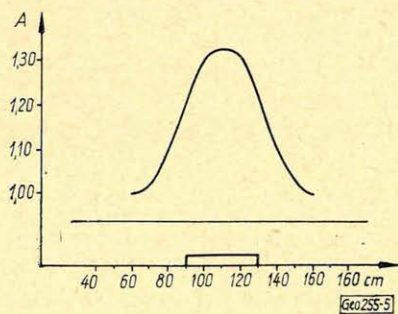
A berendezés blokk-sémája a 3. ábrán látható.



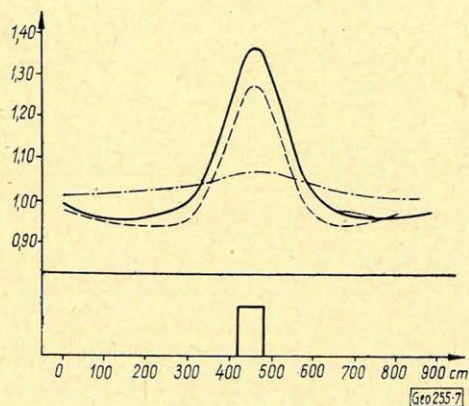
4. ábra Фиг. 4. Fig. 4.

A mérőoszilloszkópon tehát megjelenik a mérési pont abszolút ellipszise (4. ábra). Az ellipszist az oszcilloszkóp ernyőjére bevetített koordinátarendszerrel együtt lefényképezzük. A koordináta-tengelyekkel párhuzamos szelvénymérés esetén meggyorsul a mérés, mert csak a millivoltmérőket kell leolvasni.

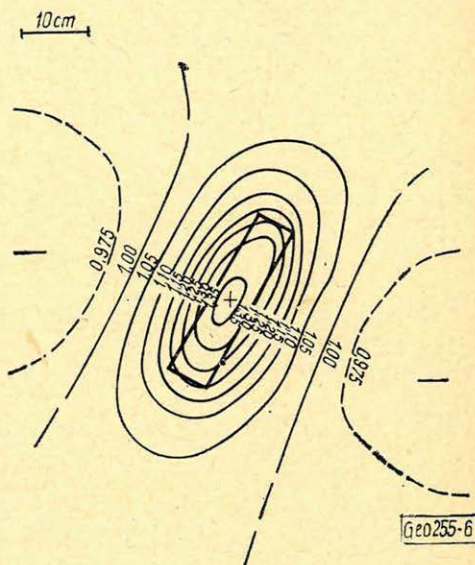
A mérés menete a következő. Az elektrolittal feltöltött kádat homogénné kell tenni, majd a plexiből készült modell behelyezése után meg kell határozni azt a részt, ahol a tér homogén maradt, ezen a részen van a normáláshoz szükséges báziskör.



5. ábra Фиг. 5. Fig. 5.



7. ábra Фиг. 7. Fig. 7.



6. ábra Фиг. 6. Fig. 6.

A fényképezéshez közönséges, 24×36 mm-es kisfilmet használunk. Minden tekercs elején rögzítjük a báziskört. A mérés gyors, egy tekercs film (36 felvétel) exponálása kb. fél órát vesz igénybe. A kiértékelés abból áll, hogy a kivetített báziskör sugarát, az egyes mérési pontokon kapott ellipszisek nagytengelyeinek irányát és mindkét tengely nagyságát egy e célra készített kiolvasóval meghatározzuk. Az adatokból kiszámíthatjuk a báziskörre normált *area*-értékeket. A kiolvasás egy tekercs filmre kb. fél órát vesz igénybe.

Néhány szóban említést kell tennünk a mérési hibákról is. A hálózati tápáram ingadozását a közös, stabilizált áramforrás alkalmazásával küszöböltük ki, a műszereket a mérés előtt másfél órával bekapcsoltuk, a mérőszoba hőmérsékletét és páratartalmát egy mérőszorozat ideje alatt közelítőleg állandó szinten tartottuk. Az esetleg fellépő kisebb áramingadozásokat azonnal korri-

gáltuk. Az ellenőrző- és mérőoszilloszkópot a mérések előtt fázisra gondosan összehitelesítettük és mérés közben ellenőriztük. Az elektrolitot minden mérés előtt felkevertük. Mindezekkel elértük, hogy a mérési hibák kb. a mérőoszilloszkóp ernyőjén megjelenő ellipszis vonalvastagságával azonos nagyságúak, azaz kb. $\pm 1\%$ -osak. Ehhez még hozzájárul a kád inhomogenitásának és a kiolvasásnak a hibája. A térképen ábrázolt értékek szerint az eredő közép-hiba $\pm 2\%$ alatt van. Ez a hiba a statisztikus, véletlen hiba és nem tartalmazza a sztatikus tér és az árambeszorulás okozta esetleges szisztematikus hibákat, amelyekről az előzőekben szoltunk.

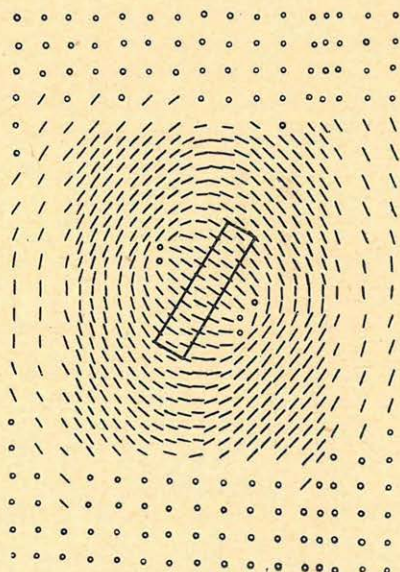
Mérési eredmények

A berendezéssel sok, különböző alakú és nagyságú, kétdimenziós, vagy jó közelítéssel annak tekinthető szerkezet terét mértük meg. Példaképpen bemutatjuk az 5. ábrát, amelyen egy vertikális oldalfalakkal határolt szerkezet *area* szelvénye látható. Az elektrolit teljes mélysége 25 cm, a ható fölött 18,7 cm, a két mélység hányadosa jól egyezik az *area* értékkel (1,338, illetve 1,324).

A háromdimenziós szerkezetek fölött végzett mérésekre is bemutatunk egy példát. A szerkezet merőleges oldalfalakkal határolt kb. $26 \times 12 \times 6$ cm-es szigetelő tömb. A méréseket 2,5 cm ponttávolságú négyzetrácsnál mentén végeztük, a mérési terület szélén a távolságot 5 cm-re növeltük, mert a változások már kicsik voltak. Az árambeszorulás okozta szisztematikus hiba kb. 4–5%, ezt az adatok kvantitatív értelmezésénél nem szabad figyelmen kívül hagyni. A szerkezet izoarea térképe a 6. ábrán található. Ezzel kapcsolatban két tényre szeretnénk felhívni a figyelmet. Az egyik az, hogy az elektrolit mélységviszonyai alapján az *area*-értéknek 2,5-et kellene elérni, ezzel szemben a maximális mért érték 1,36. Ez az eltérés rávilágít arra, hogy a mechanikusan alkalmazott mélységszámítás kis kiterjedésű szerkezeteknél komoly hibákat adhat. A másik az a már Utzman által kimutatott tény, hogy a szerkezet-től bizonyos távolságra látszólagos minimum jelentkezik.

A szerkezet közepén átmenő dőlésirányú szelvényt a 7. ábrán látjuk, ahol a folytonos vonal az izoarea térképről levett *area*-értékeket, a szaggatott pedig az ellipszis dőlésirányú komponensének értékeit ábrázolja, természetesen mindkettőt normálva. A két görbe azonosan mutatja a minimumzónát, a kiemelkedésnél az *area*-értékek nagyobbak, mint a dőlésirányú komponens, a legnagyobb eltérés kb. 7%. Az ábra szerint tehát a legnagyobb

10 cm



Geo 255-8

8. ábra Φ_{uz} . 8. Fig. 8.

változást az area-értékben kapjuk. Ennek oka kézenfekvő, ugyanis az ábrán eredményvonallal ábrázolt csapásirányú komponens is változik, az izoarea pedig a dőlés és csapásirányú változásokat együttesen tartalmazza.

Ugyanezen szerkezet fölött mért ellipszisek nagytengelyirányaiból szerkesztett térképet a 8. ábrán mutatjuk be. Az ábrán a kis körök azokat a pontokat jelölik, amelyek az ellipszis kis és nagy tengelyeinek eltérése 3%-nál kisebb, ezeknél a nagytengely iránya nem határozható meg. Az ábrából pontosan átható, hogy a szerkezet körül az ellipszisek körbeforognak; és csak a szerkezet-hez közel kapunk dőlésirányú ellipsziseket. Azon a részen, ahol a tengely-irányok hirtelen megváltoznak, az excentricitás lecsökken, néhány ponton kört kapunk. Megállapíthatjuk az ábrából azt is, hogy a nagytengelyek iránya általánosságban se nem dőlésirányú, se nem csapásirányú.

Ezekén kívül az excentricitás $\left(\varepsilon = \frac{a}{b}\right)$, a nagytengely valamint a kistengely nagyságáról készítettünk térképeket. Ezek lefutása az *izoareához* hasonló, de az értékek változása annál kisebb, 10–20%-os, szemben az *izoarea* 36%-os változásával.

Összefoglalás

1. Megállapíthatjuk, hogy az elkészített modellberendezés alkalmas tellurikus modellek értelmezésére; a kvantitatív vizsgálatoknál azonban figyelembe kell venni a hullámmodellektől való eltérést és az „árambeszorulás” hatását. A berendezéssel háromdimenziós szerkezetek is jól és viszonylag gyorsan tanulmányozhatók.

2. Az areaérték és a szerkezet alakja, valamint mélysége közötti összefüggést további vizsgálat alá kell vetni, mert a terepi méréseknél jelenleg alkalmazott mélységszámítási eljárások nem minden esetben adnak a valósághoz közelálló értéket. Ezt a vizsgálatot megkezdtük és a szerkezet alakjának meghatározására vonatkozó kísérletek eredményei biztatóak.

3. Az abszolút ellipszisek nagytengely-irányait körültekintően kell értelmezni. Ehhez is további vizsgálatokra van szükség, elsősorban bonyolult szerkezetek fölött kell méréseket végezni.

IRODALOM

- [1] *Bergyicsevszkij, M. N.*: Magnyitotelluriceszkoje polje v gorizontavno-nyeodnorodnih szredah. Prikladnaja Geofizika, no. 31. p. 136–164., 1961.
- [2] *Brjunelli, B. Je. et. al.*: Modelirovanyije nyeodnorodnűj szred v polje ploszkoj elektromagnitnoj volnűh. Vsesz. Konf. po Elektromag. Zondirovanyiju i Magnyito-Tellur. Metodam Razved. Leningrad, 1961., Materialű, Leningrad, p. 111–117., 1963.
- [3] *Beaufort, L.*: Etude des champs telluriques en baignoire. Note CGG tellurique no. 44. 1944.
- [4] *Boissonnas, E.*: Note sur les mesures en baignoire. Note CGG tellurique no. 74. 1946.
- [5] *Utzman, R.*: Prospection électrique et tellurique. Etudes sur modèles réduits. Bull. de l'AFTP. no. 107, 1954.
- [6] *Richter, K.*: Interpretation tellurischer Messungen durch Modellversuche. Freiburger Forschungshefte C 112, 1961.
- [7] *Ádám A.*: Földiárammodell. Geof. Köz. X. évf. 1–4. sz. 13–26 old. 1962.
- [8] *Ádám, A.*: Über Erdstrommodellversuche. Freiburger Forschungshefte C. 100 Geophysik, p. 7–20. 1961.
- [9] *Utzman, R. – Favre, B.*: Influence de la non-cylindricité des structures sur le champ tellurique. Revue de l'IFP. no. 2. p. 135–144, 1957.
- [10] *Utzman, R.*: Die Anwendung von Modellen in der elektrischen Prospektion. Freiburger Forschungshefte C. 60. Geophysik p. 86–101. 1959.
- [11] *Magyari, B.*: Oszcilloszkópia. Budapest, 1964

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Я. Румплер – Дь. Шаги – Б. Вандор – Я. Тот – С. Житваи:</i> О состоянии сейсмо-разведочных работ с аналоговой магнитной записью сигналов в Венгрии . . .	2
<i>И. Цегледи:</i> Условия и возможности применения ЭЦВМ в промышленной геофизике	14
<i>А. Эркел:</i> Новые аппаратуры и новые методы в электроразведке	19
<i>И. Барани:</i> Некоторые вопросы применения метода вычитания поля в электроразведке	28
<i>Г. Л. Сабо:</i> Альфа-спектрометр для лабораторного изучения образцов горных пород малой активности	35
<i>И. Барани – И. Элек – Дь. Герешу:</i> Комплексная аэро-радиометрическая и -магнитометрическая съемка в Венгрии	41
<i>Б. Вебер:</i> Замечание к работе Барани – Элек – Герешу	52
<i>Э. Хоффер:</i> Замечание к работе Барани – Элек – Герешу	56
<i>А. Мешко – Б. Радлер:</i> Статистический анализ эффективности цифровых фильтров, применяемых при обработке сейсмических данных	59
<i>Ф. Ковач:</i> Исследование проблемы размещения гравиметрических пунктов наблюдений по теории выборки	66
<i>И. Зимани – М. Лантош:</i> Моделирование задач электроразведки в электролитической ванне	
Часть I. Измерения по методу теллурических токов	72
Новости в обществе Венгерских Геофизиков	1., 40., 52
Обсуждение книги и обзор журналов	13., 81

INHALTSVERZEICHNIS

<i>J. Rumpler – Gy. Sághy – J. Tóth – B. Vándor – Sz. Zsitvay:</i> Die Lage der analog-seismischen Erkundung in Ungarn	2
<i>I. Czeglédi:</i> Anwendungsbedingungen und Möglichkeiten der digitalen elektronischen Rechenanlagen in der Tiefbohrgeophysik	14
<i>A. Erkel:</i> Primäre Tiefentransformation der Potentialkarte im Falle von ρ_∞ – Unterlage	19
<i>J. Baranyi:</i> Einige Fragen der Anwendungsmöglichkeiten der geoelektrischen Methode der Feld-Subtrahierung	28
<i>G. L. Szabó:</i> Zur Laboratoriumsuntersuchung von Proben kleiner Aktivität mit Hilfe von Alfa-Spektrometern	35
<i>I. Baranyi – I. Elek – Gy. Géresi:</i> Komplexe luftgammaspектromетрише und luftmagnetische Messungen in Ungarn	41
<i>B. Weber:</i> Beitrag zum Aufsatz von Baranyi – Elek – Géresi „Kombinierte luftradiometrische und aeromagnetische Messungen in Ungarn“	52
<i>E. Hoffer:</i> Beitrag zum Aufsatz von Baranyi – Elek – Géresi „Kombinierte luftradiometrische und aeromagnetische Messungen in Ungarn	56
<i>A. Meskó – R. Rádlér:</i> Statistische Untersuchung der Effektivität von Filtern, die bei der Bearbeitung seismischer Daten angewendet werden	59
<i>F. Kovács:</i> Untersuchungen in Zusammenhang mit der Anlegung von Gravimeterstationen auf Grund der Probentnahme-Theorie	66
<i>M. Lantos – I. Zimányi:</i> Geoelektrisches Wannenmodellieren I. Teil: Tellurische Messungen	73
Rezensionen und Presseschauen	13., 81
Nachrichten der Gesellschaft	1., 40., 58

Könyvismertetés

Szénás György: „*A Kárpát-Medence kifejlődése és szerkezete*” (Razvitie i sztroenie Karpatszkogo Basszeina; The Evolution and Structure of the Carpathian Basin; – orosz és angol nyelven). A M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet külön kiadványa a Kárpát-Balkán Asszociáció 1969. évi budapesti IX. ülése alkalmából.

Mivel Szénás Györgynek a Kárpát-Medencével foglalkozó legújabb tanulmánya – közvetlen aktualitásának megfelelően – orosz és angol nyelven jelent meg, rövid magyar nyelvű ismertetés, tudományos jelentősége mellett ez külön is indokolja.

Ebben a tanulmányában a szerző főleg azokat az adatokat ismerteti, amelyeket a geofizikai kutatások a Kárpát-Medence tektonikájára vonatkozóan nyújtanak. Ezekre az adatokra támaszkodva igyekezik megvilágítani a Kárpát-Medence sajátos vonásainak természetét és mélyebb okait. Az egyes geofizikai módszerekkel mostanáig nyert ismeretek sorravételével kialakított modelljének lényegesebb vonásai:

1. Vékony földkéreg a medencében és legalábbis normális kéregvastagságú keret, vagyis a kéreg aljának zárt boltozódása.

2. Rendkívül erős vulkáni tevékenység, valószínűleg a kéreg aljáról, ami az izosztikus kompenzációra való törekvést magyarázza.

3. A preausztriai medencealjzat, illetve a Conrad-felület ellenkorrelációja a Moho-felülettel. Mindez a medence izosztikus jellegű süllyedésére mutat.

4. A Gutenberg-féle kis-sebességű övnek megfelelő, elektromosan jól vezető csatornának az óceánoknál és lánchegységi öveknél tapasztalattal egyező magasabb elhelyezkedése.

5. A Kárpát-Medence geotermikus anomáliájával kapcsolatos eddigi konduktív nagy-szerkezeti értelmezést kérdésessé tevő intenzív, a felszálló vizek létrehozta konvektív hőátadás.

6. A Moho-felület kettős volta a Kárpát-Medence területén, a szeizmikus mérések tanúsága szerint, fázisátmenettel vagy termális rétegződéssel kapcsolatosan.

A tanulmány főbb konklúziói:

1. A Kárpát-Medence nem az Alpok folytatódása.

2. Nem igazi intramontán egység, hanem két független hegláncot – az alpi-dinári láncot és a fiatalabb Kárpátokat (flis) – választ el.

3. Nem a medence területére eső valamilyen „köztes tömeg” vezérelte a Kárpátok kialakulási folyamatait, hanem a medence kialakítását vezérelték a Kárpátok, illetve a köpeny aktív folyamatai.

4. A Kárpát-Medence nem sorolható be a geotektonikai osztályozás egyik egységébe sem, s ezért a szerző külön tektonikai jelölést is javasol, a preausztriai, illetve posztausztriai képződmények elkülönítésével.

A szerző megemlíti modelljének két „gyenge pontját” is. Egyik a külső flis-öv hiánya a Déli-Kárpátokban; ennek mindjárt egy elfogadható lehetséges magyarázatát is nyújtja. A másik a kéregből „hiányzó” kb. 500 000 km³ tömeg még nyitott kérdése.

Lendvai Károly

LAPSZEMLE

A „Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz” 3 (103.) évf. 3. szám 1970 márciusi számának geofizikai szempontból érdekes cikkei:

Tűlnyomásos szintek kimutatása geofizikai szelvényekből (65–70. oldal)

Jesch Aladár:

A cikk vizsgálja a rétegnyomás hatását a fizikai paraméterekre normális és annál nagyobb nyomásgradiens esetére, miután előbb ismertette az előforduló fogalmakat. Bemutatja a pórnyomás változása és egyes közetparaméterek változása közötti kapcsolatokat, majd tárgyalja azokat az eljárásokat és módszereket, amelyek segítségével mélyfúrási geofizikai szelvények útján lehetségesé válik a pórnyomás kvalitatív, esetenként kvantitatív meghatározása a túlnyomásos szintekben. A szereplő fizikai paraméterek a következők: folyadékartalom és hidrogén-ionkoncentráció (neutron-módszerek), fajlagos ellenállás, illetve vezetőképesség (ellenállás- és indukciós-mérések), hangterjedési sebesség a kőzetekben (akusztikus mérések), a kőzet sűrűsége (gamma – gamma mérés).

Németh András: *A magyar olajpolitika 1938-tól a felszabadulásig*

A cikk ismerteti a magyar kőolajszakemberek fáradozásait, amelyeket az 1938-tól 1945-ig terjedő időben a németek részéről egyre erősebben érvényesülő termelésfokozási követelményekkel és a német kényszertermeltetési módszerek bevezetésével szemben a magyar kőolajkincs megmentése érdekében sikeresen folytattak.