

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 ismerteti 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.

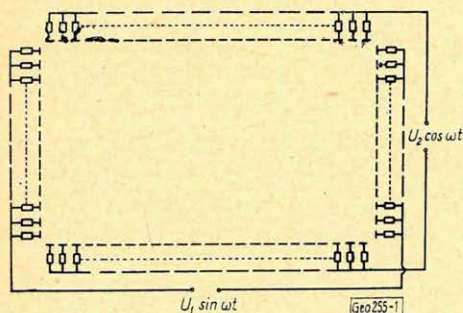
Pontos modellező berendezések építését a 40-es évek közepén a CGG-nél kezdték el és az 50-es évek elején fejezték be, R. Utzman vezetésével [3], [4], [5]. Az NDK-ban K. Richter ezt a berendezést módosította, egyes részeit tovább fejlesztette [6]. Magyarországon Ádám Antal végezte az első jelentős modellmérést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

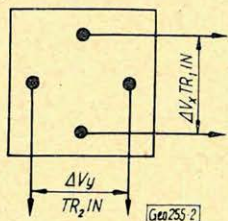
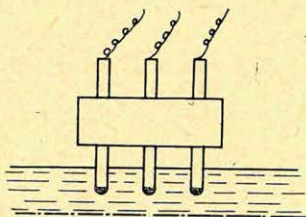
A berendezés ismertetése

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 sőtölő 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 keletkezzék. 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.

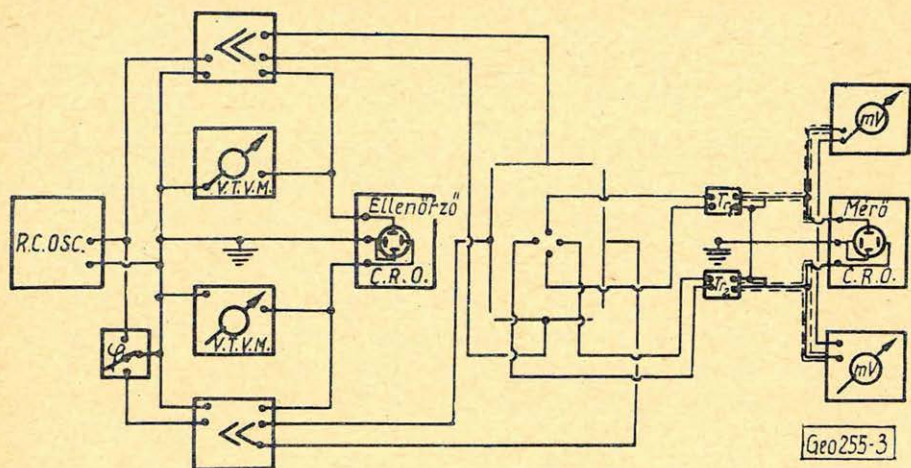
A két kimenőjel illesztőtranszformátorokon keresztül egy ellenőrző oszcilloszkópra kerül, amelyen a jelamplitúdók és fázisviszonyok ellenőrizhetők. A jelek nagysága két kalibrált csővoltmérővel külön is ellenőrizhető. A kimenőtranszformátorokról egyenként kb. 5 *W* teljesítmény vehető le 3% -os harmonikus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

A mérőelektrodákat tartó kocsirendszer futódarujja 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 nagyérzékenységű alacsonyfrekvenciás oszcilloszkóp megfelelő bemenetére kerül. Az illesztőtranszformátor primer oldala az elektrodák átmeneti ellenállásának és a köztük levő elektrolit ellenállásának eredőjével van terhelve,



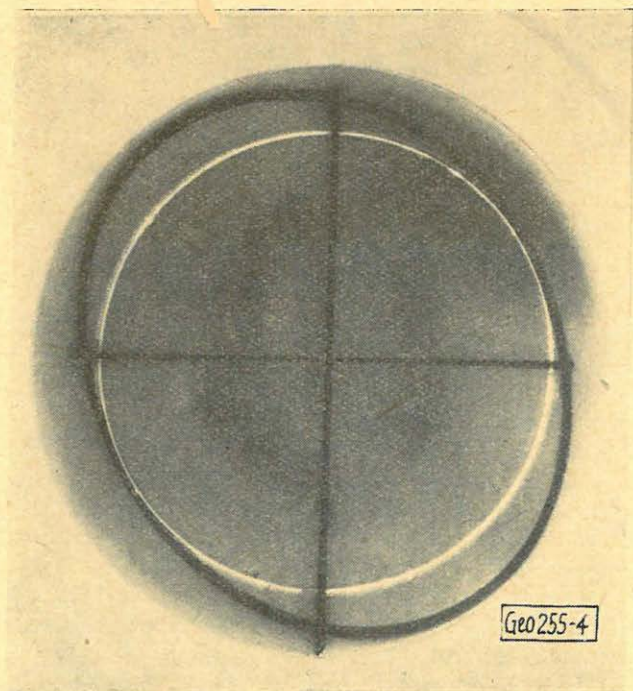
3. ábra Фиг. 3. Fig. 3.

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.

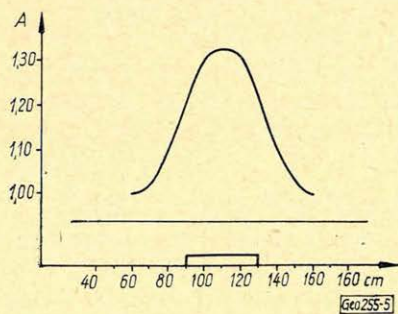
A berendezés blokk-sémája a 3. ábrán látható.



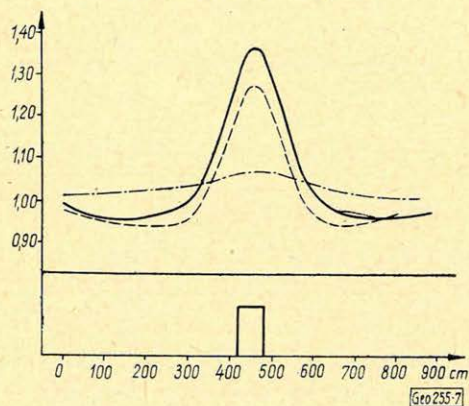
4. ábra Фиг. 4. Fig. 4.

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.

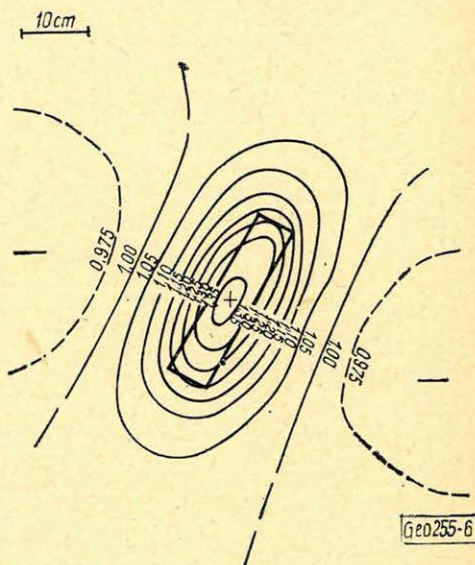
A mérés menete a következő. Az elektrolittal feltöltött kádat homogéné kell tenni, majd a plexiből készült modell behelyezése után meg kell határozni azt a részt, ahol a tér homogén maradt, ezen a részen van a normáláshoz szükséges báziskör.



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 szövegtünk.

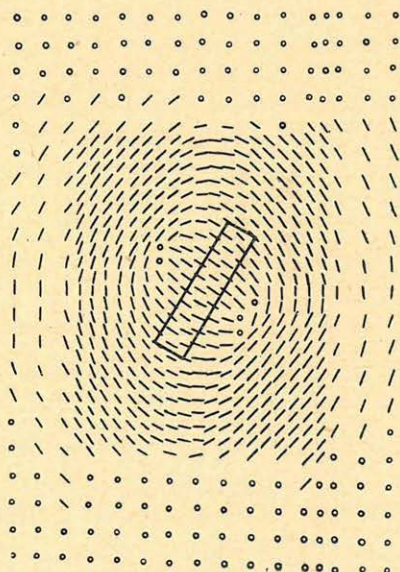
Mérési eredmények

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 *Φuz. 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.

Ugyenezen 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 tengelyirányok 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.

Ezeket 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 g_∞ — 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. Rádler:</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