

MAGYAR

# Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1963. IV. ÉVFOLYAM 3—4. SZÁM

# MAGYAR GEOFIZIKA

## a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

IV. évfolyam

3—4. szám

### Szerkesztőség

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

### Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

### Szerkesztő bizottság

BENCZE PÁL  
CZEGLÉDI ISTVÁN  
Dr. RENNER JÁNOS

### Szerkesztő

ELFER ANTALNÉ

### Felelős kiadó

SOLT SÁNDOR

### TARTALOMJEGYZÉK

<i>Gravitációs munkaközösség: Modern szempontok a gravitációs mérésekben, műszerekben és feldolgozásban, különös tekintettel a hazai helyzetre</i> .....	97
Az European Association of Exploration Geophysicists 24. meeting-je .....	112
<i>Dr. Haáz István: Földmágneses kutatásaink néhány eredménye, eljárásaink fejlődése és további feladataink</i> ....	113
<i>Renner János: Sigmund Hammer: Deep gravity interpretation by stripping. Geophysics XXVIII. 3. June 1963. p. 369—378</i> .....	121
<i>Péter Ferenc: A Brnói Vásár geofizikus szemmel</i> .....	122
<i>Komáromi István: Gyakorlati földmágneses kutatásaink újabb műszerei</i> .....	123
<i>Stegena Alajos: Könyvismertetés: „Krystalnikum”</i> ...	128
<i>Szemerédy Pál: Az atomfizikai magnetométerekről</i> .....	129
A III. Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztivál ...	134
<i>Szeizmikus munkaközösség: A magyar szeizmikus kutatás helyzete és feladatai</i> .....	135
<i>Salamon Batur: A szcintillációs mérés geofizikai alkalmazásai. I. Egyszerű lyukműszer problémái</i> .....	143
Rövid beszámoló a Bécsi Nemzetközi Vásárról .....	156
<i>Tihanyi László: Természetes gamma spektrumok</i> .....	157
<i>Scheffer Viktor: A magyar kőolajbányászat 25 éves jubileuma</i> .....	165
<i>Nemesi László: A tellurikus mérések kiértékeléséről</i> .....	167
<i>Wallner Ákos: A Nagycenk melletti obszervatórium földmágneses feldolgozási módszerei és az eredmények összehasonlítása a tellurikus adatokkal</i> .....	177
<i>Márcz Ferenc: Elektromos karakterszámok és a földi elektromágneses tér</i> .....	187
<i>Holló Lajos: A 27 napos visszatérési hajlamon belüli periodicitások vizsgálata a tellurikus változások különböző frekvencia-osztályaiban és a nap-fizikai adatokban</i> .....	194
A Magyar Geofizikusok Egyesületének közleménye az egyesületi könyvtár használatáról .....	203

### MAGYAR GEOFIZIKA

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest V., Bajcsy Zsilinszky út 22. Telefon : 113—450.

Felelős kiadó: Solt Sándor

Ez a folyóirat az MSZ szerint 700 példányban készült  
Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE  
63.3861. Állami Nyomda, Budapest

# Modern szempontok a gravitációs mérésekben, műszerekben és feldolgozásban, különös tekintettel a hazai helyzetre\*

Összeállította: Gravitációs Munkaközösség\*\*

A tanulmány összefoglalja a gravitációs kutatások korszerű problémáit mind az általános, mind az alkalmazott geofizika területén és röviden érinti a gravitációs alap kutatások időszerű feladatait is. Kiemeli a magyarországi gravitációs kutatások különleges feladatait. A mérések feldolgozásával kapcsolatban a nagy teljesítményű számítógépek igénybevételének lehetőségeit tárgyalja. Megvizsgálja a gravitációs felmérés jelenlegi helyzetét magyarországi és világviszonylatban. Végül rámutat a gravitációs műszerfejlesztés feladataira.

В работе дается сводка о современных проблемах гравитационных исследований как в области общей, так и прикладной геофизики и коротко излагаются актуальные задачи научно-исследовательских работ, связанных с изучением поля силы тяжести. Подчеркиваются особенности задач гравитационных исследований в Венгрии. В связи с обработкой получаемых материалов рассматриваются возможности применения высокопроизводительных счетно-решающих машин. Обсуждается вопрос о гравиметрической изученности территории страны. В заключении отмечаются задачи, стоящие перед гравиметрическим приборостроением.

Die Abhandlung fasst die zeitgemässen Probleme der Schwereforschungen zusammen, sowohl auf dem Gebiete der allgemeinen, als auch der angewandten Geophysik und weist auch auf die Aufgaben der grundlegenden Gravitationsforschungen hin. Es werden die besonderen Aufgaben der Schwereforschungen in Ungarn hervorgehoben. Im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Messergebnisse wird die Möglichkeit der Anwendung der elektronischen Rechenapparate erörtert. Es wird der jetzige Stand der Schweregemessungen sowohl in Ungarn, als auch in der ganzen Welt behandelt. Zuletzt wird die Frage der weiteren Entwicklung der Schweremessapparate besprochen.

A gravitációra vonatkozó mai komplex előadás rövid áttekintést kíván nyújtani a gravitációs kutatások és kutatási eredmények jelenlegi állásáról, azokról a problémákról, amelyek a jövőben megoldásra várnak. E kérdés-komplexum keretében kívánatos röviden érinteni a kapcsolatos elvi fizikai kérdéseket is, melyek szoros értelemben véve nem geofizikai problémák, bár szoros kapcsolatban vannak azokkal.

Komplex előadásunk négy főrésze tagolódik:

- I. gravitációs alap kutatások, beleértve az időbeli változásokat;
- II. a nehézségi erőtér és a kéregkutatások, mérési eljárások és feldolgozási módszerek;
- III. gravitációs felmérés világviszonylatban és hazánkban;
- IV. gravitációs műszerfejlesztés.

\* Magyar Geofizikusok Egyesületében 1963. április 25-én megtartott előadás.

\*\* A munkaközösség tagjai: dr. Barta György, dr. Facsnay László, dr. Oszlaczky Szilárd, Pintér Anna, dr. Renner János, dr. Szénásné Aczél Etelka, Szilárd József és Tóth Géza.

A nehézségi gyorsulás abszolút mérése régi problémája a geofizikának és a geodéziának. Hazánkban a múlt század végén Gruber Lajos végzett ilyen méréseket. Jól ismertek századunk első évtizedében Kühnen és Furtwängler mérései Potsdamban. E mérések eredménye szolgál ma is az ún. potsdami rendszer alapjául. Azóta különböző országokban végeztek abszolút méréseket részben reverziós ingával, részben ejtési kísérletekkel. Az újabb relatív összekötő mérések azt sejtetik, hogy az 1906. évi potsdami abszolút meghatározás értéke kb. 10–12 mgallal nagyobb az utóbbi időben különböző helyeken történt abszolút mérésekből levezetett értéknél. Ezzel a kérdéssel a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió is foglalkozott, de eddig nem találta eléggé megalapozottnak a potsdami rendszer abszolút alapértékének módosítását.

A tömegvonzási együththató kísérleti meghatározása a 18. század végére nyúlik vissza. Egy évszázaddal később Eötvös Lóránd dolgozott ki igen érzékeny dinamikus eljárást e fontos fizikai mennyiség mérésére. Azóta több kutató foglalkozott ezzel a kérdéssel, de mérésük pontossága alig haladta meg Eötvös méréseinek pontosságát. Kívánatos a tömegvonzási együththató újabb korszerű mérése, amit Magyarországon tervbe is vettünk.

A tömegvonzási együththatót eddig állandó fizikai mennyiségnek tekintették. Kb. két évtizeddel ezelőtt Dirac állított fel egy hipotézist, amelynek értelmében a tömegvonzási együththató geológiai mértékkel kifejezett időben lassan csökken. Gilbert ezt a feltevést összhangba hozta a relativitás elméletével s ilyen módon a fizikai szemlélet számára elfogadhatóvá tette. A Dirac–Gilbert-féle hipotézist Egyed László és Stegena Lajos a Föld kialakulására vonatkozó elmélet megalapozásában használta fel.

Elvi szempontból igen fontos a tömegvonzás és a tehetetlenség arányosságának kérdése, más szóval a tömegvonzás függetlensége az anyagi minőségtől. Az erre vonatkozó kísérleti vizsgálatok Newtonig nyúlnak vissza. Bessel is vizsgálta a különböző anyagú ingák lengésidejét. Eötvös behatóan foglalkozott ezzel a kérdéssel a múlt század végén és a jelen század első évtizedében. Igen pontos méréseinek eredményeképpen az anyagi minőségtől való függetlenséget 1/200 000 000 pontossággal mutatta ki. E munkájával, munkatársaival Pekár Dezsővel és Fekete Jenővel együtt, 1908-ban a göttingeni egyetem Be-  
necke-pályadíját nyerte el. A mérések pontosságát a 30-as években végzett mérésekben egy nagyságrenddel sikerült fokozni. Utóbbi években Dicke amerikai kutató a mérés pontosságát korszerű berendezéssel még tovább fokozta.

A gravitációs kutatásoknak nagy jelentősége van a Föld alakjának meghatározásában. A Föld alakját, a geoidot, mint a nehézségi erőterületét definiálják. Az erre vonatkozó vizsgálatok kiindulópontja Stokes-nak több mint egy évszázaddal ezelőtt megállapított képlete, amely összefüggést állapít meg a nehézségi anomáliák és a geoid undulációi között. A geoidfelület finom részleteinek meghatározására az Eötvös-inga mérésekből származó görbületi adatok is felhasználhatók s erre Magyarországon történtek is vizsgálatok.

A Föld alakjának meghatározásához az asztrogeodéziai mérések is hozzátartoznak. E mérésekből a függővonalelhajlások összetevői adódnak, azokból pedig közvetlenül kiszámíthatók a geoidundulációk. A nehézség abban áll, hogy a csillagászati mérések a szélesség és hosszúság meghatározása céljából meglehetősen bonyolultak és hosszadalmasak, s ezért általában kevés ponton szokták ezeket a méréseket végrehajtani. Mindenesetre jó ellenőrzésül szolgál-

nak a Stokes-képlet alapján kiszámított geoidundulációk számára. A kérdés további megoldása, tehát a földalak meghatározási pontosságának növelése, megkívánja az egész Földre lehetőleg egyenletesen kiterjedő nehézségi mérések elvégzését, valamint az asztrogeodéziai mérési hálózat kiterjesztését és sűrítését.

A Föld alakjának meghatározásához fontos adatokat szolgáltatnak a műholdak megfigyelt pályaelemei. Különösen a lapultság értékére kaphatunk ilyen módon megbízható adatokat. A kapcsolat a nehézségi erőter és a műhold pályája között kézenfekvő, mivel a műhold mozgását az induló sebesség irányán és nagyságán kívül, elsősorban a nehézségi erőter határozza meg.

A mesterséges holdak pályájának megfigyelésénél a legfontosabb adatot a csomópontok, vagyis a műholdpálya és az egyenlítő metszéspontjának eltolódása szolgáltatja. A csomópont eltolódásából kiszámíthatók a nehézségi potenciál gömbfüggvényes sorfejtésében előforduló ún. tömegfüggvények s ezek közül is a legfontosabb, a másodfokú tömegfüggvény, amely a Föld lapultságával áll szoros kapcsolatban. Ilyen módon többen is meghatározták a lapultságot. A nyert adatok a Krasszovszkij-féle ellipszoid lapultságához állanak a legközelebb.

## II. A LUNISZOLÁRIS GRAVITÁCIÓS VÁLTOZÁS

Ismeretes, hogy a Nap és Hold és esetleg egyéb bolygók is, mint pl. a Jupiter — távolsága a Földtől, valamint relatív helyzetük periodikusan változik. Ez a változás a Földön a nehézségierő periodikus ingadozásait okozza, amelyek lefolyása mind amplitudó, mind pedig fázisváltozás tekintetében eléggé bonyolult. Az ingadozás százalékosan nem nagy, hatása mégis feltűnő és az emberiség életébe mélyen belenyúló következményekben nyilvánul meg: gondoljunk csak a tengeri ár-apály jelenségre. Az ár-apály hatása a szilárd Földnél is érvényesül, de a következmények a víztől nagyban eltérő merevségi és rugalmassági adottságoknak megfelelően, másként alakulnak. Hogy a létrejövő változó feszültségek, rugalmas deformációk, hullámok komolyan számbaveendő tényezőt jelentenek Földünk szerkezeti viszonyainak tanulmányozásánál, azt a kutatók már régen sejtették. Az erre vonatkozó elméleti meggondolások mellett már a múlt században szerkesztettek műszereket az igen finom jelenség mérésére: így megszületett a horizontális inga (Hengler—Zöllner), amely a függővonal század-másodpercnyi elmozdulásainak regisztrálására alkalmas.

Gyakorlati igények ilyen irányban akkor merültek fel, amikor a nyersanyagkutató graviméteres felvételek pontossága annyira megnövekedett, hogy a század- vagy tizedmilligalokat kitevő luniszoláris hatás figyelembevétele vált szükségessé. A mérések ráirányították a figyelmet arra — az egyébként elméletileg már megvizsgált — kérdésre, hogy hogyan reagál a Föld szilárd kérge, valamint belseje az ár-apályt keltő erőkre s a jelenségek méréséből milyen következtetések vonhatók le a Föld belső szerkezetét illetően.

Hatalmas lökést jelentett a fejlődés számára ebben az irányban a Nemzetközi Geofizikai Év, amikor is az egész Földet átfogó mérő-kutató hálózat létesült a földár-apálymérések végzésére és az UGGI kebelében állandó bizottság (Comission des Marées Terrestres) alakult ilyen mérések és kutatások szervezésére.

A földár-apály adatok a földrengési megfigyelésekhez hasonló helyet töltenek be a földszerkezeti kutatásoknál. Ez a körülmény már önmagában is indokolja az egész Földre kiterjedő állandó földár-apálymérő állomáshálózat

létesítését és működésben tartását. Ezen túlmenően azonban közvetlen gyakorlati alkalmazási lehetőségek is adódnak regionális és lokális szerkezeti és tektonikai jelenségek megfigyelésével és tanulmányozásával kapcsolatban. A horizontális ingák, mint dőlésmérők alkalmazása részletvizsgálatokat tesz lehetővé – mint arra pl. Tomaschek vizsgálatai jó példát mutattak – a helyi kéregszerkezetre, a rétegek mozgására, dőlésük változásaira, ezeknek pl. az időjárási változásokkal, küszöbön álló földrengéseket megelőző feszültség felhalmozódásokkal, távoli földrengésekkel együtt járó kéregdőlés-változásokkal kapcsolatban. Ezek a szempontok nemcsak a világméretű jelenségek megfigyelésére alkalmas nemzetközi hálózat létesítését és fenntartását ajánlják, hanem helyi megfigyeléseket és esetleg kisebb helyi hálózaton végzett szimultán méréseket is. Érdekes és esetleg gyakorlatilag nagyfontosságú feladat lehet a nagyrobbantásokkal (atomrobbantásokkal) kapcsolatban fellépő gravitációs hullámzások megfigyelése, amelyekről legújabban indiai geofizikusok adtak hírt és amiből az ilyen robbantások detektálási módszere fejlődhetik ki.

### *A nehézségi erőtér szekuláris változása*

Dr. Barta Györgynek a földmágneses tér excentricitására és szekuláris változására vonatkozó vizsgálatai, valamint a Föld háromtengelyűségére vonatkozó geodéziai adatok arra a feltevésre vezettek, hogy a Föld belsejében nagyméretű tömegexcentricitás lehetséges. A Föld belső magjának excentricitását és excentricitásának időbeli változását feltételezve szükségszerűen a gravitációs tér szekuláris változásának gondolatához jutunk.

A közelmúltban végzett számítások szerint a gravitációs tér nagyságának és irányának változása nagyságrendileg lehetségesnek látszik.

A gravitációs tér változásának igazolására megfelelő pontosságú régebbi adatok nem állnak rendelkezésünkre. A kérdés további vizsgálata szempontjából igen fontos a hatás kimutatására törekedni annál is inkább, mert méréseinket jelenleg már nagypontosságú graviméterekkel végezhetnénk. Az 1962 szeptemberi párisi kongresszus egy határozati javaslatot fogadott el. Ennek értelmében 3 nagypontosságú É – D irányú kalibrációs vonalat kell létesíteni és ezeket az egyenlítőnél és a vonalak végeinél K – Ny irányban graviméterrel össze kell kötni. A szekuláris változás kimutatása tehát lehetségessé válhat, ha ezeket az összekötő vonalakat kb. 10 – 15 év múlva újramérjük. Magyarországi viszonylatban célszerűnek látszik a Gravitációs Osztály 1963. évi tervjavaslatában részletesen leírt K – Ny irányú alapvonalak létesítése.

### *Mérési eljárások és feldolgozási módszerek*

A gravitációs módszerek felhasználása a szénhidrogénkutatásban az Eöt-vös-inga mérésekkel indult meg, és folytatódik a korszerű graviméterekkel. Bár a gravitációs mérések túlnyomóan ma is a szénhidrogén-kutatás szolgálatában állanak, de emellett a gravitációs módszer eredményesen alkalmazható más hasznos ásványi kincseket rejtő földtani szerkezetek kutatására is. Ilyen feladatok megoldására igen hasznosak a kis állomásokkal végzett mikromérések, amiket némely esetben már mi is alkalmaztunk; de a módszer kifejlesztése érdekében még további tapasztalatokra van szükség.

A kutatási feladatok sokrétűsége és a mindinkább előtérbe került gazdaságosság kérdése miatt a szokásos mérési és kiértékelési eljárások már nem vol-

tak kielégítőek. A Föld alakjának meghatározását célzó vizsgálatok, más oldalon pedig a földtani szerkezetek részleteinek kimutatására szolgáló mérések követelményeinek megfelelő műszerek új típusai jelentek meg. Ha figyelemmel kísérjük az elmúlt évek gravitációs irodalmát, tapasztalhatjuk, hogy a mérések kiértékelési eljárásairól már-már szinte áttekinthetetlen anyag áll rendelkezésre. Ebből a körülményből is a gravitációs mérési tevékenység nagymértékű megélénkülését állapíthatjuk meg.

Ha az utóbbi esztendőben kialakult mérési és kiértékelési eljárások mai helyzetét áttekintjük és azt keressük, hogy milyen irányban kell fejleszteni a gravitációs mérések hatékonyságát, akkor elsősorban a nyersanyagkutatás területén felmerülő problémákat, valamint a gravitációs regionális téreloszlás és a kéregszerkezet közötti kapcsolatokat kell vizsgálnunk.

A gravitációs mérési eljárások közül az Eötvös-inga a gradiens és görbületi értékeket adja meg, a graviméterekkel mérhető nehézségkülönbségből pedig a Bouguer vagy más feldolgozás szerinti anomáliák származnak. A gyorsan végrehajtható graviméter mérések mellett az Eötvös-inga továbbra is hatékony eszköze a gravimetriának. Speciális feladatok megoldása esetén, amikor gravitációs intenzitásbeli különbségekből szerkezeti finomságokra nem lehet következtetni, a gradiensek változásai még jól mérhetők. Így elsősorban törése szerkezetek kimutatására gondolunk.

A graviméterek pontossága századmilligal vagy néhány mikrogal, tehát nagyságrenddel jobb, mint amit az elvi okokból alkalmazandó korrekció számbavételével biztosítani lehet. Ezért törekedni kell arra, hogy a korrekciókat a mérési feladatnak megfelelően finomítsuk. A graviméter mérések kiértékelésénél problematikus a Bouguer korrekcióban szereplő átlagsűrűség és a vonatkozó szint megválasztása. Az átlagsűrűség megválasztására, illetve a változó sűrűség helyről helyre való meghatározására több eljárás ismeretes. A Bouguer korrekció számítása a felszíni kőzetek alapján meghatározott sűrűségeknek figyelembevételével nem járható út. A mérésekből visszaszámított változó sűrűség alkalmazása sem mindig vezet megbízható Bouguer anomáliákhoz. Így alkalmasabbnak látszik azonos átlagsűrűség használata nagyobb területen is, különösen kis tagoltságú terepen. A kérdést azonban nem tekinthetjük lezártnak: a változó sűrűségű Bouguer anomáliák számítására további tanulmányok lennének kívánatosak. Új módszernek ígérkezik a lokális gravitációs anomáliák és a topográfia közötti korreláció minimalizálása a legkisebb négyzetek elve alapján. Mivel a potenciál magasabb deriváltjaiban nemcsak az elfedett szerkezeti részletek emelkednek ki, hanem a Bouguer anomáliák esetleges hibái is, előfordulhat az, hogy a helytelenül választott sűrűségértékek miatt olyan lokális anomáliák jönnek elő, amelyek nem a helyi szerkezetnek, hanem a felszíni topográfia hullámzásának felelnek meg. A sűrűség megválasztásának, esetleg helyről helyre való változtatásának problémáját könnyíti a vonatkozási szint alkalmas eltolása, vagy az ún. segédfelületre való redukálás. A lyukgraviméteres sűrűség meghatározására még nem támaszkodhatunk, ezért az eddig ismert módszerek helyes alkalmazási lehetőségeit kell kutatni, ill. továbbfejleszteni.

Az említett korrelációs módszer alkalmasnak látszik arra, hogy a nagyteljesítményű számológépek segítségével a különböző sűrűséggel variált Bouguer anomáliákat kielégítő módon és gyorsan számolhassuk. A gépesítés kérdéséről a későbbiekben még szólnunk.

A topografikus korrekció számításánál főként a hosszadalmas kiolvasási

munka csökkentése a cél. Munkatársaink saját kezdeményezéséből vizsgálták ezt a kérdést is és a gyakorlatban máris jelentős időmegtakarítást érnek el a távolabbi, kis hatást adó zónákra előre elkészített izoredukciós értékekkel. Az újabb szakismertetések hasonló egyszerűsítésről számolnak be.

A pontos mérési anyag és gondosan számolt Bouguer anomália-térkép az egyik fontos előfeltétele a gravitációs méréseken alapuló további analízisnek és földtani értelmezésnek.

A lokális szerkezeteket jelző anomáliák elkülönítésére különböző módszerek ismeretesek. Az egyik gyakran alkalmazott eljárás a Bouguer anomáliák szétválasztása egy regionális és egy lokális részre. A regionális tér meghatározásának egyik új módszere másodfokú vagy harmadfokú polinommal közelíti meg a regionális menetet. Ennek számítása aránylag gyors, ha a mérési terület beilleszthető egy olyan koordináta-rendszerbe, amelyre a polinom koefficienseinek számításához szükséges inverzmatrix értékek előre adottak. A lokális anomáliák számítása azonban hosszadalmas művelet, ezért e módszer elektronikus gépi számítására már megtettük az előkészületeket.

A regionális tér meghatározása alapján véve formális eljárás. Nem biztos, hogy létező regionális ható hatását tükrözi. Ezért a maradék anomáliák is inkább kvalitatív jellegűek. Természetesen más módszerek egybevetése, eléggé ismert földtani felépítés mellett megállapítható az is, hogy a maradék anomáliák milyen mértékben használhatók a lokális szerkezetek mélységének, kiterjedésének kiszámítására. Ilyen esetben hozzávetőleges mélységmeghatározás is lehetséges.

Eddig keveset foglalkoztunk az ilyen módszerek felhasználásával. Újabban néhány földtanilag jól ismert területen kísérleti számítást végeztünk, biztató eredménnyel. Javasoljuk ennek a kiértékelésnek további vizsgálatát, különböző alakzatokra, földtanilag ismert területeken. A szakfolyóiratok ui. sokat foglalkoznak újabb és újabb gyors módszerek elvi ismertetésével, de kevés gyakorlati példát közölnek.

A gravitációs méréseknek természetesen nem lehet célja mindenáron pontos mélységmeghatározásokra törekedni, a módszerek átgondolt alkalmazása azonban a további kutatásokhoz értékes adatokat szolgáltatathat. Ha tekintetbe vesszük a mérés olcsó voltát, a kiértékelés gyorsaságát, beláthatjuk, hogy e kérdéssel érdemes foglalkozni.

A magasabb deriváltak és az analitikus lefelé folytatás módszerei elsősorban a Bouguer anomáliák részleteinek felbontására alkalmasak.

A magasabb deriváltak módszere a legobjektívebb eljárás a lokális anomáliák kimutatására. E módszer sajátosságairól sok analízis, hasznosságáról sok gyakorlati értékezés ismeretes. Ezzel szemben az analitikus lefelé folytatás módszerének gyakorlati alkalmazásáról még nem sok ismeretünk van. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a magasabb deriváltak kiértékeléséhez képest a számítások nehezebbek, lassúbbak. A Geofizikai Intézet gravitációs osztályán már történtek kísérletek Malovicsko által ismertetett módszerek gyakorlati alkalmazására. A kiértékelés egyszerűsítését szolgálja a Constantinescu-Botezatu módszer, melynek nagy előnye, hogy az eddigi 9 körös kiolvasási skéma 2 körön kell csak a kiolvasást végrehajtani, s a kiolvasott értékek közvetlenül felhasználhatók Haalck vagy Henderson és Zeitz formulájával a nehézségi erő második deriváltjának számítására. A gravitációs osztályon megtörténtek az előkészítő munkálatok e módszer gépi úton történő alkal-

mazására. Érdekes lenne továbbá összevetni a magasabbrendű polinomokkal számított regionális hatást az analitikus felfelé folytatás eredményével.

A gravitációs mérések helyes interpretációjánál hasznos a mágneses anomáliákkal való egyeztetés. Különösen fontos a két módszer egybevetése, ha az a feltételezésünk, hogy a gravitációs anomáliák nem szerkezeti formák indikációi, hanem az alaphegység litológiai változásának eredményei. Eötvös már 1907-ben kifejtette jólismert formuláit, amelyekben megadja a mágneses tér komponensei és az Eötvös-ingával mérhető mennyiségek kapcsolatát. Eötvös tételéből kiindulva kidolgoztak olyan eljárásokat is, amelyek alkalmasak a felvetett problémák további vizsgálatára. Javasoljuk ezek elméleti, gyakorlati vizsgálatát, továbbfejlesztését.

A gravitációs mérések fejlődő tendenciája nemcsak a nyersanyagkutatás területén jelentkezik. A kéregkutatás napjaink egyik legérdekesebb, időszerű kérdése. Ezen a kutatási területen a szeizmika hozhatja a legmegfoghatóbb eredményeket, de összefüggés mutatható ki a gravitációs anomáliák és a kéregszerkezet viszonyában is. Hazánk területén is folynak szeizmikus kéregszerkezeti vizsgálatok, ezzel párhuzamosan más módszerek is bevonhatók a kutatásba. Az országos gravitációs felvételek felhasználásával is kísérleteket tettünk annak megvizsgálására, hogy a gravitációs anomáliák kialakulásában milyen szerepe van a hazai kéregszerkezeteknek.

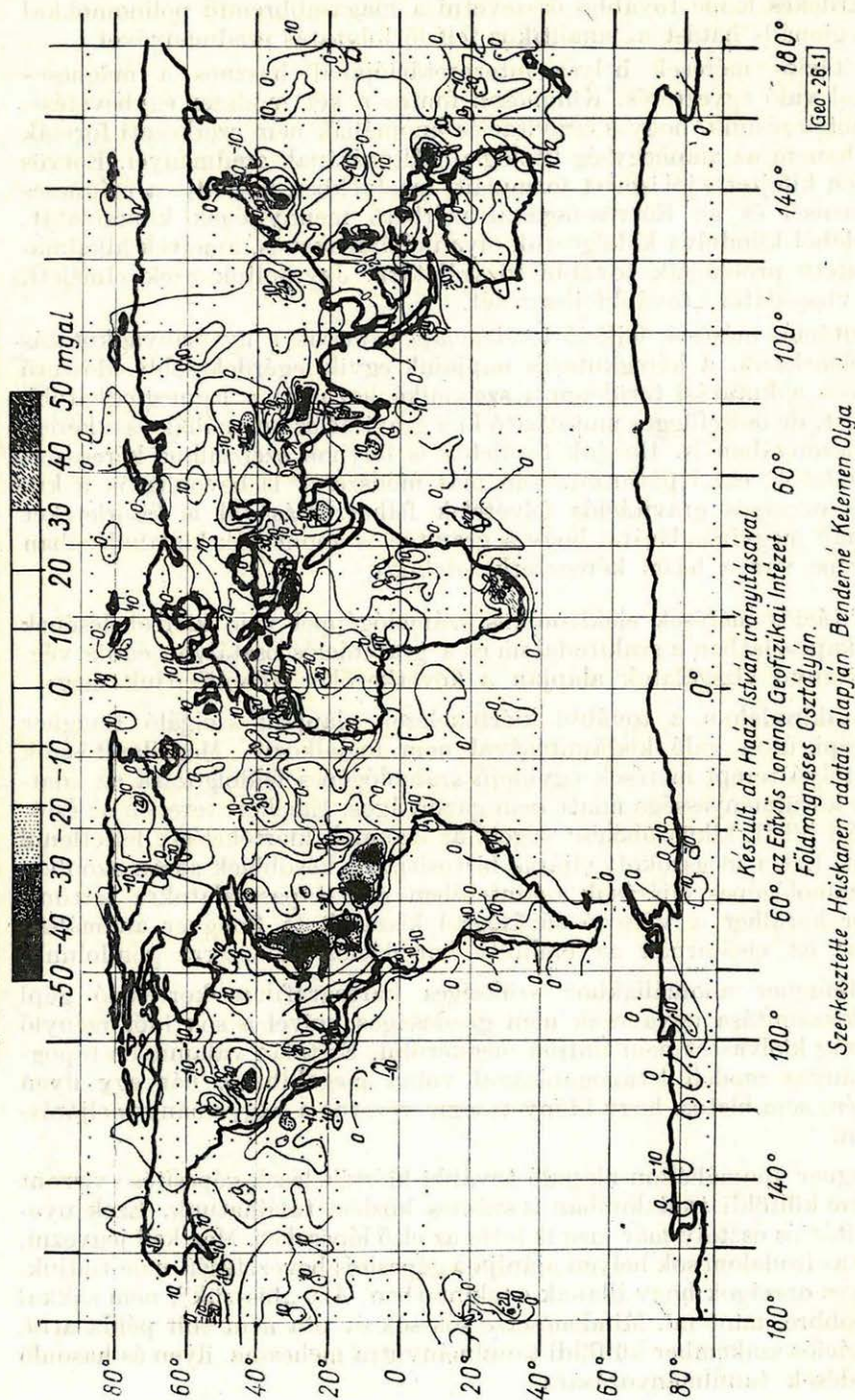
A gravitációs mérések elektronikus számológéppel való kiértékelésének kérdésével kapcsolatban a szakirodalom és a gravitációs osztályon eddig végzett ilyen irányú vizsgálatok alapján a következőket állapíthatjuk meg:

1. A szakirodalom a további kiértékelések alapjául szolgáló Bouguer anomália gépi úton való kiszámításával nem foglalkozik. Megállapításunk szerint is a folyó terepi mérések egyidejű számológépes feldolgozása az adat-szolgáltatás körülményessége miatt nem gazdaságos. Emellett terepen az esetleges észlelési hibák kiküszöbölése végett az azonnali kiértékelésre feltétlenül szükség van. Ezt a megszokott eljárás biztosítja. A későbbiek során azonban — ha a számológépes eljárások tekintetében már tapasztalatokra tettünk szert — sor kerülhet a változó sűrűséggel kiszámított Bouguer anomáliák előállítására; itt elsősorban az említett korrelációs módszerre gondolunk.

2. A Bouguer anomáliákhoz szükséges kartografikus korrekció gépi úton való kiszámítása ugyancsak nem gazdaságos, mivel a sok időt igénylő átlagmagasság kiolvasást nem tudjuk megkerülni. Ez talán valamilyen topográfiai arányos modell letapogatásával volna megoldható, bár egy ilyen modell építése sem biztos, hogy időnyereségre vezetne a hagyományos eljárással szemben.

3. Bouguer anomáliákon alapuló további kiértékelések gépesítése viszont célszerű. Erre külföldi irodalomban is számos közlést találhatunk. Ezek nyomán a gravitációs osztály már meg is tette az első lépéseket. Meg kell jegyezni, hogy habár az irodalom sok helyen ajánlja a gépesítés bevezetését, nem tudjuk, hogy az egyes országok hogy állanak e tekintetben. Azt „hisszük”, nem sokkal tartanak előbbre, mint mi. Mindenesetre sok-sok év óta nem volt példa arra, hogy gravitációs szakember külföldi tanulmányútra mehessen, ilyen és hasonló jellegű kérdések tanulmányozására.

Afree-air anomáliák eloszlása a földön Heiskanen szerint (1959)



Geo-26-1

Szerkesztette Heiskanen adatai alapján Benderné Kelemen Olga

1. ábra

A FREE-AIR ANOMÁLIÁK ELOSZLÁSA A FÖLDÖN. HEISKANEN 1959-ben számított adatai alapján az anomáliatérképet Benderné Kelemen Olga szerkesztette a M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Földmágneses Osztályán. Bemutatásra került a gravitációs munkaközösség 1963. ápr. 25-én megtartott előadása keretében a Magyar Geofizikusok Egyesületében

A szárazföldek gravitációs mérései a múlt században a relatív ingák tökéletesítésével indultak meg, geodéziai vizsgálatok céljára. E módszer lassúsága miatt részletesebb mérésekre csak az Eötvös-inga elterjedésével, külföldön a húszas évektől kezdve került sor, majd egyre növekvő intenzitással a harmincas évek derekától, a mobilis és érzékeny graviméterek megszerkesztésétől kezdve. E részletesebb mérések célja többnyire gyakorlati, szerkezetkutatás volt, elsősorban szénhidrogénfeltárás céljából. Mindamellet, tisztán kéregkutatás és geodéziai vizsgálatok céljából olyan területek is sorra kerültek, amelyeken az ásványi nyersanyagkutatás nem igényelt részletesebb méréseket.

A tengerek területén a húszas években Vening-Meinesz indított el búvárhajón részletesebb méréseket.

A II. világháború idején L. Tanni már 13 000 inga- és 1000 graviméter állomás adatát használta fel geoidunduláció számításaihoz.  $1^\circ \times 1^\circ$  hálózatban 4380 közepes anomáliát tudott felhasználni, háromszor annyit, mint Hirvonen 14 évvel megelőzően.

Azóta óriási módon növekszik a felvételi anyag: a partok közelében gyakorlati szénhidrogénkutatás céljából a tengerfenékre leeresztett graviméterekkel történik a részletes kutatás. A kéregkutatás és geodézia céljára felszíni hajókon és repülőgépeken végeznek méréseket.

Jelenleg, Uotila közlése szerint, 1961-ben már Heiskanen és Woollard adatgyűjtésének eredményeképpen IBM kártyákon 170 000 állomás adata állt rendelkezésre.

Az 1. ábra az összegyűjtött anyag területi eloszlását szemlélteti. Ebben repülőgépen felvett adatok nem szerepelnek. Látható, hogy még nagyon sok  $1^\circ \times 1^\circ$  négyzög van, ahol egyáltalán nem történt mérés. A  $10^\circ \times 10^\circ$ -os területrészeknek átlagosan 30,5%-án vannak mérések.

A 2. ábra az északi és déli félgömb befedettségét mutatja be, fekete kitöltött körrel jelezve azokat a területeket, ahol legalább egy nehézségi mérés rendelkezésre áll.

Látható, hogy legrosszabb a helyzet a Csendes-óceánon, ahol  $10^\circ \times 10^\circ$ -os területrészek közül 50 üres, de van összesen még 40 üres területrész a D-i Atlanti-óceán és a D-i Indiai-óceán területén is.

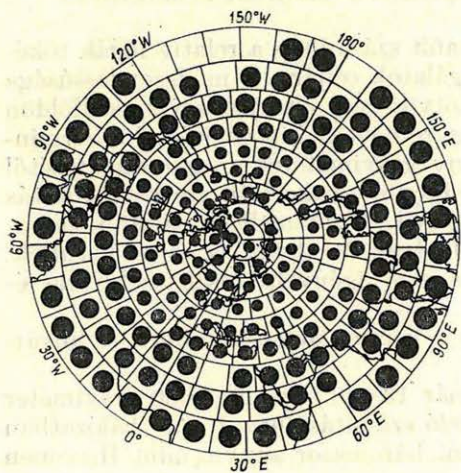
Ilyen hiányok becsléssel nehezen pótolhatók és becslések az undulációk és függőleges elhajlások számításában igen nagy hibákat okozhatnak.

Magyarországon a gravitációs felmértség jelenlegi állását a 3. ábrán mutatjuk be. Az ország területének nagy részén történtek részletes mérések részben graviméterrel, részben Eötvös-ingával, de még jelentős területek felmeretlenek. A részletesen felmért területek mérési anyagának csak egyrésze jutott eddig egységes feldolgozásra (4. ábra).

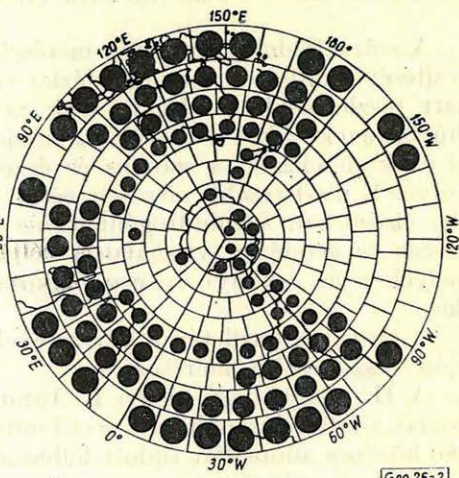
#### IV. GRAVITÁCIÓS MŰSZERFEJLESZTÉS

A gravitációs tér adatainak méréséhez szükséges műszerek beszerzésére általában két lehetőség áll fenn: vagy magunk állítjuk elő a kutatás céljára szolgáló mérőműszereket, vagy máshonnan szerezzük be azokat.

Kezdeti időben a nehézségi erő mérését szolgáló műszereket a kutatók a felmerült igények szerint maguk állították elő és egy következő példány a



Északi földgömb



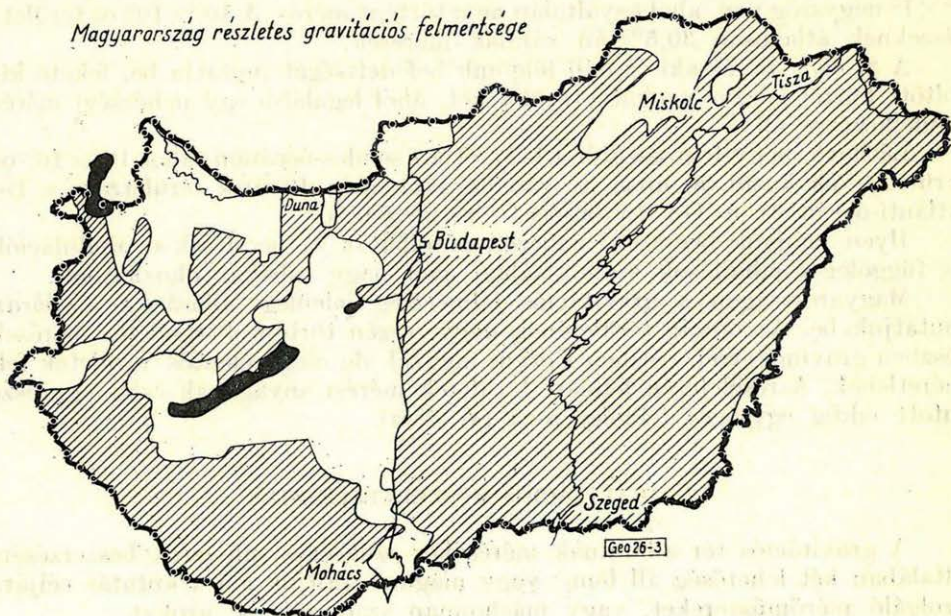
Déli földgömb

Geo 26-2

● Egy vagy több gravitációs észlelés

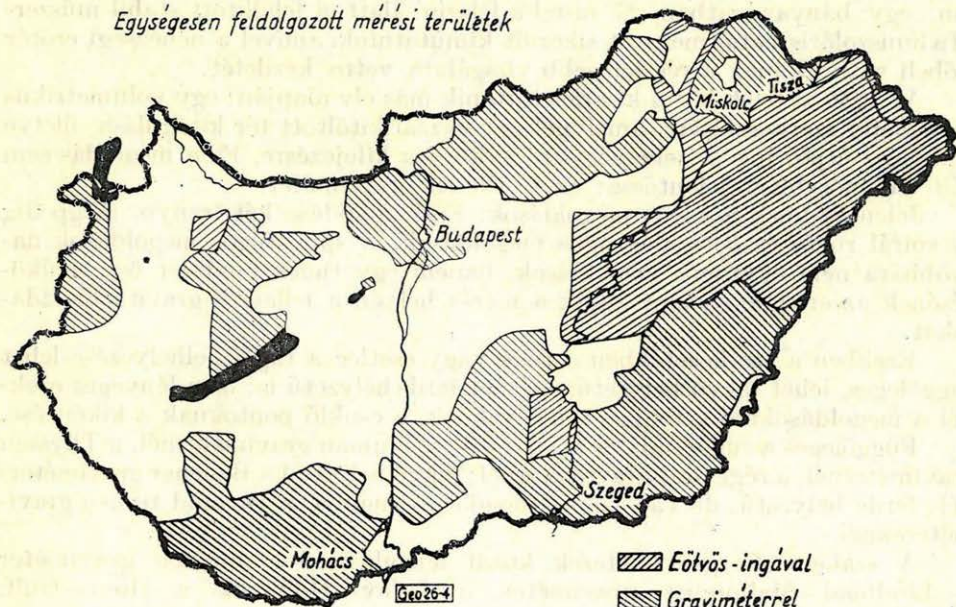
2. ábra

Magyarország részletes gravitációs felmértése



Geo 26-3

3. ábra



4. ábra

megelőző megoldásnak már egy javított, fejlettebb változatává lett. Ez ma sincs másképp, mert csak akkor érdemes egy újabb műszert szerkeszteni, ha a megelőzőnél egy jobbat tudunk produkálni.

Egészen a XX. század fordulójáig a nehézségi erő mérését szolgáló műszerek abszolút „g” mérésre és ebből relatív méréssel tovább vezetett, más helyen érvényes „g” érték meghatározását voltak hivatva ellátni.

A múlt század végén Eötvös Loránd torziós ingájával egy olyan műszert szerkesztett, amellyel lehetővé vált a függőleges nehézségi erő változásait, a nehézségi erő gradienseinek a meghatározása útján vízszintes síkban megjeleníteni. De a messzebbmenő gyakorlatiasságra való törekvés hamarosan más megoldásokat keresett azoknak az eredményeknek az elérésére, amit az Eötvös-inga nyújtani képes és ebből a törekvésből származott egy hosszú sora a legkülönbözőbb graviméter megoldásoknak.

Anélkül, hogy szerkezeti vonatkozásban messzebb menő részletekbe bocsátkozni kívánnánk, felemlíthetjük, hogy sorrendben talán az első graviméter szerkesztési kísérletek közé tartozik Eötvös Loránd bifiláris graviméter szerkezete, amely azonban a laboratóriumi kísérleti eszköz jellegénél nem jutott tovább. Eötvös Loránd maga azt nem is ismertette soha. Eötvös halála után Pekár Dezső adott erről az eszközzel hírt, inkább csak azért, hogy ennek a kísérletnek a tényét regisztrálja.

A filáris graviméter típusra azonban más kutatók visszatértek; ismerjük W. Schweydar, G. Ising bifiláris és végül Tomaschek – Schaffernicht trifiláris graviméter megoldásait.

Előbbiek közül egyik sem jutott gyakorlati jelentőségre; az utóbbi, a Tomaschek – Schaffernicht-féle annyiban jelentős, hogy ezzel a Marburg – Lahn-

ban, egy bányavágatban, 27 m-rel a felszín alatt a felállított stabil műszerrel a luniszoláris hatás menetét sikerült kimutatniuk, amivel a nehézségi erőtér időbeli változásának a részletesebb vizsgálata vette kezdetét.

Az 1930-as évek körül kísérlet történik más elv alapján: egy volumetrikus graviméter szerkesztésére, amelynél egy gázzal kitöltött tér kitágulása, illetve szűkülése útján jut a nehézségi erő változása kifejezésre. Ez a megoldás sem vált különösebben jelentőssé: ez a Haalek graviméter.

Jelentősebbek a rugós megoldások. Ezek fejlődése két irányú, mégpedig *a)* spirál rugós és *b)* szalagrugós megoldások. A spirálrugós megoldások nagyobbára nem egyrugós megoldások, hanem egy rugós rendszer összeműködésének az eredményeként adják a mérés helyén a jellemző gravitációs adatokat.

Ezekben a szerkezetekben a rugó vagy esetleg a rugók elhelyezése lehet függőleges, lehet fekvő helyzetű, de lehet ferde helyzetű is; igen lényeges ezekenél a megoldásoknál a forgási tengelyeknek, a csukló pontoknak a kiképzése.

Függőleges a rugórendszer elhelyezése a Truman graviméternél, a Thyssen graviméternél, a régi Graf graviméternél; fekvő helyzetű a Boucher graviméternél; ferde helyzetű, de van benne függőleges rugó is, a Heiland típusú gravimétereknél.

A szalagrugós graviméterek közül felemlíthető a Boliden graviméter – Lindblad–Malmquist graviméter, a Lejay–Hollweck, a Hoyt–Gulf, a Molodjenszkij graviméter.

Nagyobb jelentőségre jutottak a kvarc graviméterek, amelyeknek egy korai típusa a G. Ising által szerkesztett graviméter. Ennél egy kvarc keretben kifeszített kvarc fonálra merőlegesen áll egy kiemelkedő kvarc tömeg. Ennek egy változata a Nörngaard graviméter, amelynél a billenő tömeg vízszintes helyzetben nyer elhelyezést és egy álló tükörrre vetül vissza a kilendülő tömeg okozta szögelfordulás; ennek egy további változata a Boulanger–Popov megoldás, amely különösképpen alkalmas nagy távolságra megmutatkozó nehézségi változások lemérésére.

És legvégül a Worden-típusú graviméterek említendők fel, amelyek az utolsó 10–15 évben alakultak ki és kombinált kvarcrendszert képeznek, 0,01–0,02 mgal érzékenységgük és a graviméter szerkezetek legfejlettebb típusát képviselik.

Ezeknek a gravimétereknek a variálásából származhatnak olyan megoldások, amelyek különleges gravimetriai mérési feladatok ellátását szolgálják. Ilyenek a tenger felszínén mozgó hajón végzendő mérésekre alkalmas graviméterek, továbbá a tengerfenékre lebocsátott graviméterek és a légi mérések ellátását szolgáló graviméterek.

Ezek különleges modern gravimetriai feladatok ellátására szerkesztett eszközök, amelyek jelen pillanatban a saját viszonyaink között inkább csak mint kuriózumok érdekelnek bennünket.

Megemlítendő még egy olyan graviméter megoldás is, amelyben két rendszer kerül egyidejűleg beépítésre, egy graviméter rendszer és egy aneroid rendszer, amely egyidejűleg a gravitációs adatot és a magassági adatot is hivatva volna nyújtani; ez a szovjet szerkesztésű vüszokograviméter, ami azonban még nem látszik véglegesen megoldottnak.

Ezek közül a felsorolt graviméter típusok közül a felmerülő igények szerint az érdeklődők, a szokásos kereskedelmi feltételek mellett, a számukra szükségessé megszerezhetik.

Ez a mód a gravitációs mérési feladatok kielégítésére alkalmasnak is látszik, mert egy műszer előállítása céljából ma már nem volna indokolt műszer-  
szerkesztő laboratóriumot fenntartani.

Ha azonban műszerkutatással, mint feladattal kell foglalkoznunk, akkor arra alkalmas gazdasági és technikai feltételeket kell biztosítani és ehhez szükséges szakembereket: technológusokat, műszerészeket és fizikusokat kell bevonunk.

Hogy pillanatnyilag mi az érvényes szemlélet e tekintetben, az nem egészen nyilvánvaló előttünk. Nem tudhatjuk, hogy az elkövetkezendőkben milyen arányban kell műszerfejlesztéssel foglalkoznunk. Nem tudhatjuk, hogy a műszer-  
szerkesztés számunkra kötelezettség lesz-e, vagy csak szándék, gondolat, kísérlet?

Vannak azonban tények, amelyekből kiindulóan lehetséges volna máris ezzel a feladatkörrel foglalkoznunk, de ehhez bizonyos rugalmasságra volna szükség és ez a tisztességes haszon érdekében esetleg némi kockázat vállalását is megkívánná. Egy előállításra kerülő műszer első példányát ugyanis a kereskedelem nem szívesen rendeli meg, mert esetleg nem tudja értékesíteni, külső megrendelő viszont azért nem rendeli meg, mert nem látja a portékát, amit a pénzéért kapni fog. Az így önmagába záródó körből nincs kiút, csak az származik belőle, hogy hozzá sem fogunk műszereink továbbfejlesztéséhez, mert senki nem kíván semmit kockáztatni.

Persze elképzelhető az is, hogy az ilyen kockázatot egy erre a célra kialakított fejlesztési alap viseli, és akkor megindulhat a műszer előállítása. De, hogy ilyen fejlesztési alap van-e és ha van, milyen költségek számolhatók el azon, azt nem tudjuk. Gondoljuk, hogy azért csak van.

Mindenesetre megállapítható, hogy az előzőkben vázolt fejlesztési törekvések iránya már jó ideje bizonytalanságban vész el. Nem látszik egyáltalán mi az, amire vállalkoznunk kell.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Beszámolóinkban igyekeztünk bemutatni a gravitáció témakörébe tartozó korszerű problémák állását és mintegy keresztmetszetét kívántuk adni ennek a kutatási ágak, a saját hazai viszonyokra való tekintettel, csatlakozva azokhoz a nemzetközi törekvésekhez, amelyek ma a földkerekség minden államában kialakultak.

Ha most már áttekintjük röviden a magyarországi gravitációs kutatás jelenlegi helyzetét, a következőket állapíthatjuk meg:

1933-ban indult meg Magyarországon az ipari célokat szolgáló rendszeres gravitációs kutatás, amely végezetül is a magyar olajipar kialakulásához jelentősen hozzájárult. 1948–49-ben az országon belül működő geofizikai egységek az eddig szerény, 8–10 fő létszámmal dolgozó Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe tömörültek és az akkor az – 1950-ben – kialakult fejlesztési tervnek megfelelően egy sokat ígérő, szép geofizikai kutatóintézet kibontakozásának körvonalait láttuk magunk előtt.

Új kutatómódszerek bevezetésére nyílt lehetőség. Új, modern műszerekkel bővült hiányos és elavult műszerparkunk, új emberek kerültek az Intézetbe, magukkal hozva korábbi működési területükön gyűjtött értékes tapasztalataikat. Minden reményünk megvolt ahhoz, hogy a külföldön száguldó irammal

fejlődő geofizika munkájához, a mi gazdasági lehetőségeink keretében, hasznosan tudunk hozzájárulni, és azt a tiszteletreméltó helyet, amelyet a kezdeti időkben eleink a geofizika területén szereztek, meg tudjuk védeni és arányos mértékben öregbíteni.

Jelenleg hazánkban a gravitációs kutatás úgyszólván kizárólag a Geofizikai Intézet gravitációs osztályának feladata. Máshol csak elszórtan foglalkoznak egyes kutatók gravitációs kutatással. A gravitációs osztály és laboratórium létszáma tegnap még 28 fő, ma ennél kevesebb, holnap még kevesebb. Ez a keret az olaj- és szénipar, ércbányászat, bauxit és egyéb színesásványok, általános földtan stb. részéről felmerülő igények kielégítésére, az országos gravitációs alaptérkép megfelelő ütemű szerkesztésére és gravitációs módszer- és műszerfejlesztésre nem elegendő. Nem is szólva azokról a bizonyos fokig kultúr-kötelezettségnek számító tudományos feladatokról, mint pl. a Föld alakjának vizsgálata, gravitációs regisztrálás, abszolút „g” mérése, hitelesítő alapvonal létesítése, összekötő mérések a szomszédos államokkal, amelyek a gravitációs szolgálat akció terébe tartoznak.

Az imént vázolt munkaerő-hiányból logikusan következik az, hogy az elmúlt években az ipari igények kielégítése elvonta a kutatókat az egyéb témáktól és ez a gravitációs módszerfejlesztés bizonyos fokú megrekedését okozta. Ebből sokan a gravitációs módszer elavultságára következtettek és hangot is adtak annak a nézetüknek, hogy a gravitációs osztály létszámát még ezenfelül is csökkenteni kell az egyéb módszerekkel foglalkozó osztályok javára. Enézet helytelenségét legjobban az a tény illusztrálja, hogy újabban maguk az ipari vállalatok igyekeznek ismét saját problémáik megoldására gravitációs kutatócsoportot felállítani.

A gravitáció nem elavult, ósdi kutatási ág, a gravitációs kutatás rendkívül izgalmas, modern problémák megfejtésére nyújt lehetőséget, de bizonyos nem kívánatos elfogultságot, mindenkinek, aki feléje közelít, félre kell tennie.

Felül kell vizsgálni, mi az, ami a gravitációt ilyen bizonytalanságba juttatta és ott, ahol szükséges, megfelelő eszközök felhasználásával a hibákat ki kell javítani.

Összefoglalva hazai vonatkozásban a gravitációs kutatások legfontosabb feladatait, ezek a következők:

1. Magyarország egész területére kiterjedő gravitációs térkép megszerkesztése. Ehhez szükséges a még fel nem mért területeken graviméter mérések végrehajtása. Szükséges továbbá a feldolgozás alatt álló mérési anyag mielőbbi folyamatos teljes feldolgozása, ehhez azonban még terepi mérések elvégzésére is szükség lesz.

2. Az ásványi nyersanyagkutatás érdekében korszerű mérési és feldolgozási eljárások, a magasabbrendű anomáliák kiértékelésének és különösen az analitikai folytatások módszerének alkalmazása s annak megvizsgálása, hogy hazai viszonyok között, milyen számológépes eljárások alkalmazhatók a cél előmozdítása érdekében.

3. Az ország területén ismert gravitációs anomáliák egybevetése más geofizikai eljárásokkal szerzett eredményekkel és mélyfúrásokból, vagy más módon nyert földtani adatokkal. A mutatkozó eltérések okának megvizsgálása. A kéregszerkezetre vonatkozó gravitációs vizsgálatok.

4. A Föld alakjára vonatkozó vizsgálatok gravitációs adatok alapján.

5. A nehézségi erőtér időbeli változásának folyamatos regisztrálása megfelelő helyen stabilan elhelyezett érzékeny graviméterrel és horizontális ingákkal. A regisztrált adatok folyamatos kiértékelése és az eredmények eljuttatása az illetékes nemzetközi központokhoz további feldolgozás céljaira.

6. A kéregmozgások vizsgálata horizontális ingákkal végzett megfigyelések alapján. Ebből a célból szükséges a horizontális ingaállomások hálózatának magyarországi kiépítése legalább 3–4 állomással.

7. További elméleti vizsgálatok a nehézségi erőtér évszázados változására és mérések tervezése a kérdés kísérleti megvizsgálása érdekében.

8. A korszerű gravitációs műszerek fejlesztésének kérdése. Annak megvizsgálása, hogy milyen gravitációs műszerek szerkesztésével, továbbfejlesztésével érdemes Magyarországon foglalkozni, mihez vannak meg a megfelelő adottságok és a felvevő piac. Mérlegelni kell, hogy milyen külföldi műszerek további behozatala kívánatos korszerű mérések elvégzése céljából, valamint a hazai műszer-szerkesztés elősegítése érdekében.

9. Végezetül, de nem utolsósorban egy olyan állandó szakgárda kialakítása, amely alkalmas ezeket a feladatokat a jövőben is a fejlődő tudományos igények szintjén ellátni és továbbfejleszteni.

A gravitációs osztály ne legyen átjáróház, ahonnan mindenki előbb-utóbb máshová érkezik meg, hanem legyen munkaterülete azoknak a kutatóknak, akik ezt a tudományágat továbbfejleszteni képesek és akarják is.

European Association of Exploration Geophysicists 24. meetingje  
Strasbourg

Stegena Lajos

A Magyar Geofizikusok Egyesülete kiküldöttjeként módomban állt résztvenni a gyakorlati geofizikusok európai egyesületének 1963. június 12 – 14 között Franciaországban, Strasbourgban rendezett 24. kongresszusán.

A kongresszust az Európatanács (Conseil de l'Europe) székházában, imponáló környezetben tartották Carlo Morelli professzor (Trieste) elnökletével, mintegy 150 főnyi standard résztvevővel.

Az elhangzott előadások:

*J. P. Rothé:* Geophysique appliquée et prospections en Alsace.

*H. Degallier:* Geophysique et hydrogéologie.

*V. Fritsch:* Geoelektrische Aufschliessung von Heilwässern.

*H. Naudy:* Propriétés de filtrage des formules employées pour la transformation des cartes gravimétriques.

*D. W. Powell:* A rapid method of determining dip or magnetization inclination from magnetic anomalies due to dyke-like bodies.

*L. Aemeley – J. Lohr:* Über besondere Beobachtungen bei Routine-messungen der Reflexionsseismik in der West-Molasse.

*H. Bungenstock:* Experiments with a Helicopter in Marine Seismic Refraction Work in the North Sea.

*M. P. Gros:* La sismique reflexion en zone d'erg dans le Sahara Algerien.

*J. Loeb:* Une nouvelle méthode de calcul pour les regimes transitoire dans les milieux résistifs.

*R. Bortfield:* Examples of Synthetic Refraction Arrivals and Wide-angle Reflection.

*J. Couroneau:* Etude du „point brillant” sur modèle sismique.

*P. Newmann:* The Well Geophone Record in Perspective.

*L. Stegena:* Über die prinzipiellen Grundlagen der unmittelbaren (geochemischen, radio-metrischen) Erforschung der mineralischen Rohstoffe.

*K. Helbig:* Diagrams for Complete Determination of the Magnetic Field of Cylindrical Bodies of Finite Lateral Extent.

*R. Giret – L. Malnar:* Un nouveau magnétomètre aérien: le magnétomètre a vapeur de Caesium.

*H. Burckhardt:* Some Physical Aspects Concerning Seismic Scating Laws for Underwater Explosions.

*P. C. Lagotte:* Applications du filtrage en éventail.

*H. Braekken:* Some Considerations on Electromagnetic Fundamentals.

Az egyes előadások szövege megtalálható az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékének könyvtárában.

A szaküléseket Millot professzornak, a strasbourgi egyetem természettudományi kara dékánjának és Morelli elnöknek megnyitójá vezette be.

Levetítették a C. G. G. „Le Sagittaire” c. dokumentumfilmjét, amely a tengeri szeizmikát mutatta be.

A résztvevők tiszteletére Strasbourg polgármestere és a geofizikai vállalatok adtak egy-egy alkalommal fogadást.

A kongresszusra felvonultak a geofizikai műszergyártó cégek, köztük amerikaiak is. Ezek tanulságos műszerbemutatójukat egy-egy szállodában, a kongresszustól és egymástól függetlenül rendezték.

Mint a témákból megállapítható, a 18 előadásból 3 általános, 8 szeizmikus 3 geoelektromos, 1 gravitációs, 3 mágneses témájú volt. Az előadások színvonalasak és technikailag (dia-, térkép-, képletanyag) jól szervezettek voltak. Vita csak ritkán alakult ki, inkább kérdések voltak az előadókhöz.

# Földmágneses kutatásaink néhány eredménye, eljárásaink fejlődése és további feladataink

D r. H A Á Z I S T V Á N

Az ország áttekintő földmágneses felvételének végrehajtása. Áttekintő földmágneses térképünk megszerkesztésének problémái. Részletes földmágneses méréseink néhány fontosabb eredménye. A terepen és a fúrásokból gyűjtött kőzetek mágnességének vizsgálata. A mágneses mérlegek skálaértékmeghatározásának kiegyenlítő számítása. A FANSELAU-féle kombinált mágneses mérleggel végzett észlelések kiértékelésének különlegességei. A mágneses anomáliákat okozó ható testek meghatározására kidolgozott eljárásunk. Kísérlet elektronikus számológépek alkalmazására a földmágneses kutatásainkkal kapcsolatos számítások körében.

Изложение обзорной геомагнитной съемки Венгрии. Проблемы построения обзорной геомагнитной карты страны. Некоторые важные результаты наших детальных геомагнитных измерений. Изучение магнетизма образцов горных пород, собранных в поле и из скважин. Уравнение определения величины деления шкалы геомагнитных весов. Особенности анализа наблюдений, проведенных комбинированными магнитными весами „Фанзелу”. Наш метод для определения положения и мощности магнитных масс. Попытки, направленные на применение электронных счетно-решающих машин для расчетов, связанных с интерпретацией геомагнитных данных.

Die Ausführung der erdmagnetischen Übersichtsaufnahme von Ungarn. Die Probleme der Verfertigung der erdmagnetischen Übersichtskarte des Landes. Einige bemerkenswertere Ergebnisse unserer detaillierten erdmagnetischen Messungen. Untersuchungen über den Magnetismus der im Felde und von Bohrungen versammelten Gesteine. Ausgleichung der Skalenwertbestimmung der magnetischen Feldwagen. Die Besonderheiten der Berechnung der mit der FANSELAU-schen kombinierten magnetischen Feldwaagen ausgeführten Messungen. Unser Verfahren zur Bestimmung von Lage und Ausdehnung gewisser magnetischen Störkörper. Versuchsweise Anwendung elektronischer Rechenmaschinen zur magnetischen Berechnungen.

## I. Az ország áttekintő földmágneses felvétele

Az elmúlt évek során egyik legfontosabb feladatunk az ország áttekintő földmágneses felvétele volt. A felvétel méréseit 1951 május végén kezdtük el és 1961 augusztus közepén fejeztük be. A felvételt elsősorban a *kőolajkutatás* kezdeményezte és jelentékeny részét, 1955 elejétől 1959 elejéig közvetlenül a *kőolajkutatás* szerveinek megbízásából és költségére végeztük. A megbízás időtartama alatt a felvétel jelentékenyen kiegészített személyi és anyagi keretek között folyt és ennek megfelelően lényegesen nagyobb volt a teljesítményünk is.

A méréseket hálózatosan, általában 1,5 km-es közőkben végeztük. Egyes területeken, a feladat kívánalmai, illetve a mért értékek változásai szerint a mérések köze kisebb: 1 km vagy 500 m volt.

Az áttekintő felvételben jelentkező anomáliák a felvétel természetének megfelelően elsősorban *regionális* jellegűek, de az eredményekben ezek mellett természetesen azok a *lokális* anomáliák is jelentkeznek, amelyek kiterjedése eléri a felvétel közeinek nagyságrendjét. A kimutatott regionális és lokális anomáliák felléptéből, helyzetéből, méreteiből és vonulataik irányából a legkülső földkéreg néhány km mélységig terjedő eltakart rétegeiben *mágneses hatású kőzetek* jelenlétére, helyzetére, méreteire, vonulataik irányára és esetleg a

mibenlétükre lehet következtetni. A mágneses hatású kőzetek legtöbbször *vulkáni eredetűek*, tehát a jelenlétükből egykori vulkáni tevékenységre, ezzel kapcsolatban a rétegek vetődéseire vagy töréseire, általában a rétegek szerkezeti viszonyaira és a kutatásban esetleg szintén fontos egyéb körülményekre is következtethetünk.

Általában csak a *függőleges térerősség*  $\Delta Z$  anomáliáinak meghatározására szorítkoztunk, mert a földkéregben előforduló mágneses hatású kőzetek, röviden: mágneses hatók helyzetét, kiterjedését és vonulataik irányát már ezek a  $\Delta Z$  anomáliák is elég jól szemléltetik.

A *vízszintes térerősség*  $\Delta H$  anomáliáit a mi gyakorlatunkban akkor szoktuk meghatározni, ha a szemléltetésen kívül a mágneses hatású kőzettest helyzete, mélységére, méreteire és esetleg a mibenlétére számíttással is akarunk következtetni. Áttekintő felvételünkben a  $\Delta H$  anomáliákat, ugyancsak a kőolajkutatás kívánságára, néhány kb. É-i irányú vonalban csak *Örkény* környékén határoztuk meg és csak ezek eredményeiből végeztük el az említett számításokat.

Eredetileg csak az *Alföld* áttekintő felvételéről volt szó. A felvételnek ezt a részét 6 év alatt elvégeztük.

A *Dunántúl* területén először – még mindig a kőolajkutatás költségére – a MAORt 1934 – 1943. között végzett áttekintő felvételeinek hiányait pótoltuk Siófok, Dunaföldvár és Tolna, illetve Győr, Tatabánya és Mór vidékén. Azt terveztük, hogy a Dunántúl többi területein a MAORt-felvétel eredményeit átvesszük és csatlakozó mérésekkel, illetve az anomáliák szintjének átszámításával illesztjük a mi felvételeink eredményeihez. Azonban kiderült, hogy a különböző személyek által végzett mérések területei között a csatlakozó mérések annak idején nem történtek meg és ma már nem is pótolhatók, mert éppen az érdekelt mérések és számítások anyaga – úgy látszik – elveszett.

Tekintettel a MAORt felvételeinek ilyenképpen nyilvánvalóvá lett *illesztési és bekötési nehézségeire*, valamint a mi felvételünk rendszeresebb és részletesebb voltára, továbbá az egész mérés egységességének követelményére, felvételeinket a továbbiakban a MAORt által felmért területekre is kiterjesztettük.

A Dunántúl teljes felvételével négy év alatt végeztünk, de úgy, hogy közben a *Tokaji hegység* keleti részének 500 m-es – 1 km-es felvételét is elvégeztük.

Ezután került sor a *Dunazugtól a Tokaji hegységig* terjedő hegyvidék felvételére. Ennek a hegyvidéknek vulkáni kőzetekből felépített részein, tekintettel a kis távolságokon belül várható nagy változásokra, szintén 500 m-es közű méréseket terveztünk. Ily módon azonban a felvétel még több évig elhúzódott volna, pedig a kutatás nemcsak a felvétel befejezését, hanem már a kész áttekintő földmágneses térképet várta és más felvételek elvégzését is igényelte. Ezért változtattunk ezen a túlságosan hosszú határidejű tervünkön és a vulkáni hegyvidékek területein is általában 1,5 km közű méréssel folytattuk a felvétel munkáját. Ily módon a Dunazugtól a Tokaji hegységig terjedő hegyvidék felvételét – négy csonka csoport ide koncentrált munkájával – és a Dunántúl felvételének még szükséges kiegészítését is négy hónap alatt elvégeztük. Ezzel az áttekintő felvétel méréseit – a *nagyvárosok* beépített területeinek, *ipari létesítmények* zavart területeinek, katonai gyakorló területeknek és a *Balaton* területének *kivételével* – az ország egész területén befejeztük.

Természetesen a vulkáni hegyvidékek területén az 500 m-es közű felvétel helyett végzett 1,5 km közű felvétellel eleve lemondtunk arról, hogy ezeken a

A földmágnesség függőleges térerősségének izonomál vonalai  
 Magyarországon  
 az 1951 május 23-tól 1961 augusztus 14-ig végzett áttekintő felvétel eredményei szerint  
 Készült dr. Haáz István irányításával a M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet  
 Földmágneses Osztályán



hegyvidékeken hű képet kapjunk a földmágnesség változásairól. A változások erős zavartsága azonban ezeken a területeken így is jól kifejeződik és szükség esetén közelebbi részletezésre valamikor még sor kerülhet.

A kimaradt területek közül máris érdeklődés támadt a *Balaton* gravitációs és földmágneses felvétele iránt. Az 1962 – 63. évi igen hideg télen 1963 január közepétől február közepéig máris végeztünk méréseket a *Balaton jégén* a tihanyi félsziget közelében. Azt tervezzük, hogy a műszerfelállítás alkalmas megoldásával néhány nyáron át és amikor ismét lehet, télen a jégén a méréseket tovább folytatjuk és a Balaton egész területére kiterjesztjük. A *tavi mérés* elvégzésében felhasználjuk a Velencei-tó és a tihanyi Belső-tó vízén végzett korábbi mágneses méréseink tapasztalatait és esetleg azokat az újabb műszereinket is, amelyek stabil felállítást nem igényelnek.

Azt is terveztük, hogy az érdekesebb anomáliák vonulataira merőleges szelvények mentén az *anomáliákat okozó hatók meghatározására* a függőleges térerősség anomáliáit részletesebben és a vízszintes térerősség anomáliáit ugyanilyen részletesen szintén meghatározzuk. Ezt a tervünket azonban létszám és közlekedési eszköz hiányában eddig nem tudtuk megvalósítani. Pedig ilyen mérések nélkül az eltakart mágneses hatású kőzetek, elsősorban eruptívumok előfordulásainak regionális eloszlására, vonulataikra és a földkéreg néhány km mélységig terjedő részének szerkezeti viszonyaira csak az anomáliakép szemlélete alapján, csak kvalitatív jelleggel és csak hozzávetőlegesen következtethetünk.

## II. Az ország áttekintő földmágneses térképe

Áttekintő felvételünk méréseinek eredményeit – néhány napos eltolódással – még a felvétel folyamán kiértékeljük, a kapott anomáliák eloszlását 1 : 50 000 méretarányú, a sűrűbben mért területeken 1 : 25 000 méretarányú *izonomál-térképeken* ábrázoltuk. A térképeket, akkor, amikor a felvételt megbízásból végeztük, havonként a további gyakorlati kutatás rendelkezésére bocsátottuk. Az eredményeket évenként összefoglaló *jelentésben* ismertettük és ehhez az izonomál térképeket 1 : 200 000, a sűrűbben mért területeken 1 : 100 000 méretarányú összefüggő kicsinyítésben mellékeljük.

A felvétel befejezte után 3 héttel az 1 : 200 000 méretarányú összefüggő színes *áttekintő földmágneses térkép* az ország egész felmért területéről elkészült és Egyesületünk VII. nemzetközi szimpóziumán, 1961 szeptember 6-án bemutatásra is került.

Ezt az 1 : 200 000 méretarányú áttekintő térképet 1962-ben az egyes részterületek gondosabb illesztése és az észrevett hibák kijavítása után újra megrajzoltuk és *fénymásolással sokszorosítottuk*. Sajnos, megfelelő fénymásoló-papír hiányában a sokszorosítás igen vonatottan haladt előre: a szükséges példányszám kifogástalan kivitelben mindmáig nem áll rendelkezésünkre. Eddig csak a legfontosabb kutatási szervek részére összesen 7 példányt tudtunk szétküldeni.

A térkép 1 : 1 000 000 méretarányú kicsinyített változata valamivel hamarabb elkészült és példányainak szétküldése az érdekelt kutatási szervek részére rendben megtörtént. (L. a mellékletet.)

Ezek a különböző méretarányban elkészült térképek a további gyakorlati kutatás igényeit teljesen kielégítik ugyan, de a teljesen szabatos feldolgozás

szempontjából mégis csupán *előzetes* térképeknek tekinthetők. A *végleges* áttekintő térképek megszerkesztését hosszabb átdolgozó munka előzi meg.

Ugyanis a mérőcsoportok területegységenként, pl. térképlaponként értékelik ki méréseik eredményeit. A mérések relatív jellege következtében az egymással szomszédos területek között csatlakozó méréseket kell végezni. Ezek a csatlakozások a munka előrehaladása folyamán többszörösen *záródó hálózattá* alakulnak és a hálózatban záróhibák jelentkezhetnek. Ezért tekintjük a térképlaponként kiértékelte eredményeket csupán ideiglenes, *előzetes* jellegűeknek: a helyes, „*végleges*” eredményeket csak a záródó hálózat *kiegyenlítése* után számíthatjuk ki. A feladat egyszerűsítése érdekében általában a felvételnek csak az alappontjaiból alakítunk ki záródó hálózatot. A szabatos átdolgozás tehát abban áll, hogy az *alappontméréseket* gondosan átszámítjuk, az *alapponthálózatot* kiegyenlítjük és a többi méréseket az alappontok kiegyenlített anomáliaértékeihez csatlakoztatjuk.

Magukat az alappontméréseket 4–6 vagy több alappontból álló alappontkörönként végezzük. Egy-egy *alappontkörmérés* kiértékelése maga is kis kiegyenlítési feladatot jelent.

Áttekintő felvételünk alappontméréseinek gondos átszámítását és az egyes alappontkörök kiegyenlítését már elvégeztük.

Az alapponthálózat kiegyenlítése előtt még egy, eddig nem említett feladatot kellett közbeiktatnunk. Relatív méréseinkben a földmágnesség szekuláris változását nem szoktuk tekintetbe venni, mert ez a változás a mérés elég kis területén belül a helytől függetlennek tekinthető. Hazánk több mint 500 km-es Ny–K-i kiterjedése és a *földmágnesség függőleges térerőssége szekuláris változásának helyi változása* ebben az irányban azonban már elég nagy ahhoz, hogy áttekintő felvételünk 11 éve folyamán észrevehető legyen. Ezért a szabatos feldolgozásban ezt a változást is figyelembe kell vennünk.

A szekuláris változás vizsgálata országos mágneses szolgálatunknak, jelenlegi obszervatóriumi osztályunknak lett volna a feladata, megfelelő kapacitás hiányában azonban a szükséges mérésismétléseket nem végezheték el. Ezért tőlük kölcsönkapott *BMZ-műszerrel* és időnként nyújtott személyes segítségükkel az áttekintő felvétel folyamán alkalmoszerűen *magunk végeztünk ilyen méréseket*. Az 1959. év elején, amidőn a kőolajkutatótól kapott megbízásunk megszűnt, a mi létszámunk is katasztrófálisan megkisebbedett, 25 fő-ről 10-re csökkent és ezért további ilyen mérésekre az ország túlnyomó nagy részén már *nem kerülhetett sor*.

Az ismétlődő mérések kiegészítését 1962. évi tervünkbe kívántuk felvenni, de létszám és közlekedő eszköz hiányában erre sem kerülhetett sor. Terven felül néhány mérést mégis végeztünk és kísérletképpen a *BMZ-műszer* helyett a *Fanselau-féle Z-mérleget* is alkalmaztuk. A kevésszámú *BMZ-méréssel* a *BMZ-mérések* anyaga csak kevésbé egészült ki, a *Fanselau-féle műszer* pedig nem bizonyult eléggé alkalmasnak a szükséges abszolút *Z-értékek* meghatározására.

Megvizsgáltuk *Bock-nak Közép-Európára* vonatkozó idevágó kitérő munkáját is, de ennek eredményei csak 1956-ig terjednek, a további 5 esztendőre vonatkozó extrapoláció pedig nem látszik eléggé indokoltnak.

A Kreil, Schenzl, Kurländer és Barta-féle hazai országos mérések alapján nálunk *dr. Albert Anna* határozta meg a földmágneses elemek normális értékeinek szekuláris változásait, mint a földrajzi koordináták függvényeit. Az ő eredményei tehát az 1850-től 1950-ig terjedő időközre vonatkoznak. Számunkra itt

már 11 évi extrapolációra lenne szükség, ami még kevésbé lenne indokolt, mint az előbbi.

Obszervatóriumi osztályunk 1963. évi tervében szerepel a szekuláris változás meghatározására szükséges mérések elvégzése, ezek feldolgozásának bevárása azonban újabb egyévi várakozást jelentene.

Ezért arra gondoltunk, hogy saját BMZ-méréseink és Bock megbízható adatai mellett a *hazai és a szomszédos obszervatóriumok* újabb adatait is felhasználjuk, bár úgy látszik, hogy éppen a közvetlen szomszédságból nem sikerül eléggé teljes adatsorozatokat kapnunk.

Ennek a változásnak a megállapítása és a tekintetbevétele után a kb. 1000 alappontból álló *hálózat kiegyenlítése* következik, majd az alappontok kiegyenlített anomáliaértékeihez csatlakozóan az áttekintő felvétel egész mérési anyagát teljesen újra kell számítanunk: körülbelül *50 000 anomáliaértéket* kell újból kiszámítanunk. Ezekből az 1 : 50 000 illetve 1 : 25 000 méretarányú izonómáltérképeket újra meg kell szerkeztetnünk, majd megfelelő összevonásokkal, kicsinyítéssel és összeillesztéssel elő kell állítanunk az ország „végleges” 1 : 200 000 és 1 : 1 000 000 méretarányú *áttekintő földmágneses térképeit*.

Ez az átszámítás, újraszámítás és újraszerkesztés olyan hatalmas tömegű munkát jelent, amelynek teljes elvégzése körülbelül csak az *1967. év végére* várható. A térképkiadvány sajtó alá rendezése, a magyarázó szövegek megírása és a munka kiadása csak ezt követően, tehát a *harmadik ötéves terv második felében* kerülhetne sorra.

Felvethető a kérdés, hogy *érdemes-e* az újrafeldolgozásnak és az újraszerkesztésnek ezzel a hatalmas és hosszadalmas munkájával foglalkozni akkor, amikor a gyakorlati kutatás igényeit a már meglévő „*előzetes*”-nek nevezett *térképeink is teljesen kielégítik*. Ehhez még azt is hozzátehetjük, hogy a hosszadalmas átdolgozás és újraszerkesztés után, a „*végleges*” térkép megjelenésekor a földmágnesség időbeli változása miatt egész *áttekintő felvételünk teljes megisméltése* lesz már esedékes.

### III. Részletes földmágneses mérések

Az áttekintő felvétellel egyenrangú, az ásványi nyersanyagkutatással kapcsolatos másik fontos feladatunk egyes területeken *részletes földmágneses mérések* végzése. Ilyen jellegű méréseink már több mint 60 esztendő múltá tekintenek vissza: 1902, 1903 és 1904-ben végeztette Eötvös a *Fruska Gora* vidékén első nagyszabású és részletes gravitációs és mágneses méréseit. Azóta az ország legkülönbözőbb vidékein voltak részletes mágneses mérések. Példaképpen megemlítem az utolsó másfél évtizedben végzett néhány részletes mérésünk érdekesebb eredményeit.

A *Bódva völgyében* Komjáti és Perkupa között kimutatott nagy anomáliáinkra alkalmaztuk először, 1949-ben és 1950-ben a *mágneses anomáliákat okozó hatók* meghatározására kidolgozott eljárásunkat. Számításaink a Bódva árterületén és a völgyében, a felszín alatt néhány méternyire nagy mágnesezettségű hatók jelenlétére utaltak. A számításaink alapján kitűzött és lemélyített *fúrások* ezeket a kétkedéssel fogadott eredményeket igazolták: a számított mélységben vagy annak közelében szerpentinesedett, magnetittartalmú, nagy mágnesezettségű *nátrongabbrót* tártak fel. A kutatás fontos gyakorlati eredményre is vezetett: a *perkupai fúrások* a ható eruptívum átfúrása után *gipszrétegeket tártak fel* és itt alakult ki hazánk első gipszbányászata. Úgy tudjuk

hogy ez volt hazánkban az első olyan eset, amidőn a geofizikai mérés alapján kitűzött fúrás a mért anomáliákat okozó hatót a számított mélységben megtalálta és emellett fontos gyakorlati eredményre is vezetett.

A *Velencei hegységben* 1952-ben végzett részletes földmágneses méréseink alapján végzett számításaink és javaslatunk szerint 1953-ban lemélyített fúrás a ható kőzetet szintén a számított mélység közelében érte el. Ez a fúrás a későbbi fúrásokkal együtt igazolta azt a más hazai tapasztalatoktól is támogatott állításunkat, hogy az itt talált nagy mágneses anomáliákat nem a Velencei hegység gránitja, hanem *andezit* okozza.

A *Felsőcsatár és Vaskeresztes környékén* 1953-ban és 1954-ben kimutatott anomáliákat okozó hatók meghatározására alkalmaztuk először a *ható réteg dőlésszögének és mágnesezettségének* a korábbinál szabatosabb meghatározására kidolgozott eljárásunkat.

A *Szarvaskő környékén* 1953-ban és 1954-ben végzett részletes méréseink alapján lemélyített fúrások átfúrt kőzetei közül a *wehrlit* és az *ultrabázitok* bizonyultak mágneses hatásúaknak. Érdekes, hogy a gabbró itt többségében hatástalannak bizonyult.

A *Mecsekben Komló környékén* 1955–56-ban, a *Mátrában Nagybatony környékén* 1958–59-ben a szénbányászati kutatást és feltárást zavaró *andezit-előfordulásokat* kellett kimutatnunk és körülhatárolnunk.

A *Dunazug hegységben* 1956–58-ban magán a felszíni és felszínközeli *andezitelőforduláson* végzett mérésekkel fontos *tektonikai irányokat* sikerült kimutatnunk.

Ez idő szerint a *Mecsek hegységben* az összetöredezett *trachidolerit-összlet* kiterjedésének, csapásirányának és töréseinek meghatározása érdekében végzünk részletes földmágneses méréseket. A trachidolerit kimutatására 1953-ban már végeztünk itt, *Zengővárkony* környékén részletes méréseket, majd 1960-ban ugyanitt néhány szelvényben fúrás kitűzésére hatószámításhoz szükséges méréseket is végeztünk. 1961-ben *Máza* és *Vékény* között, 1962-ben *Vékény* és *Magyaregregy*; majd *Magyaregregy* és *Tékes* között végeztük el a Mecseki Földtani Kutató-Fúró Vállalat által igényelt részletes méréseket. A MFKFKV összesen 144 km<sup>2</sup> kiterjedésű terület részletes felvételét igényelte. Ezt az igényt második öt éves tervünkben valóban teljesítettük volna, de a tervezett *két csoport helyett csak egy csonka csoportot* foglalkoztathattunk ezzel a feladattal. Ezért az 1962. év végéig felmért terület kiterjedése a két csoportra tervezett 48 km<sup>2</sup> helyett csak 30 km<sup>2</sup>.

A továbbiakban tehát vagy *még egy csoportot* munkába kell állítanunk, vagy le kell mondanunk arról, hogy a második öt éves tervidőszak végére a tervezett felvételt teljesen elvégezzük.

Ebből egyúttal az is nyilvánvaló, hogy a földtani kutatások más területein *jelenlegi kereteink között* részletes földmágneses felvételre *nem vállalkozhatunk*.

#### IV. Kőzetek mágneses tulajdonságainak vizsgálata

A földmágneses kutatások megtervezésében és az eredmények értelmezésében egyaránt fontos a kutatás területén előforduló kőzetek mágneses tulajdonságainak ismerete. A kőzetek mágneses tulajdonságainak vizsgálatával azonban csak *alkalmilag*, a terepi felvételi munka közben foglalkozhatunk. Ilyen nem rendszeres alkalmi meghatározásokból mégis elég nagy anyagunk gyűlt már össze. Igen fontos lenne a jövőben a kőzetvizsgálat rendszeresebb tervbe-

vétele és szervezettebb elvégzése, továbbá a meglevő anyag rendezése, tanulmányozása és a közzététele is.

A Bódva völgyében végzett fúrásokból származó kőzetminták mágnesezettségét és saját mágnességét még az *Eltvös-féle transzlatométerrel* határoztuk meg. Később kidolgoztuk a *Schmidt-féle mágneses mérleg* alkalmazását a kőzetek mágnesezettségének és saját mágnességének meghatározására. Ezzel az eljárással 1952. évi velencei részletes méréseinktől kezdve a *terepen* végezhetjük el a helyszínen gyűjtött vagy a fúrásokból származó kőzetek mágneses vizsgálatát.

### V. Számításaink fejlesztése

Földmágneses mérőműszereinket a terepi mérések megkezdésekor és a terepi mérések folyamán időnkint Helmholtz-tekerces berendezéssel hitelesítjük, illetve ellenőrizzük. A hitelesítés, vagyis a *mágneses mérlegek skálaértékének meghatározása* a szokásos módon, többféle erősségű árammal előidézett kitérés megfigyelésével történik. Ennek a hitelesítésnek a kiértékelése igen érdekes *kiegyenlítési feladat*. Ugyanis a meghatározandó ismeretlen mennyiség, a skálaérték, a mért kitérés-értékek reciprokának lineáris függvénye. Kidolgoztuk ennek az érdekes kiegyenlítési feladatnak a megoldását és megadtuk a kiegyenlített skálaérték és a *középhiba* kiszámításának képletét. Kimutattuk, hogy az egyes áramerősségekhez tartozó kitérésekből külön-külön kiszámított skálaértékeknek nem az egyszerű közepe, hanem az áramerősségek négyzeteivel súlyozott *harmonikus közepe* egyezik meg a kiegyenlített értékkel. Nem túl nagy szórás esetén a súlyozott számtani középérték is jó közelítést jelent.

Két évvel ezelőtt, 1961-ben Fanselau-féle torziószálas kombinált mágneses mérleget szereztünk be. E műszerrel a függőleges és a vízszintes térerősség relatív értékeinek mérése oly műszerállásokban történik, amelyekben *mindkét komponens okozta kitérést a másik komponens is befolyásolja*. A műszerrel végzett észlelések kiértékelésére, „redukálására” olyan eljárást dolgoztunk ki, amellyel a másik komponens hatása az eddiginél szabatosabban és mégis eléggé egyszerűen vehető figyelembe. Megállapítottuk az egyes redukciós tagok elhanyagolhatóságának határait is. A másik komponens hatása a műszer hitelesítésére végzett észlelésekben is jelentkezik. Maga Fanselau megmutatta, hogy ennek tekintetbe nem vétele jelentékeny hibát eredményezhet. Ezért a másik komponens hatásának figyelembevételét a műszer mindkét komponensre vonatkozó *skálaértékének meghatározására* is ki kellett dolgozunk, figyelembe véve, hogy a kiegyenlítés feladata itt is ugyanolyan jellegű, mint amilyenről előbb szóltunk. Kidolgoztuk a meghatározás kiegyenlítő számítását és a kiegyenlített értékek középhibájának kiszámítását is.

Említettem már a *mágneses anomáliákat okozó hatók* meghatározására az alkalmazások során fokozatosan kialakított eljárásunkat. Ez az eljárás egyelőre csak függőleges vagy ferde réteg, összefoglaló néven: *álló réteg* meghatározására alkalmas. Legújában sikerült ezt a meghatározást az eddiginél is egyszerűbbé és szabatosabbá tenni. Tárgyalásunkból azonban ki kellett reszektálnunk azokat az eseteket, amidőn a réteg lejtésének iránya a térerősség irányával  $0^\circ$ ,  $180^\circ$  vagy  $+90^\circ$ -os szöget zár be. Egyik legelső további feladatunk ezeknek az eddig kizárt eseteknek is a megnyugtató tárgyalása és lehetőleg egyszerű megoldása.

A gyakorlati kutatások szempontjából szintén igen fontos feladat a függőleges vagy ferde homlokú *fekvő réteg*: lépcső, vetődés, törés vagy rétegvégződés meghatározása az általa okozott mágneses anomáliákból. Már foglalkoztunk e feladat megoldásának előkészítésével, de maga a megoldás még az előttünk álló feladatok közé tartozik.

Igen fontos lenne még a hatószámítást arra az esetre is kidolgozni, ha a méréseket hegyes-völgyes terpen: *különböző szinteken* végezzük, ami részletes méréseinkben igen gyakori eset. Továbbá igen nehéz feladat, talán kielégítően meg sem oldható, az egymás közelében elhelyezkedő hatók elkülönített meghatározása az *egymás hatásától megzavart* anomáliákból.

Most alkalmazott eljárásunkban mind a függőleges, mind a vízszintes térerősség anomáliáira szükségünk van. Vannak ugyan eljárások, amelyekkel a ható test bizonyos közelítésben már a *függőleges térerősség* anomáliáiból is meghatározható, de a teljesen kielégítő eljárás még itt is kidolgozásra vár.

Természetesen a mágneses hatószámításnak több más fontos és érdekes feladata is van, de mi egyelőre és elsősorban a most említett feladatok megoldásával kívánunk foglalkozni.

## VI. A számítások gépesítése

A földmágneses kutatások körébe tartozó számítások mind eléggé egyszerűek, amennyire lehetett, magunk is még tovább egyszerűsítettük ezeket. Ezért a számítások gépesítésének hiányát csak kevésbé érezzük. Ezek az *egyszerű számítások* azonban, különösen részletes méréseinkben, de a hosszú ideig tartott áttekintő felvételünkben is, *igen nagy tömegben* jelentkezhetnek, tehát a gépesítésük lehetőségének vizsgálata mégis indokolt feladat lehet.

Eddig egy gyakorlati szempontból fontos feladatunkat sikerült nagyteljesítményű számológépek alkalmazásával megoldani. Az anomáliák kiszámítása érdekében szükségünk van a mért földmágneses elem normális értékeire. A normális értékek az ország területén a földrajzi szélesség és hosszúság másodfokú függvényei, tehát izodinám vonalaik általában görbe vonalak, amelyek azonban egy-egy 1 : 50 000 méretarányú térképlap területén egyeneseknek tekinthetők. Számításainkra elegendő ezeknek az izodinám vonalaknak és a mérések helyeinek ismerete, az *egyeneseknek tekintett izodinám vonalak* pedig meghúzhatók, ha metszéspontjaik a *térképeket határoló meridiánokon* ismeretesek. A függőleges térerősségre vonatkozóan ezeknek a metszéspontoknak a gammánkénti abszcisszáit számítottuk ki gépi úton az ország valamennyi sztereografikus és valamennyi Gauss-Krüger-vetületű 1 : 50 000 méretarányú térképlapját határoló meridiánokon. A *lyukasztatlan lyukkártyák* alkalmazásával történt szellemes megoldás a Statisztikai és Gépi Adatfeldolgozó Vállalat szakemberei előtt is feltűnést keltett. Az eredmény jól használható elrendezésben, táblázatba foglalva került rendelkezésünkre.

Következő feladatként a *hatás és hatószámítás gépesítésére* gondolunk. Azt hisszük, hogy ez nem lesz túl nehéz feladat és hogy az eljárás nemcsak a szokásos „két dimenziós”, hanem „térbeli” hatókra is alkalmazható lesz.

A kutatásainkban alkalmazott relatív földmágneses mérőműszerek igen egyszerű szerkezetűek: ezek a *geofizikai kutatások legegyszerűbb műszerei*. Ezért nem jelent érezhető hiányosságot, hogy mágneses laboratórium hiányában műszerfejlesztéssel nem áll módunkban foglalkozni. Valami csekély tevékenységet mégis ki tudunk fejteni. Néhány dolgozónk elgondolásai és újítási javaslata szerint finommechanikai műhelyünkben elkészült egy, a Schmidt-féle mágneses mérlegek hőmérsékleti vizsgálatára alkalmas *melegítő berendezés* és a kőzetvizsgálatok megkönnyítésére egy, a Schmidt-mérleg mellé helyezhető kőzetminta-tartó állvány, *forgatható kőzetbefogó szerkezettel*.

A szeizmikus műszerfejlesztő laboratóriumban készülöben van egy Förster-szonda elv szerint működő *mozgó magnetométer*. Ez a műszer valószínűleg tavi mérésre és a szárazföldön menetközben történő felderítő mérésekre lesz majd alkalmas.

---

*Sigmund Hammer: Deep gravity interpretation by stripping  
Geophysics XXVIII. 3. June 1963. p. 369–378.*

Az értekezés azt a kérdést tárgyalja, hogyan lehet felszíni gravitációs felvételekből nagy mélységben levő földtani szerkezetekre következtetni. Erre különösen olyan területeken van lehetőség, amelyeken részletes graviméter felmérés áll rendelkezésre és a felső földtani rétegek szerkezete kisebb mélységű kutató fúrásokból eléggé ismeretes. Szükség van a felső rétegek sűrűségadataira, ehhez pedig a mélyfúrási gamma-gamma szelvényezések nyújtanak segítséget. A módszernek az az alap gondolata, hogy a felszíni graviméter mérésekből származó anomáliákból kivonják a felszín alatt bizonyos mélységig terjedő rétegek gravitációs hatását és a megmaradó anomáliákat úgy értelmezik, hogy azok egy bizonyos mélységszinten alul fekvő hatóktól származnak. A maradék anomáliákból második deriváltakat is számítanak s azok egyes esetekben jól meghatározzák a nagyobb mélységben levő rétegek szerkezeti részleteit. A szerző a módszert először egy feltételezett földtani szelvényen mutatja be, s azután egy a gyakorlatból vett konkrét példát tárgyal, amelynél a számítással nyert alakulatot mélyfúrások is igazolták. A módszernek nagy előnye, hogy meglévő régi gravitációs mérések eredményei is felhasználhatók a kiértékelés céljára.

*Renner János*

# A Brnói vásár geofizikus szemmel

PÉTER FERENC

Szeptember 19-én reggel 6<sup>30</sup>-kor indultunk Brnóba a Nemzetközi Vásár megtekintésére. A Vásár szeptember 8-án nyitotta kapuit és 22-éig tartott nyitva.

A Vásár impozáns, monumentális képe megkapó. 520 000 m<sup>2</sup> területen fekszik és 13 modern pavilonjával, színes szökőkútjaival, szépen rendezett parkjaival méltán ragadja el a szemlélőt. A kilállító cégek igen ízléses és modern kirakatai szinte lenyűgözőek.

Szembetűnő az a gyors fejlődés, ami az elektromos műszerek vonalán bekövetkezett. Itt nemcsak arra gondolok, hogy külsőleg lettek szebbek, modernebbek, hanem szerkezetileg is érzékenyebbek és stabilabbak. Igen sok területen tapasztalható a tranzisztorizálás, ami a méretek csökkentésénél jelentős.

A híres angol Marconi cég radioaktív számlálói, oszcillográfjai szépek és precízek.

Új tényező a bolgárok műszerparkja, sajnos érzékenységekben még a mi követelményeinknek nem felelnek meg.

A Rohde-Schwarz cég kiállított műszerei nagy választékban minden igényt kielégítettek. Említésre méltó hanggenerátoruk 2 Hz-től, csővoltmérőjük 50 kV-ig, oszcillográfjuk 0,1 Hz-től 750 kHz-ig működik. Még sok olyan műszerük van, amit a geofizikusok nagyszerűen tudnának használni.

Figyelemre méltók a szovjet geofizikai műszerek, nevezetesen radiométerek, dielektromos lyukszelvényező berendezés és más egyebek, amelyek az olajkutatásban bírnak jelentőséggel. A Tesla gyár szintén impozáns műszerparkot vonultatott fel. Különösen érdekesek voltak a különböző tranzisztor vizsgáló műszerek, mint pl. béta és frekvencia mérők, alacsony frekvenciájú tranzisztor zajmérő és nem utolsó sorban  $Y_{12}$ -paraméter műszer. A tranzisztor teljesítmény mérő készülék szintén érdekes volt.

Meg kell még említeni a románok gépkocsira szerelt fűrőberendezéseit.

Említésre méltó a magyar pavilon, ahol a Metrimpex állított ki tetszető berendezéseket, többek között nukleáris és orvosi műszereket, továbbá híradástechnikai készülékeket.

Örömmel állapíthatjuk meg, hogy a magyar műszeripar megfelelően volt képviselve.

A Kiállítás rendezésére jellemző, hogy szakosítva voltak a különböző cégek, így felesleges szaladgálástól kímélték meg az érdeklődőket.

# Gyakorlati földmágneses kutatásaink újabb műszerei

KOMÁROMI ISTVÁN

A dolgozat összehasonlítja a Magyarországon használatos földmágneses műszereket. Taglalja előnyeiket, hátrányaikat. Kitér a földmágneses műszerek fejlődésének irányaira és megjelöli a hazai műszerpark fejlesztésének célszerű irányát.

В работе дается сопоставление геомагнитных приборов, применяемых в Венгрии. Описываются их преимущества и недостатки. Выделяются направления развития геомагнитных приборов и указываются целесообразные пути дальнейшего развития отечественного парка приборов.

Der Aufsatz vergleicht die in Ungarn gebräuchlichen erdmagnetischen Instrumente, erörtert ihre Vor- und Nachteile. Er spricht über die Entwicklungsrichtung der erdmagnetischen Instrumente und bezeichnet die zweckmässige Richtung der Weiterentwicklung des heimischen Instrumentenparks.

Földmágneses kutató eljárásainknál az utóbbi évekig főleg Schmidt-féle magnetométereket alkalmaztunk. Ezekkel az aránylag egyszerű műszaki megoldású terepműszerekkel egyszerű módon s viszonylag pontosan – általában 1–2 gamma középhibával – mérhettük a földmágneses térerősség vízszintes, ill. függőleges összetevőjének helyi változásait. A vízszintes avagy a függőleges térerősség változásainak meghatározása Schmidt-féle magnetométerekkel azonban csak külön – mint vízszintes vagy függőleges térerőmérő – műszerekkel végezhető.

A kétféle erőhatás egy műszerrel való mérhetőségét érte el Fanselau az ún. kombinált magnetométernél, mely típust részletkutató felvételeinknél 1961 óta alkalmazzuk.

A Fanselau-féle magnetométer felépítése igen hasonlít a Schmidt-féle műszerhez. A lényeges eltérés abban áll, hogy a mágnesrendszerrel eddig alkalmazott prizmatengely helyett kifizetett fémszálat alkalmaz. A feszített szálas lengő lehetővé tette a kombinált inga szerkesztését, azaz oly eszközt, amellyel a vízszintes és

függőleges térerősség mindegyike mérhető. Ha ugyanis a mérleget a szál hossziránya körül 90°-kal átforgatjuk, akkor a mágnesrendszer követi ezt az átforgatást. Tehát a mágnes, amely először horizontálisan állt, most vertikális helyzetet vesz fel, így a rendszer csupán 90°-os átbillentése közbeiktatásával mérhetjük a vízszintes, majd a függőleges térerősséget.

A műszer technikai kivitelezése úgy történt, hogy a mérlegrészekrénybe egy forgatható betétet – bölcst – építettek, mely magában foglalja a feszített szálas lengőt, s ennek 90°-kal való elforgatását a szál tordálása nélkül kívülről egy tárcsa segítségével végezhetjük, két ütközés között. A lengőnek két egymásra merőleges tükre van, az ezekről visszaverődő képet észlelhetjük a műszer távcsövében. A műszer mérési tartománya a Schmidt-műszerekével azonos. A mérési tartomány változtatása segédmágnes, illetve száltordálás alkalmazása helyett, a mágnesrendszer átforgatását határoló ütközőknek mérhető állítása útján történik. A műszer külső falán elhelyezett 1°-nak megfelelően, 120 skálabeosztással bíró

állítófej egy körforgása által végzett ütközőelállítás a méretezés folytán 1000 gamma térerősség-változásnak felel meg. Természetesen külön állító-gombbal történik a Z és külön gombbal a H térerősség-változtatás. Hőmérsékleti hatásokkal szemben — mint azt gyakorlati tapasztalataink is bizonyították — a Fanselau magnetométer jól van kompenzálva. A kompenzálás problémáját úgy oldották meg, hogy a Z-állásra a szokásos alumíniumorsót alkalmazzák, míg a H-állásra egy erősen hőmérséklettől függő, magas permeabilitású anyagból (Thermoflux) készült csikkal oldották meg. Az így elért hőmérsékleti kompenzáció éppen olyan jó, mint a Schmidt-féle H- és Z-mérlegeknél.

A Fanselau-féle magnetométerrel egy állásban (E—D-i felállításban) mérjük a Z- és H-értékeket. Ebből következik, hogy itt tekintetbe kell vennünk a vertikális térerő hatását horizontális mérésnél, illetve a horizontális térerő hatását a vertikális mérésnél, mivel a skálaértékek a térerő változásával változni fognak. A tekintetbe vételt elérhetjük azáltal, hogy változó skálaértékkel számolunk, avagy a leolvasásokat korrigáljuk és állandó érzékenységet alkalmazunk. Ekkor az érzékenység a vízszintes és a függőleges térerősségre közel egyenlő. Műszerünknel 17,7 gamma/o.r. Gyakorlatilag célszerű a leolvasások korrigálása, mert ezáltal a műszer érzékenységének ellenőrzése — mely ugyancsak a Helmholtz tekercsel történik — egyszerűbbé válik. Megfigyeléseink szerint a műszer érzékenysége elég stabil, csupán lényegtelen, 0,1—0,2 gamma/o.r. részben belüli változások észlelhetők.

Megemlíthetjük még, hogy a műszert Z-mérésre K—Ny-i beállítással is alkalmazhatjuk. Természetesen akkor már más lesz az érzékenység. Műszerünknel 10 gamma/o.r.

A műszer mérési pontossága megközelíti a jól kompenzált lengővel el látott Schmidt-műszer mérési pontosságát. A Schmidt-műszerekkel szemben felemlített előnyök dacára mutatkozó kisebb pontosság valószínűleg a forgatható rendszer kónuszának felfekvésénél mutatkozó kismérvű bizonytalanságnak, vagy a szál különböző helyzetekben való egyenlőtlen rugalmas igénybevételének következménye.

### *Sharpe-típusú, állvány nélküli magnetométer*

A mágneses térerő változásának meghatározására szolgáló műszerek egy másik korszerűsített formáját a Sharpe-féle ún. hordozható magnetométert is alkalmaztuk az utóbbi években.

A magnetométer fő jellemvonása, hogy nem kell műszerlábra állítani. A műszer hevederrel a mellre erősíthető, s könnyű súlya miatt észlelés közbeni helyváltoztatáskor sem kell azt leoldani. Előnyösen használhatjuk vízzel fedett területek felmérésénél s egyéb helyeken, ahol a műszerláb felállítása nehézségekbe ütközik. Így meredek hegyoldalak, szakadékok, vízmosások feltérképezésénél is. Mivel a műszert tájolni, s szintezni sem kell, az észlelés gyorsabban eszközölhető, mint az előbb említett magnetométerekkel.

A műszer mágnesrendszere egy folyadékkal telt gömb alakú fémházban, az ún. műszerfejben van elhelyezve, ahol a mérőmágnest egy fémkeretben, fémszállal vízszintesen kifeszítve találhatjuk. A műszer fejérszébe horizontális tekercsek vannak beépítve, melyek segítségével kis áramforrás közbeiktatásával változtatható és mérhető mágneses teret tudunk létesíteni, s ezáltal a mérőmágnest mindig vízszintes helyzetbe hozhatjuk. A vízszintes helyzet be-

állítását egy optikai rendszer látómezőjében két kettősvonal egybeesésével észlelhetjük. E műszerrel tehát annak a kompenzáló erőternek a nagyságát mérjük, amely szükséges ahhoz, hogy a türendszert vízszintes helyzetbe vigyük vissza. Ez a megoldás kiküszöböli a mágneses térerő vízszintes összetevőjének hatását s így a szokásos tájolás feleslegessé válik. Észleléskor elegendő durván ( $\pm 45^\circ$  pontossággal) Ny felé fordulni, az irány a leolvasási értéket nem befolyásolja, csak némiképpen a tű érzékenységet. (É vagy D felé fordulva már nagy tűérzékenységgel instabilitás felé jutunk. Legnagyobb a stabilitás, ha Ny-tal szemben állunk. Gyakorlati megfigyeléseink szerint ÉNy-tól DNY felé fokozatosan elfordulva,  $0 - \pm 5$  gammáig terjedő ingadozást figyelhetünk meg.  $\pm 15^\circ$ -on belül eltéréseket nem észlelhetünk.)

Az előállított kompenzáló erőter nagyságát mindjárt gammákban olvashatjuk le, egy a műszerfejből lelógó szár végére erősített árammérő skáláján. A műszerfej a beállító gombokat tartalmazó, s észlelés közben kézzel megfogandó kerethez gömbcsuklósan csatlakozik. A műszerfejet s a műszerfejben ugyancsak gömbcsuklósan mozogható mágnesrendszert a műszerfejből lelógó szár végén elhelyezett leolvasó rendszer tömegével a gravitáció hatására automatikusan szintezi. A türendszer fémszálás felfüggesztése miatt a műszer a szintezésre nem túl érzékeny.

A mérőskálán  $\pm 1000$  gammás értékközökön belül közvetlen végezhetjük a leolvasásokat. Hogy nagyobb változásokat is mérhessünk, precíziós ellenállásokat építettek be, melynek folytán a mérőhatár  $\pm 100\,000$  gammáig kiterjeszhető ugyancsak közvetlen leolvasás biztosítása mellett. A mérő és ellenállási áramkörök számára külön tekercseket alkalmaznak, az apró változás bármely ellenállás

beiktatásakor való pontos mérhető-sége végett. Az ellenállások beiktatásával a kompenzáló térerősség változtatást a műszer külső falán elhelyezett gombok segítségével végezhetjük 1000, illetve 10 000 gammás lépésként.

Áramforrásul 3 db, egyenként 1,3 V-os, párhuzamosan kapcsolt higanys cella szolgál; ez egy lelógó kábel végére erősített tokban van elhelyezve, melyet mérés közben zsebbe teszünk. Az élettartama normál használatnál kb. 400 üzemóra.

A gyár beszabályozási helyétől lényegesen eltérő normálterű vidéken — hogy elkerülhessük a kisegítő áramkörök állandó használatát s az elemek túlzott igénybevételét — a mágnesrendszerre hőmérsékletre kompenzált, kis állítható segédmágneset helyeztek, mellyel a kívánt normálterre való beállítás elvégezhető.

A műszer pontossága a gyári adat szerint a Schmidt-típusával azonos. Gyakorlati tapasztalataink szerint azonban már a sűrűbb skálabeosztásból eredő leolvasási pontatlanság miatt is a Sharpe-műszer pontatlansága a 10 gammás érzékenységgű Schmidt-műszerek 1–2 gammás pontatlanságának 2–3-szorosa. Minden esetre, mint a tihanyi Belső-tó, s környékének felmérésénél is tapasztaltuk — könnyebb kezelhetősége folytán a műszer sok esetben előnyösen alkalmazható.

Az ismertetett s nálunk is használt műszereken kívül találkozhatunk számos más konstrukciós megoldással is. Ilyen pl. a kvarc-magnetó méter, ahol a speciális anyagú kis mágnes kvarckeretben kvarcszállra van felfüggesztve. Találkozhatunk speciális célok megoldására szolgáló számos egyéb műszerekkel is, mint pl. a térerősség időbeli változásait regisztráló hordozható berendezések, avagy a kőzetek mágneses tulajdonságait vizsgáló műszerek.

A növekvő ércigény és az ércfeltárás költségeinek csökkentésére való törekvés ösztönözte a kutatókat a mágneses fúrólukvizsgáló készülékek szerkesztésére, melyek segítségével a fúrólukban végzett mérésekkel a fúrólukak közelebbi vagy távolabbi környezetében fekvő mágneses hatású kőzet, ill. ércetst jelenlétét vizsgálhatjuk.

A fúróluk-vizsgáló magnetométerek közül napjainkban legelterjedtebbek az elektromos módszereken alapuló ún. telített vasmagos mérőfejes műszerek.

A telített vasmagos műszer, avagy az ún. Flux-gate típusú magnetómeter működésének elvi vázlata a következő: két egymás mellé helyezett nagy permeabilitású (lágy vasnikkel-ötövetű) rudat alkalmazunk, melyeket ellentétesen csévelt primer tekercsbe vesznek körül. A primer tekercsbe egy akkumulátor által tápált oszcillátorból nagy frekvenciájú váltóáramot bocsátunk, mely áram a fémmagot periodikusan telíti. Ha a mag nincs mágneses térben, a beiktatott szekunder tekercsben keletkezett váltófeszültségek egymást lerontják, mérhető áram a kivezetésben nem keletkezik. Ha azonban a rudak külső mágneses térbe kerülnek, az ellentétes irányítás miatt a mágnesezési ciklusokban az egyik rúd hamarabb éri el a telítettséget, mint a másik, s szekunder tekercsekben mérhető váltófeszültség jelentkezik, mely arányos a külső mágneses térrel. Ezt a feszültséget, mint a mágneses tér mértékét, különbözőképpen regisztrálhatjuk.

A leggyakoribb eljárásnál a létrehozott áramot erősítőn s egyenirányítón keresztül juttatják a jelzőkészülékbe, s az áram feszültségét egy kompenzációs áram segítségével potenciométerrel mérik oly módon, hogy egy stabilizált áramforrás szolgáltatva egyenáramot bocsátanak a sze-

kunder tekercsbe. A bebocsátott egyenáram egy mesterséges mágneses teret létesít. Az egyenáram erősségének szabályozásával elérhetjük azt, hogy a mesterséges mágneses tér egyenlő nagyságú és ellentétes irányú legyen, mint a külső mágneses tér, s ekkor nincs kimenő áram, s a potenciométeren null-indikáció jelentkezik.

Mivel a mérőelem a földmágneses térnek a fémmagok tengelye irányába eső komponensét méri, szükséges még a mérőelemnek a mágneses tér irányához viszonyított helyzetét ismerni. Ezt az ún. lyukferdeség-mérő berendezéssel regisztráljuk. A svéd lyukmagnetométernél pl. dőlésméréshez egy, a szonda síkjában csapágyazott lemezt alkalmaznak, mely forgólemez középpontjában a szonda tengelyére merőleges síkban csapágyazott súlyozott korongot helyeznek. Dőlésmérésnél a sík lemez a szonda síkjával párhuzamosan mozdul el úgy, hogy a korongon levő súly vertikális helyzetet vesz fel. A korong által definiált függőleges irány és a szonda dőlése közötti szögelhajlást Wheatstone-rendszerű áramkörben, elektromosan mérik.

A magnetométernél három egymásra merőleges mágneses elem — Fluxgate — van elhelyezve úgy, hogy három — Y, X, Z — mágneses térkomponens mérhető. A tranzisztorizált, nyomtatott áramkörös konstrukció lehetővé teszi, hogy már 36 mm átmérőjű lyukban is mérhessünk.

A műszer két részből áll. A fúrólukba eresztendő részből, azaz a szondából, mely tartalmazza a három mágneses elemet, az oszcillátorrészt, egy szelektív erősítőt s a dőlésmérőt. A másik rész, az ún. mérődoboz egy egyenirányítót, transzformátort, a stabilizáló áramforrást, valamint a potenciométert tartalmazza. A két rész kábellel csatlakozik egymáshoz.

A fúróluk vizsgálatánál, a talaj geológiai viszonyainak megfelelően, átlag 1–10 méteres közökben határozzák meg a mágneses térnek mind a három komponensét, s visszatérés-kekor helyenként ellenőrző méréseket végeznek. A természetes térnek a mért adatokból való levonása után nyert anomália komponensekkel megszerkesztjük az anomáliavektorokat az X–Y és X–Z síkban. Az ábrázolás sok esetben már világos képet ad a mágneses viszonyokról.

A szelvényezéssel általában meghatározhatjuk a mágneses zavart zóna szélességét, esetleges távolabbi pólus jelenlétét, a fúróluktól távolságát, a pólusok erősségét, előjelét s a környező közettestek mágneses szuszceptibilitás-változását.

Az eredmények pontos kiértékelésére természetesen már beható számítások végzése szükséges.

### *Légi mágneses műszerek*

A gyakorlati földmágneses kutatások fejlődése, s a mérési technika haladása alakította ki s tette lehetővé a mágneses megfigyelések levegőben történő végezhetőségét.

A légi felvételeknél alkalmazott telített vasmagos magnetométer mérőeleme – a Flux-gate – működési elve azonos a fúróluk-magnetométernél ismertetettel. Amíg azonban a fúróluk-magnetométereknél a mérőelem vasmagjának az erőter irányához viszonyított helyzete az említett lyukferdeség-méréssel meghatározható volt, a légi felvételeknél már más megoldást kellett keresni. A mérőelemre merőleges síkban fekvő két érzékelő elem beiktatása által egy ún. önirányítású rendszert nyertek, amely a mérőelemet állandóan a teljes térintenzitás irányában tartja. A mérőelemnek a térintenzitás irányától való eltérésekor ui. a két érzékelő elemben egymástól függetlenül áram induká-

lódik, melyet egy ún. szervo-rendszerhez vezetnek. Az alkalmazott szervo-motorok segítségével a rendszer automatikusan állítja ismét vissza a mérőelemet a térintenzitás irányába.

Az önirányítású magnetométerek is három komponenses mérésre alkalmas berendezések.

Újabban alkalmazzák a magprecessziós – magrezonanciás – magnetométereket is, melyeknél a mágneses terepértékeket abszolút értelemben frekvencia-mérésre vezetik vissza. Részbeni előnye, hogy ezeknél a műszereknél a szondát nem szükséges a földmágneses térhez irányítani. A légi magnetométerek érzékelő részét – a mérőfejet – egy ún. mérőbombában helyezik el, melyet a repülőgép egy kb-30 méter hosszúságú kábelen vontat maga után. Bizonyos esetekben a mérőrendszert a géphez erősítik. Ekkor azonban tekintetbe kell venni a repülőgép okozta mágneses anomáliát, melyet ismert intenzitású területek felett különböző irányban végzett próbamérésekkel határoznak meg.

A mérőrendszer egyéb alkatrészei, mint az áramforrások, egyenirányítók, erősítő és regisztráló berendezések a repülőgépen vannak elhelyezve.

A műszerek 1–2 gamma pontosságúak. Ennek következtében a felvétel adatainak pontosságát főleg a repülés alatt meghatározandó egyéb mennyiségek pontossága, így a magasság, illetve helyzetmeghatározás, a vízszintes és függőleges helyzet, majd a repülőgép irányának meghatározási pontossága szabja meg.

A telített vasmagos és magprecessziós elven alapuló modern mérőműszereket nemcsak fúróluk-vizsgálathoz és a légi mágneses felvételeknél alkalmazzák, hanem terepműszerekként is. Ezzel kapcsolatban azonban meg kell jegyezni, hogy a klasszikus műszerek – mint a prizmas vagy feszített szálas magneto-

méterek — egyszerűbb formáikkal és könnyen kezelhetőségükkel biztosított pontosságát a modern műszerekkel csak bizonyos technikai fel-

készültséggel érhetjük el. Speciális célokra való felhasználhatóságuk azonban kétségtelen nagy előnyt jelent.

## KÖNYVISMERTETÉS

*Krystalinikum. Arbeiten zu Problemen der Geologie und Petrologie von Kristallingebieten.* — Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag 1962. 159 oldal.

A Csehszlovák Tudományos Akadémia fenti címmel cikkgyűjteményt jelentetett meg, amely elsősorban a Cseh Masszivum variszikus horstjának kristályos kőzetkomplexumával foglalkozik. Az egyes értekezések a strukturális analízis metodikájával (K. Benes, A. Berthelsen — E. Bondesen — S. B. Jensen, J. Holubec), a metamorfitek ásványi fáciesével (Z. Misar, V. Skvor), az abszolút kormeghatározásokkal (Z. Vejnar), a granitoidok autometamorf kristályosodásával (T. Jarchovsky, V. Sattran), a metamorfitek rendszerezésével és

terminológiájával (K. R. Mehnert), a kőzetalkotó ásványok optikai tulajdonságainak és kémiai összetételének összefüggésével (E. A. Kuznecov) foglalkoznak.

Geofizikus szempontból különös érdekességgel bír az, hogy a könyv 27 abszolút kormeghatározást ismertet, amit a csehszlovák kutatók, K-Ar módszerrel, a Cseh Masszivum területén végeztek.

Magyarországon a mélyfúrásokból egyre nagyobb területen lesz ismeretes az alaphegység szerkezeti emelet krisztallinikuma. A földtani (tektonikai) értelemezésben elsődleges fontossággal bírna a fúrómagokon végzett abszolút földtani kormeghatározás.

*Stegena Lajos*

# Az atomfizikai magnetométerekről

SZEMERÉDY PÁL,  
ELTE Geofizikai Tanszék

Az értekezés az atomfizikai magnetométerek általános elvi kérdéseit tárgyalja, s azután ismerteti az elektronháj-, valamint a nukleáris magnetométerek működési elvét, előnyeit és hátrányait. Megemlékezik az e téren hazánkban végzett kutatások eredményeiről.

В работе обсуждаются основные принципиальные вопросы ядерных магнитометров и затем излагаются принцип работы, преимущества и недостатки ядерных магнитометров и магнитометров, использующих электронные оболочки. Подводятся итоги достижений работ, проведенных до сих пор в этой области в Венгрии.

Die Abhandlung bespricht die allgemeinen prinzipiellen Fragen der atomphysischen Magnetometer, legt sodann das Betriebsprinzip der Elektronenschale- und Nuklearmagnetometer, deren Vor- und Nachteile dar. Die Resultate der auf diesem Gebiet in unserem Lande durchgeführten Forschungen gelangen zur Erwähnung.

Az atomfizika napjainkban végbement rohamos fejlődése a földmágnesség méréstechnikájában is új lehetőségeket nyitott. Kifejlesztették, illetve kifejlesztés alatt vannak a mikrovilág tipikus jelenségeit hasznosító magnetométerek. A fejlődés irányának sajátosságait befolyásolták az űrkutatás igényeinek kielégítésére irányuló törekvések. Így például az a követelmény, hogy a mért érték a lehető legkevesébé függjön a rakéta vagy mesterséges égitest gyorsulásától vagy irányításától. Az igen szélsőséges hőmérsékleti és egyéb változások ne befolyásolják. Az észlelt érték telemetrikus átvitele kényelmesen megoldható legyen. Lehetőleg abszolút mérőszámot szolgáltasson nagy határérzékenységgel stb.

Ezeknek a követelményeknek a teljesítése a földi méréstechnikában is kívánatos lenne.

Az ezideig kifejlesztett, atomi világ törvényszerűségeit hasznosító magnetométerek működési elve a következő közös elven nyugszik: valamely atomi mágneses dipólus egy reá hatást gyakorló mágneses térhez képest csak meghatározott és diszkrét irányokat vehet fel. E diszkrét beállásokhoz tartozó mágneses helyzeti energiaértékeket a következő összefüggés szolgáltatja:

$$E_m = -m \frac{\mu \overline{F}}{I}$$

ahol  $\mu$  a mágneses nyomaték,  $\overline{F}$  a mágneses térerősség,  $I$  a részecske impulzusnyomatékára jellemző kvantumszám,  $m$  a mágneses kvantumszám, amelynek lehetséges értékei  $I, I-1 \dots 0, \dots -I+1, -I$ . Ez utóbbi a  $2I+1$  beállási lehetőséget jellemzi.

A fenti energiakifejezés a makroszkopikus esetre érvényes  $E = -M \cdot F \cos \alpha$  összefüggés analógiájára írható fel:

1. Figyelembe véve a diszkrét beállítási lehetőségeket,  $\cos \alpha = \frac{m}{I}$  helyettesíthető (1. ábra).

2. A  $M$  makroszkopikus mágneses nyomaték helyére a megfelelő mikroszkopikus mennyiség ( $\mu$ ) írandó.

Az elemi mágneses dipólusnak egy szomszédos energianívóra való átbillenéséhez

$$\Delta E = \frac{\mu |\bar{F}|}{I}$$

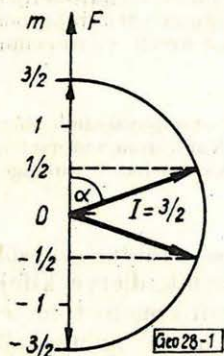
energia befektetése, ill. elvonása szükséges. Ez az energiaváltozás arányos  $|\bar{F}|$ -el:  $\Delta E = K |\bar{F}|$  alakú. Vagyis  $\Delta E$  megméréseivel  $K$  ismeretében  $|\bar{F}|$  kiszámítható.

A  $\Delta E$  energiakülönbséget úgy tudjuk meghatározni, hogy megnézzük, milyen  $\nu = \frac{\Delta E}{h}$  frekvenciájú foton

emissziója vagy abszorpciója idézi elő az  $\bar{F}$  mágneses térben helyet foglaló mágneses dipólus  $\Delta E$  energiával való átkvantálását. Tehát a mágneses tér mérésének feladatát frekvenciamérésre vezetjük vissza. Ez igen előnyös, mert a frekvencia kényelmesen és nagyon pontosan mérhető mennyiség.

A  $K$  arányossági tényező magában foglalja a mágneses nyomatékot és az  $I$  kvantumszámot.

Egy atom, illetőleg molekula impulzusnyomatéka a mikrovilág sajátos törvényszerűségei szerint épül fel az egyes alkotóelemek, az atommag, az elektronpálya impulzusnyomatékából és az elektronspinből.



1. ábra

Hasonlóképpen származtatható az eredő mágneses nyomaték értéke is.

Abban az esetben, ha az elektronhéjból adódó mágneses nyomaték sokszorosa a magnyomatéknak, mágneses dipólusként az elektronhéj mágneses nyomatékát használhatjuk. Akkor viszont, amikor az elektronhéj mágneses momentuma elhanyagolható a mag mágneses nyomatékához képest, a magnyomatékot alkalmazhatjuk. Az első esettel az elektronhéj magnetométereknél, a másodikkal a nukleáris magnetométereknél találkozunk.

Az elektronhéj magnetométerek közé ez ideig két, a gyakorlatban bevált műszertípus tartozik. 1. A rubidium gőz-magnetométer, 2. az ortohélium magnetométer. Míg a héliummag mágneses nyomatéka zérus és így csupán az elektronhéj mutathat mágneses viselkedést, addig a rubidium 87-nél az atommag mágneses nyomatéka is szerepet játszik.

A nukleáris mágneses térerősségmérők közé ez ideig csak a protonprecessziós magnetométer tartozik, bár fluormagokkal is végeztek kísérleteket. Az elnevezésből is következik, hogy itt hidrogénmagok szolgálnak mágneses dipólusként. Az elektronspinhez kapcsolódó mágneses nyomatéknak természetesen kompenzálva kell lennie, ami meg is történik a hidrogén molekulában vagy vegyi kötés révén. Kényelmi szempontból előnyösebb a hidrogént valamilyen nem zavaró nagy hidrogéntartalmú vegyületbe beleépíteni. Mintaanyagként vizet, különböző szénhidrogéneket és alkoholokat szokás felhasználni.

A három felsorolt esetben és különösen víznél  $\mu$  és  $I$  értéke és így  $K$  is, atomfizikai vizsgálatok révén nagy pontossággal ismert.

A kritikus  $\nu$  frekvencia meghatározására a kiválasztott dipólustípusból alkotott mikrosokaság szolgál. Mint tudjuk, az  $m$  kvantumszám  $2I + 1$  értéket vehet fel. A Boltzmann statisztika szerint egyenlő súlyú állapotok ese-

tén a mintaanyagként szolgáló mikrosokaság  $N$  eleme között

$$N_1 : N_2 : N_3 : \dots = e^{-\frac{E_1}{KT}} : e^{-\frac{E_2}{KT}} : e^{-\frac{E_3}{KT}} : \dots$$

arányban oszlik el a részecskék száma a különböző mágneses energiaállapotok között. Az itt leírt állapot termodinamikai egyensúlyt jelent, amely a rendszer  $N$  elemének hőmozgása révén spontán kialakul. Proton esetében  $I=1/2$ ,  $2I+1=2$ . Azaz a magnyomatékok parallel, illetőleg antiparallel álnak be a térhez képest. Ezért a részecskéket energiájuk szerint két csoportba rendezhetjük.

Termodinamikai egyensúlyban:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{e^{-\frac{E_1}{KT}}}{e^{-\frac{E_2}{KT}}} = e^{\frac{(E_1-E_2)}{KT}}$$

és  $\Delta E = E_1 - E_2$

Ortohéliumnál  $I=1$ ,  $2I+1=3$ . Tehát három energianívó szerepel a térrel parallel, antiparallel és merőlegesen beálló elektrondipólus nyomatékok miatt.

Rb<sup>87</sup> esetén még több energianívó jelentkezik.

A kritikus frekvenciát úgy határozhatjuk meg, hogy megzavarjuk a Boltzmann statisztika által leírt termikus eloszlást és a megzavart rendszer viselkedését használjuk fel a kritikus frekvencia megfigyelésére. Protonnál a termodinamikai egyensúlyt olyan módon szokás megzavarni, hogy a magasabb energiaállapotú részecskék számát megnöveljük az alacsonyabb energianívón helyetfoglalók rovására. A zavarás megszűntével egy tranziens állapot lép fel, amelyben a Boltzmann eloszlás helyreáll. A protonoknak az egyensúly visszaállításához szükséges hányada kisugározza a  $\Delta E$  energiátöbbletre jellemző fotonokat. A fotonok egy tekercsben váltófeszültséget keltenek, amelynek frekvenciáját megmérhetjük. A  $K$ /proton arányossági tényezőt nagy pontossággal ismerjük. Így a mágneses térerősség abszolút értékét kiszámíthatjuk.  $|\vec{F}| = 0,5$ -térnél a fotonfrekvencia 2000 Hz közelébe esik. A termodinamikai egyensúly felborítását egy segédmágneses tér bekapcsolása, majd hirtelen megszakítása idézi elő. Optimális viszonyokat akkor kapunk, ha a mérendő és a segédter egymásra merőleges. Az ettől való eltérés csak a mérési hibát befolyásolja.

Az elektronháj magnetométereknél a kritikus fekvencia észlelése azon az alapon történik, hogy a megzavart és a hőmozgás hatására viszonylag lassan visszaálló termodinamikai egyensúly a kritikus frekvenciájú fotonok hatására azonnal bekövetkezik.

A termodinamikai egyensúly megzavarását úgynevezett optikai pumpálással végezzük. Az elnevezés arra utal, hogy egy megfelelő frekvenciájú fény elnyeletésével bizonyos Boltzmann-nívókra több részecskét juttatunk, más nívók rovására. Például az ortohélium alapállapotában a lehetséges energianívók száma három. Ezen három energianívón helyetfoglaló atomok  $10^4$  Å-ös fotonok abszorpciója révén egy lényegesen magasabb energiaállapotba kerülhetnek. Ebből a magas energiaállapotból egyforma valószínűséggel jutnak vissza a három alapenergianívó bármelyikére. A három alapenergianívó azonban nem egyforma valószínűséggel abszorbeálja a  $10^4$  Å-ös fényt. A különböző nívókra vonatkozó abszorpciós valószínűségek a fény és a mágneses tér kö-

zötti szög, valamint a  $10^4$  Å-ös fénypolarizáció viszonyainak függvénye. Az egyes nívók másképp abszorbeálják a jobbra forgó cirkulárpóláros fényt, mint a balra forgó cirkulárpóláros, illetőleg a lineárisan poláros fényt.

A leírt optikai pumpálás segítségével tehát a legjobban abszorbeáló nívót kiüríthetjük. Ennek a nívónak a kiürülését pedig a  $10^4$  Å-ös fény abszorpciójának a lecsökkenése jelzi. Ha most a  $\Delta E$  energiakülönbségnek megfelelő fotonokat juttatunk a sokaságba, ezek visszaállítják a Boltzmann eloszlást, ami a kiürített nívó újrafeltöltését és ezen keresztül a  $10^4$  Å-ös fény abszorpciójának megnövekedését eredményezi. A kritikus frekvenciaértéket tehát fényerősség-változás jelzi. A  $\Delta E$  energiakülönbségnek megfelelő foton frekvenciája  $|\bar{F}| = 0,5\Gamma$  térben 1,4 MHz. Ez a frekvenciaérték 3 nagyságrenddel nagyobb, mint amit hasonló mágneses térben a protonrendszer szolgáltat.

Ennek megfelelően a He magnetométer érzékenységét is lényegesen nagyobbnak kell feltételeznünk. Sajnos a He atomok hőmozgásából eredő Doppler-hatás két nagyságrendet leront. Így, míg a protonprecessziós magnetométerrel elérhető határérzékenység  $0,1 \gamma$ , a He magnetométernél  $0,01 \gamma$ . A He magnetométer  $10^{-3}$  sec-os változásokat még képes követni, ezzel szemben a protonprecessziós magnetométer kb. 1 sec-re vonatkozó időátlagot szolgáltat.

Az elektronhéj magnetométerek a mágneses térerősség abszolút értékét mérik a protonprecessziós magnetométerhez hasonlóan. Az előbbieken azonban ezen a területen nem vehetik fel a versenyt a nukleáris magnetométerekkel. Ugyanis az alkalmazott He gáztöltet nyomása és szennyezettsége kis mértékben befolyásolja a  $K_{He}$  tényezőt. A nemzetközi standardként protonprecessziós mérésre elfogadott víznél ez a körülmény elesik. A kompenzált elektronhéjak által kölcsönösen elszigetelt protonok egymásra gyakorolt zavaró hatása kisebb és állandó. Az elektronhéj magnetométerek ideális abszolút mérőeszközként való alkalmazhatóságát még más körülmény is megghiúsítja. Nevezetesen azáltal, hogy a mikrosokaságot külső elektronmágneses térrel kényszerítjük rá a Boltzmann eloszlás felvételére, bizonytalansági tényezőket viszünk bele a rendszerbe. A nukleáris magnetométereknél ez a veszély eleve nem létezik. Hiszen a nukleon rendszer önmagára hagyva veszi fel a termodinamikai egyensúlyát.

Az összes atomfizikai magnetométereknél a kritikus frekvencia észlelésének jel/zaj viszonya változik az észlelő szerv és a földi tér vektora által bezárt szög szerint. Ebből kifolyólag ezen berendezések határérzékenysége függ a mérőrendszer tájolásától. A  $Rb^{87}$  magnetométernél ezenfelül még a kritikus frekvencia kismértékű tájolásfüggése is jelentkezik. Megjegyzendő, hogy a  $Rb^{87}$  magnetométer határérzékenysége is alatta marad a He magnetométer határérzékenységének. Az elektronhéj magnetométereknél azonos hiba engedése mellett sokkal kisebb tájolási hiba engedhető meg, mint a nukleáris magnetométereknél. Ennek ellenére az elektronhéj magnetométerek a nukleáris magnetométereket teljesen kiszorították az úrkutatás területéről. Ezt könnyen megindokolhatjuk: a protonprecessziós magnetométer csak viszonylag nagy intenzitású terekben képes üzemelni, ugyanakkor súlya és energiaigénye lényegesen nagyobb az elektronhéj magnetométerekénél. Ezenfelül a nukleáris magnetométerek szakaszosan működnek, mintegy 5–10 sec-onként képesek egy mérés elvégzésére. Az elektronhéj magnetométerek viszont folytonos működésűek.

Az elektronhéj magnetométereknél felsorolt előnyökért, mint látjuk az abszolút mérőszám nagyobb bizonytalanságával kell megfizetni.

Ebből a képből most már kibontakozik a különböző magnetoméertípusok úrkutatástól független alkalmazási lehetősége is. A protonprecessziós magnetométer alkalmas arra, hogy merőstandardként alkalmazzuk az obszervatóriumi nívók egységesítésére. Kényelmes eszköz terepi és légi mágneses mérések végzésére is. Az elektronhéjmagnetométerek inkább relatív műszerként kezelendők, bár közel abszolút mérőszámot szolgáltatnak. Igen alkalmasak nagy felbontóképességű relatív mérésekre és kis tehetetlenségüknél fogva gyors regisztrálásra. Gradiensregisztrálóként is új lehetőséget kínálnak. — Bár az előbb elmondott rövid összefoglalásból nem következik, a He magnetométer iránykarakterisztikáját fel lehet használni egy, a földinduktor pontosságát felülmúló inklinométer megszerkesztésére, vagy akár a földi mágneses tér vektorának követésére, illetőleg regisztrálására is.

A mágneses térvektor iránya meghatározható a protonprecessziós magnetométerrel is, ha ismert irányú és nagyságú segédtereket szuperpolálunk a földi térre. Az eredő intenzitásokból  $\vec{F}$  iránya kiszámítható. Ezeknek az úgynevezett protonvektor magnetométereknek a kivitele azonban rendkívül precíz mechanikát igényel.

Most pedig a hazai helyzetet szeretném röviden felvázolni. 1960-ban elkészült az Eötvös L. Tudományegyetem Geofizikai Tanszékén egy obszervatóriumi protonprecessziós magnetométer kísérleti példánya. Jelenleg az Optikai Kutató Laboratóriumban egy teljesen tranzisztorizált és több irányban kiegészített berendezés áll befejezéshez közel. A Geofizikai Tanszéken a Geofizikai Mérőműszergyár, a jelenlegi Gamma Művek megbízásából egy terepmérések céljára alkalmas berendezés készül el rövidesen.

## A III. Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztivál

Az 1959. és 1961. évi sikeres Budapesti Műszaki-Tudományos filmfesztiválok hagyományai alapján 1964. áprilisában Magyarország fővárosa, Budapest, ismét vendégül várja mindazon ipari szervezetek, műszaki, tudományos és oktatási intézetek, filmgyártók képviselőit, akik a technika és tudomány szolgálatában széles nemzetközi nyilvánosság előtt kívánják megismertetni az e tárgykörbe tartozó filmalkotásaikat, az általuk elért technikai és tudományos eredményeket. Jó alkalom a Fesztivál azoknak a szakembereknek is, akik átfogó tapasztalatokat kívánnak megszerezni a nemzetközi műszaki-tudományos haladásról és az ezzel összefüggő filmezés eredményeiről.

Magyarország sikeres munkát végzett a műszaki-tudományos filmfesztiválok megszerzése tekintetében. A résztvevők és érdeklődők számának az elmúlt ilyen rendezvényeken tapasztalt állandó növekedése e kezdeményezés hasznosságát és sikerét bizonyítja.

Az első 1959-ben rendezett Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztivál eredményeinek elismeréseként fogható fel, hogy a Nemzetközi Tudományos Filmszövetség népszerű tudományos film szekciója 1961-ben a II. Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztivál alkalmából azzal egyidejűleg Budapesten tartotta meg ülését, amelynek témája a népszerű tudományos film a műszaki haladás szolgálatában volt. Magyarország kétoldalú műszaki filmkapcsolatai ugyancsak bővülő tendenciát mutatnak. A nyugati országok részére fejlődő kapcsolataink vannak Angliával. Eredményesnek ígérkezik a Belgiummal, Kanadával és Olaszországgal a közeljövőben realizálódó kétoldalú műszaki filmgyüttműködés is.

A legutóbbi 1961. évben tartott II. Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztiválon 25 ország 270 filmmel vett részt. A fesztiválon bemutatott filmek közül 24 film kapott díjat (ebből 9 nagy-díjat, éspedig a Bayer AG (Német Szövetségi Köztársaság), English Steel Corp. Ltd. (Anglia), CERN (Svájc), SZOT (Magyarország), Csehszlovák Akadémia (Csehszlovákia), Masinoexport (Szovjetunió),

Deutsches Zentralinstitut für Lehrmittel (Német Demokratikus Köztársaság), Service du Film de Recherche Scientifique des Universités et Ecoles Françaises (Franciaország), Kulturális Minisztérium (Szovjetunió) filmjei, és 38 további film részesült elismerésben, oklevélben.

A III. Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztivál 1964. április 15 – 25 között kerül megrendezésre. A Rendezőség 1963. év végéig várja a jelentkezéseket és a fesztiválon bemutatásra javasolt filmek beküldését.

Bemutatható minden olyan tudományos műszaki technikai témájú film, amely 1962. január 1. után készült. A fesztivál keretében a Rendezőség csere, vétel és köszönet tárgyában szükséges megbeszélésekre lehetőséget biztosít.

Szakkörökben nagy érdeklődésre tarthat számot a fesztivál keretében és időtartama alatt a műszaki és természettudományi filmek az egyetemi és főiskolai oktatásban címmel rendezett kollokvium. A Rendezőség egyetemektől, főiskoláktól kapott referátumok alapján kívánja vitába bocsátani a műszaki-tudományos filmek felsőfokú oktatásban való alkalmazásával kapcsolatos elvi és gyakorlati kérdéseket.

A műszaki és tudományos filmezéssel foglalkozó szakemberek mint felhasználók és az e munkához szükséges eszközöket előállítók mint gyártók bizonyára örömmel fogadják, hogy a rendezőbizottság vállalkozott a III. Fesztivállal egyidejűleg megtartandó a műszaki-tudományos filmezés és fényképezés eszközeinek (kamera vetítő, fényforrások, fényzárak, optikák, fényképezési anyagok stb.) ismertetését szolgáló bemutató megszervezésére.

A III. Budapesti Műszaki-Tudományos Filmfesztivál rendezőbizottsága (távirati címe: TECHFILMFEST Budapest, V., Szabadság tér 17.) a korábbi fesztiválokhoz hasonlóan gondos előkészítéssel, körültekintő szervezéssel kívánja a résztvevők meglegedését kivívni és a küszöbön álló fesztivál, valamint a hozzákapcsolódó rendezvények sikeres lebonyolítását biztosítani. Jelentkezéseket már is elfogad és kívánságra részletes ismertetőt küld.

# A magyar szeizmikus kutatás helyzete és feladatai

Összeállította: Szeizmikus Munkaközösség\*

A magyar szeizmikus kutatás az utóbbi években bizonyos megtorpanást mutat, ami abban is jelentkezik, hogy a kutatások színvonala elmarad a világszínvonalhoz képest.

Legjelentősebb a lemaradás a műszerkutatási és műszergyártási vonalon. Ez maga után vonja az alkalmazás, a kutatási metodika azon részének hiányosságait, amelyik elválaszthatatlan a műszertechnikától.

Szeizmikus kutatókból álló munkaközösség vizsgálja a tanulmányban ezt a kérdést. Rendszerbe foglalja a hiányosságokat és javaslatokat tesz az elmaradás felszámolására. A javaslatok lényege: a műszerkutatás fejlesztése súlyponttal a magnetofonos berendezés területén és a kiértékelési munkák gépesítése.

За последние годы в области венгерских сейсморазведочных работах отмечается некоторое отставание, проявляющееся и в том, что уровень работ отстает от международного уровня.

Наиболее значительное отставание намечается в области проектно-конструкторских работ и работ по приборостроению. Это влечет за собой недостатки в области методики разведки, неотъемлимой от техники приборостроения.

Этот вопрос рассматривается в данной работе коллективом сейсморазведчиков. Недостатки систематизируются и даются предложения по ликвидации этого отставания. Сущность предложений заключается в следующем: основное внимание должно уделяться работам по созданию аппаратуры с магнитной записью и механизации интерпретации.

Die ungarische seismische Erkundung zeigt in den letzten Jahren eine gewisse Zurückweichung, die sich auch dadurch kundtut, dass das Niveau der Forschungen im Vergleich zum Welt-niveau zurückbleibt.

Der Nachstand ist auf dem Gebiete der Instrumentenforschung und -erzeugung am bedeutendsten. Dies zieht die Mängel jenes Teils der Anwendung und Forschungsmethodik mit sich, der von der Instrumententechnik nicht getrennt werden kann.

Diese Frage wird im Aufsatz von einer aus Seismikern bestehenden Arbeitsgemeinschaft studiert. Sie fasst die Mangelhaftigkeiten in ein System zusammen und breitet zwecks Behebung der Nachstände Vorschläge unter. Die Essenz der Vorschläge: Entwicklung der Instrumentenforschung mit Gewichtspunkt auf dem Gebiete der Magnetofoneinrichtung und Automatisierung der Auswertungsarbeiten.

Ebben a tanulmányban a szeizmika legújabb, nemzetközi fejlődésének lényegesebb, ismert elvei és eredményei alapján elemezni kívánjuk a hazai helyzetet. Az elemzés kapcsán rámutatunk a hazai szeizmika műszer-, módszer- és kiértékelésfejlesztésének műszaki problémáira. Javaslatot teszünk a közeljövőben elvégzendő legsürgősebb teendőkre, hogy szeizmikus tevékenységünk több tekintetben rendezetlen és elmaradt helyzetét felszámolva, a geofizika egyik legfontosabb módszerének hatékonyságát fokozzuk.

A magyar szeizmikusok elégedetlenek, mert úgy vélik, hogy munkájukat nem a legmegfelelőbb körülmények között végzik. Műszereik nem eléggé korszerűek és ennek folyamánaként módszereik és kiértékelési eljárásaik sem olyanok, amelyekkel ők maguk elégedettek lehetnének. A műszer, a módszer és a kiértékelés fejlesztése és fejlődése nem függetleníthető egymástól.

A hiányosságok kiküszöbölésének egyik előfeltétele az, hogy a teendőket illetően a hazai szeizmikusok egyetértsenek. Ez a tanulmány a hazai szeiz-

\* A Szeizmikus munkaközösség tagjai: Ádám Oszkár, Gálfi János, Groholy Tivadar, Molnár Károly, Posgay Károly, Rádlér Béla, Stegena Lajos, Szénás

György. Az előadás elhangzott; a Magyar Geofizikusok Egyesületében 1963. április 11-én.

mika helyzetéről és teendőiről kollektív nézet, amelynek szerzői Ádám Oszkár, Gálfi János, Groholy Tivadar, Molnár Károly, Posgay Károly, Rádlér Béla, Stegena Lajos és Szénás György geofizikusok, az MTA szeizmikus albizottságának tagjai. Ez a munkaközösség elhatározta, hogy megfontoltan, de őszintén megégyeszer körvonalazza a szeizmika helyzetét és teendőit, elszántan arra is, hogy a helyesnek tartott teendők végrehajtásáért minden tőle telhetőt megtegyen.

A szeizmikus kutatás alapja a szeizmikus műszer. Néhány évvel ezelőtt Magyarországon geofizikai műszergyár létesült, amely jelentős szeizmikus műszerexportot bonyolított le. Ez a helyzet a nem kielégítő szeizmikus műszerfejlesztés következtében alaposan megváltozott.

A korszerűtlen műszerekre a vevőkör megritkult és kormányzatunk az önálló geofizikai műszergyárat lényegében megszüntette. Röviden ez a jelenlegi helyzet. Ebből elindulva kell a teendőket meghatározni.

Tekintettel a szeizmikus módszer fontosságára a hazai földtani kutatásokban, továbbá a műszer- és mérés-export lehetőségekre, valamint KGST kötelezettségeinkre, nem szabad a mai helyzetbe belenyugodni. A huszonegyedik órában; vagy talán annak is utolsó percében, az alábbiak végrehajtását javasoljuk:

A mérőműszergyár jogutódjának, a Gamma Optikai Műveknek minden erővel arra kell törekednie, hogy a tranzisztoros refrakciós szeizmikus műszert minél előbb gyártásba vegye (ez meg is indult). Egy KGST tárgyaláson kifejezett nagy érdeklődés és az egybehangzó szakmai nézetek bizonyítják, hogy ezzel a konstrukcióval biztosítani lehetne a vevőkört azokra az átmeneti évekre, amíg a tranzisztoros műszercsalád többi tagja is piacra kerülhet; másrészt a

tranzisztoros refrakciós műszer kidolgozása hasznos tanulmány a hazai szakemberek számára, a műszercsalád többi tagjához.

Tudomásunk szerint a tranzisztoros refrakciós műszer ügye már jóvágányokon fut, de nem ismeretesek a Gamma Optikai Művek egyéb szeizmikus műszerfejlesztési tervei.

Véleményünk szerint a műszerkutatás jelenlegi reális feladata: a részleteiben már többé-kevésbé megvalósított tranzisztoros szeizmikus műszercsaládot mielőbb tető alá kell hozni. E műszercsalád fő részei: refrakciós műszer, magnetofonos berendezés és horizontíró berendezés. A műszercsalád felépítését a szeizmikusok egymás között már alaposan megvitatták és az pillanatnyilag véglegesnek tekinthető. Egyetlen kérdés, hogy a két folyamatban levő magnetofonos fejlesztés melyike épüljön be a műszercsaládba; ezt a kérdést sürgősen el kell dönteni, de sok szól mellett, hogy a Geofizikai Intézet FM rendszerű – és terepen már bevált – műszere legyen a további fejlesztés alapja.

Az a tény, hogy nem rendelkezünk eléggé korszerű szeizmikus műszerekkel, nemcsak a műszerexport és a külföldi mérések elmaradásában jelentkezik, sőt elsősorban nem ott.

Számunkra jelentősebb az a tény, hogy a hazai ásványi nyersanyagkutatás már most is nagyon nélkülözi a korszerű szeizmikus műszereket. Elsősorban azért emeljük fel szavunkat ismét a szeizmikus műszerkutatásért, mert féltő, hogy a korszerű szeizmikus műszer hiánya miatt a hazai nyersanyagkutatás fog néhány éven belül olyan helyzetbe kerülni, amilyenbe a szeizmikus műszer- és mérésexport már jutott.

A hazai szeizmikus műszerkutatás nem teszi feleslegessé, sőt éppen a műszerszerkesztők tanulságára egyenesen megköveteli egy külföldi, legmoder-

nebb szeizmikus mérőberendezés és egy akusztikus karottázsbereendezés mielőbbi beszerzését. Eltekintve a műszertani tapasztalatoktól, egy korszerű szeizmikus berendezés révén képet kapnánk a reflexiós módszer hazai alkalmazhatóságának rendkívül fontos és eddig nem teljesen tisztázott kérdéséről; de bizonyosan új eredményeket adna közvetlenül a kőolajkutatás számára is. Az akusztikus karottázsműszer a refrakciós és a reflexiós kiértékelés nagymérvű javulását eredményezné. Tekintettel a nagy deviza-kihatásra, helyes lenne, ha a szeizmikus kutatásban és a műszergyártásban érdekelt szervek (Kőolajipari Tröszt, Geofizikai Intézet, Gamma Optikai Művek, Nikex) összefognának a két műszer beszerzésére.

Összefoglalva: milyen teendők szükségesek ahhoz, hogy a hazai szeizmikus műszerek fejlesztése terén elérjük a nemzetközi szintet?

1. A műszerkutatás fejlesztése.

2. Olyan anyagi és tárgyi feltételek biztosítása ennek a műszerkutató bázisnak a munkájához, hogy az új konstrukciók deszkamodelljét és műszaki dokumentációját még az elavulás előtt elkészíthesse.

3. A műszerkutató bázis munkatervébe kevés, de a nemzetközi szintnek megfelelő szeizmikus témát kell felvenni, nevezetesen

a) univerzális magnetofonos műszer,

b) korszerű kiértékelő műszer.

4. E két műszer fejlesztését mintaimporttal kell gyorsítani.

\*

A szeizmikus műszerfejlesztéssel kapcsolatos problémák felvetése után áttérünk a metodika fejlesztésének elemzésére.

A szeizmikus méréseknél alkalmazott módszereket tulajdonképpen a mérések elé kitűzött feladatok jel-

lege, valamint a rendelkezésre álló műszerek által megszabott lehetőségek határozzák meg.

A feladatok jellegét viszont az határozza meg, hogy hazánk területe adott földtani felépítésénél (medence jellegénél) fogva két nagy szeizmikus kutatási célkomplexumra bontható:

1. a medencealjzatra és

2. a medenceüledékek öszsletére.

A kutatás metodikai fejlesztésénél tekintetbe kell venni azt is, hogy a felkutatandó ásványi nyersanyag (esetünkben főleg a kőolaj) milyen viszonyban van a medencealjzattal, vagy a medenceüledékekkel, vagy mindkettővel.

Aszerint, hogy a kőolajtelep környezetében a fizikai állandóknak milyen eloszlása uralkodik, kell az alapvető módszerkiválasztást elvégezni (reflexió vagy refrakció).

Emellett tekintetbe kell venni azt is, hogy a medenceüledékek — összetételükénél fogva — sajátos feladatokat nyújtanak a kutatás számára. Sajátos feladatokon pl. a lencsés településű, fiatal, harmadkori öszslet alkotóelemeinek, a lencséknek és a lencsüket közrefogó szinteknek kimutatását értjük. Ezért nevezzük ezt a feladatot sajátosnak, mert az irodalomból ismert külföldi kutatások zömmel nem medencejellegű, hanem táblás területeken történtek. Elképzelhető, hogy bizonyos földtani sajátosságai a magyar medencének még világszínvonalú műszerezettség mellett is abszolút korlátokat szabhatnak a szeizmikus kutatások számára (pl. 5 m magas, 50 m széles kiékelődő lencse — amely egyébként kitűnő olajtároló — manapság még a legkitűnőbb műszerekkel sem mutatható ki.)

Az eddig rendelkezésre állott műszerek azonban sohasem engedték meg azt, hogy metodikai fejlesztésben a legmagasabbra törekedjünk, sőt ha valamely negatívumot a földtani fel-

építés rovására kellett volna írni — ezt a korszerű műszerek hiányában nem jelenthettük ki egyértelműleg.

A kőolajon kívül a szén- és érckutatásnak is megvannak a hazai műszervonatkozású metodikai problémái, amelyre az említettek mutatis mutandis vonatkoznak.

Az eddigiek folyamán Magyarországon a reflexiós és refrakciós mérések különböző változatait alkalmaztuk.

### 1. Reflexiós módszer

Ha az elmondottak alapján, megakarnánk határozni reflexiós méréseink színvonalát a világszínvonalhoz képest, akkor lemaradásként pusztán annyit szabad a hazai mérések rovására elkönyvelni, amennyi a külföldi modern műszerek és az általunk alkalmazottak minősége között fennáll. A hazai méréseknél, a szeizmika alig több mint 10 esztendeje alatt, hagyományos műszerek alkalmazásával kísérleteket végeztünk a léglövéses eljárás, a csoportos geofonos, csoportos lövéses eljárás alkalmazhatóságának eldöntése céljából; ezen túlmenően kiterjedten használtuk fel a geofonközök és a robbantási intervallumok csökkentését is a szeizmikus anyag minőségének javítására. A nehézségeket itt is főképpen a technikai felszerelés hiányossága, tehát csoportosításra alkalmas kisméretű geofonok, és a hozzájuk tartozó kiegészítő felszerelések hiánya jelentette.

A hosszú évek tapasztalata és kísérleti eredmények alapján kialakult és ma is használatos reflexiós mérési metodika, a medenceüledékösszletben levő, települt boltozat jellegű szerkezetek, nagyobb vastagságú kifelődési övezetek, egyes kedvező esetekben törések kimutatására alkalmas. Ezek a problémák azonban nem ölelik fel mindazon feladatcsoportokat, amelyeket ma a korszerű

szeizmikus mérések elé tűznek. Mivel a mérési eljárások végeredményben a műszerek függvényeiként jelentkeznek, az előzőekben elmondott műszerfejlesztési hiányosságok a metodika bizonyosfokú elmaradását is automatikusan magukkal hozták. Ennek tulajdonítható például, hogy nem tudunk kellő súllyal foglalkozni különböző reflektált hullámok (PS, SS stb.), de a longitudinális visszavert hullámok különböző (pl. nagy) frekvenciájú komponenseinek a vizsgálatával sem. Sok problémát okozott és okoz jelenleg is a különféle interferáló beérkezések értelmezése; itt ugyanis — megfelelő műszer hiányában — csak a térítésközök csökkentésével és kiértékelési műfogásokkal tudjuk az eredményeket némileg javítani.

### 2. Refrakciós módszer

A hazai refrakciós mérések kezdeti szakaszában alkalmazott ún. első beérkezéses eljárás az évek során felszínre hozta saját hiányosságait és sokakban már-már afféle nézetek alakultak ki, hogy a refrakciós módszernek a hazai feladatok megoldásánál nincs különösebb jelentősége. Forradalmat jelentett a refrakciós módszer területén a Gamburcev által ismertett korrelációs refrakciós eljárás hazai bevezetése. A néhány éves tapasztalat birtokában most már helyesen körvonalazható a reflexiós mérések szerepe a magyar geofizikai kutatások komplexumában. Eszerint minden olyan feladat megoldásánál, amely a reflexiós módszerrel megoldható, nem célszerű a drágább és kisebb felbontóképességű refrakciós módszert alkalmazni. A többéves tapasztalat szerint — Magyarország földtani sajátosságainak figyelembevételével — a medencealjzat fő kutatási módszerének továbbra is a refrakciós-, míg a medenceüledék-komplexum kutatása fő módszerének

a reflexiós módszert kell tekintenünk.

A refrakciós mérések területén a világszínvonalhoz viszonyított lemaradásunk — ha egyáltalán lemaradásról beszélhetünk — lényegesen kisebb a reflexiós módszernél említettél és — ha a műszergyártás kérdése rendeződik — a megfelelő alapok is biztosítottak látszanak, hogy a világszínvonalal a jövőben is lépést tartunk.

### 3. Mélyszondázás

A kéregkutató szeizmika fejlődési menete határozott egyezést mutat a refrakciós módszer hazai fejlődési menetével. A következő évek feladatai között a mérések helyes arányának a megállapítását, továbbá a szomszédos államokkal való kooperáció megalapozását kell a legfontosabbnak tekintenünk.

\*

A szeizmikus kutatómódszerek területén közelebbi és távolabbi feladataink vannak, vagyis részben a meglévő módszerek további tökéletesítésén, részben pedig új, vagy külföldön sikeresen használt módszerek bevezetésén, ill. hazai kipróbálásán kell munkálkodnunk, mindig szem előtt tartva a magyar medence sajátosságait.

Reflexiós területen a közeljövőben

a) el kell sajátítanunk azokat a legmodernebb hullámkeltési eljárásokat, amelyeket a hazai szeizmikus kutatásban még nem alkalmaztunk (vibrációs stb.);

b) el kell érniük a mély behatolású hullámok észlelését, ill. a hasznos mélység fokozását minden olyan területen, ahol erre lehetőség van;

c) olyan mértékben kell növelni a mérések precizitását, hogy a folytonos korrelálhatóság összes lehetőségei mindenütt biztosítva legyenek;

d) tovább kell tökéletesíteni a geofoncsoportos és egyéb interferenciás rendszereket és ki kell használni az ezek által nyújtott maximális lehetőségeket (tömeges alkalmazással).

Refrakciós területen a közeljövőben

a) nagyobb gondot kell fordítani az energiagerjesztés tökéletesítésére, a robbantópontcsoportosítás gazdaságos alkalmazásának kidolgozására és elterjesztésére;

b) meg kell oldani az észlelési metodika olyan kérdéseit, mint pl. a nehéz szeizmogeológiai körülmények közt alkalmazott észlelési rendszerek kidolgozása;

c) a szeizmogramokon eddig is tapasztalt, de fel nem használt beérkezéseket tovább kell vizsgálni s ezek széleskörű felhasználásának módszertani alapjait ki kell dolgozni;

d) meg kell vizsgálni a váltóhullámokon alapuló kutatási lehetőségeket hazai területeken is.

A szeizmikus módszerek további fejlődése szempontjából szükséges:

a) a méréseknél alkalmazott frekvenciatartomány kiszélesítése mind a reflexiós, mind pedig a refrakciós kutatásokban (ez ugyanis az eddiginél esetleg nagyobb földtani részletezést tesz lehetővé);

b) be kell vezetni a külföldi területeken (SZU) oly nagy sikerrel alkalmazott RNP módszert a bonyolultabb tektonikájú területek megismerésére, főleg a medencealjzat belsejének kutatására;

c) el kell sajátítani a magnetofonos észlelés metodikáját (a műszerek birtokában);

d) újabb módszereket kell kidolgozni a földtani feladatokról függően, pl.:

1. kis amplitudójú szerkezetek kutatása,

2. kiékelődéses övezetek vizsgálata,

3. szeizmikus mérések bányákban.

A kutatómódszerek fejlesztésében – mint látható – elég soktennivalónk akad. A feladatok maradéktalan végrehajtása érdekében javasoljuk, hogy a munkaterületen alakuljon egy „módszertani csoport”, amelynek feladata a fent vázoltakon alapszik. A módszertani csoport tartozzék a Geofizikai Intézethez.

\*

Végül vizsgáljuk meg a szeizmikus kiértékelés helyzetét. Elsősorban a reflexiós feldolgozás terén jelentős a lemaradásunk. A beérkezések bejelölése, a számolás és a szerkesztés hagyományos eljárásokkal folyik. A feldolgozás legszükségesebb, mechanikus része általában teljesen kitölti a feldolgozó részlegek munkaidejét. A beérkezések körülményekénti korrelálását, a dinamikus jellemzők tanulmányozását munkaerőhiány akadályozza.

A nyugati országokban a reflexiós kiértékelés gépesítése az utóbbi évtizedben sokat fejlődött. A fejlődés az analóg számológépek útján indult meg. A fejlődést az alábbi főbb eredményekkel szemléltethetjük:

1. Horizontírás. A filmre, vagy magnetofonszalagra rögzített jeleket felszíni, geometriai és lazaréteggörrekciókkal játszák vissza. A visszajátzásnál a sebességviszonyokat is figyelembe veszik. A megfelelő folytonos rendszerben észlelt felvételeket egymás mellé játsszák vissza és a jeleket változó intenzitás – vagy változóterület-irással rögzítik. Kis dőlések esetén az egymás mellé helyezett szeizmogramok a földtani szelvényt jól imitálják és ez az eredmények áttekinthetőségét, tanulmányozását megkönnyíti.

2. A jel/zaj viszonyt magnetofonos irodai visszajátzó berendezéseken

modern szűrési, keverési és összegezési eljárásokkal javítják; a jelek kialakulását, a zavaró refrakciós, diffrakciós és többszörös beérkezéseket szintetikus szeizmogramokon, horizontszelvényeken és energiaszint-írással tanulmányozzák.

3. A jelenleg kialakulóban levő eljárás: a számjegyes (digitális) rögzítés és feldolgozás nagysebességű elektronikus számológéppel.

Ezeket a feldolgozási módszereket jelenlegi műszaki helyzetünk nem teszi lehetővé. A helyzet javítását irányzó kísérletek a szegényes lehetőségek miatt lassan haladnak. Két munkát érdemes itt megemlíteni:

1. az egyik a műszercsaláddal kapcsolatos horizontíró kidolgozása. A tavalyi kísérletek során a Műszergyárban készített regisztrálót a Geofizikai Intézetben intenzitásíróvá alakítják, s az idén a terepmérésekben felhasználják;

2. a másik említésre méltó eredmény: az OKGT SZKŰ-nél a reflexiós kiértékeléshez olyan szerkesztési módot dolgoztak ki, amelynél a hiperbola kiegyenlítés és az egyéb számítások programozhatók, tehát elvégezhetők számológéppel; a szelvények is mechanizáltan – felületelem-szerkesztővel – fognak készülni.

A kiértékelés meggyorsítására és objektivitásának növelésére egyelőre még mind az „analóg”, mind a „digitális” utat járunk kell. A megkezdett kísérletek alapján folytatni kell a műszercsalád keretein belül az említett egyszerűbb horizontíró kidolgozását. Ez analóg úton fog működni, de egyúttal erőteljesen törekednünk kell a nagysebességű számítógépekben rejlő lehetőségek felhasználására a szeizmikus kiértékelésben is. Az OKGT SZKŰ-nél megindult említett kísérletek mellett javasoljuk, hogy a Geofizikai Intézet mérje fel a digitális szeizmikus kiértékelés hazai kialakításának lehetőségeit. A vázolt

munkákkal kapcsolatban felmerül egy számítógépüzem szükségessége is, amely egyben az egyéb geofizikai módszerek számítási műveleteit is végezhetné.

Célszerű lenne az összes eddigi ipari méréseket újra feldolgozni. Ezt a munkát az alábbi szempontok szerint képzeljük el.

Egyrészt az olyan régi reflexiós anyagot kell feldolgozni, amely a kőolajkutatás mai felfogása szerint is érdekes területre esik. Az ilyen területek feldolgozását azért tartjuk célszerűnek, mert viszonylag kis költséggel juttatna új adatokhoz. Az utóbbi években a kiértékelés szemlélete változott. Felfogásunk főleg a beérkezések bejelölése, korrelációja terén fejlődött. Ezenkívül az újabb fúrásokban végzett sebességszelvényezések, sok új sebességadatot is adtak. Ezeket felhasználva, az új szemlélettel végzett feldolgozás a réginél pontosabb adatokat adna. Az eredmények összehasonlítása a mérések óta mélyült fúrásokkal pedig értékes tapasztalatokkal erősítené a kiértékelést.

A régi eredmények újraértékelésének másik célja országos áttekintő térképek megszerkesztése. Elsősorban a fontosabb sztratigrafiai szinteken, vagy azok közelében meghatározott par excellence szeizmikus szintekre, ezenkívül sebesség szint, sebesség-gradiens szint és abszorpciós szint térképekre gondolunk.

A mérések értelmezéséhez is szükséges folyamatos akusztikus szelvényező (CVL). Beszerzése a szeizmikus kutatások elsőrendű követelménye.

A mérések kiértékelésének és értelmezésének fejlesztése terén egyre nagyobb súlyt kell fektetni a sokat hangoztatott komplexitásra. A geofizikusnak munkájában minden olyan adatot fel kell használnia, amely az eredmények pontosságát és egyértelműségét fokozza. E tekintetben hazánkban még sok a tennivaló. A komp-

lexitás elv helyességéről a geofizikusok meg vannak győződve, azonban csupán a rendelkezésre álló adatok mértékéig alkalmazhatják. Helyes az a törekvés, amely a OKGT Szeizmikus Kutatási Üzemenél kialakulóban van a komplexitás fejlesztése terén.

A kiértékelés és az értelmezés fejlesztéséhez kapcsolódik a kőzetfizikai paraméterek felhasználása. Ez a munka a geofizika céljaira hazánkban szervezeten nem folyik.

A szeizmikus kiértékelés érdekében megvalósítandó teendők:

1. a pontosság fokozása területén;
  - a) szigorú, a dinamikai jellemzőket egyre inkább figyelembe vevő korrelálás;
  - b) a számítások és a szerkesztések elektronikus gépesítése (a szükséges műszereket import útján kell beszerezni);
  - c) az ultraszonikus és hagyományos többgeofonos sebességszelvényezés bevezetése;
  - d) a komplex értelmezéshez szükséges mérések elvégzése;
  - e) kőzetfizikai laboratórium felállítása;
2. a kiértékelés gyorsaságának fokozása érdekében a munkaigényes fázisok irodagépesítése.

\*

Az eddigiekben a magyarországi szeizmikus tevékenység konkrét feladatait elemeztük. Most néhány nagyon fontos általános megállapításra térünk ki.

1. Mint ismeretes, a magyarországi szeizmikus tevékenység sok hasznos ásványi kincs felfedezését eredményezte, s legnagyobb gyakorlati eredményei ott vannak, ahol a legnagyobb méretekben alkalmazták: a kőolajiparban (Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár, Battonya, Tatárülés, Kunmadaras, Nádudvar, Kaba, Ebes, Nagykörös, Görgeteg-Babócsa, Vizvár stb.).

Hogy a CH kutatásban ilyen népgazdaságilag fontos eredmények voltak elérhetők, annak köszönhető, hogy a kőolajiparon belül a geofizikai előkészítő munka mennyiségileg és minőségileg fokozatosan fejlődött. Az évi 700 millió Ft értékű fúrások 100 milliós évi geofizikai munkára támaszkodtak. Nem véletlen tehát a hazai CH kutatófúrások világviszonylatban is kiemelkedő eredményessége az utóbbi néhány évben.

Az érc- és szénkutató szeizmika is meghozta a maga eredményeit Dorog, Mecsek és a Velencei hegység területén. Az OFF fúrási tevékenysége azonban sem a múltban, sem a jelenben közel sem támaszkodik olyan volumenű geofizikai előkészítésre, mint a CH kutató fúrások. Az OFF évi fúrási tevékenysége 268 millió Ft értékű, amely évente csupán 15 millió Ft-os geofizikai munkára támaszkodik (ebből csak 1–2 millió a fúráselőkészítő szeizmika). A szén- és érckutató szakemberek napjainkban nagymértékben igénylik, sőt követelik a megfelelő mennyiségű és minőségű geofizikai munkát, ez azonban nemhogy növekedne, hanem csökken. Minden felelős vezetőnek tudnia kell, hogy nap-

jainkban mélyfúrást geofizikai meg-alapozottság nélkül nem szabad kitűzni.

2. A szeizmikus kutatások nyújtotta lehetőségeket csak részben használják fel s főként az olajiparban, holott a szeizmika eredményei az egész világon közismertek. Lehetőségeink felismerése s kihasználása elengedhetetlen előfeltétele a világszínvonalon álló nyersanyagkutatásnak.

3. Az utóbbi időben egyre több szövesik a „világszínvonalról”. A világszínvonal elérése és tartása nem egyszerű feladat. Csak abban az esetben érhető el és tartható meg a geofizika területén is, ha sikerül az előfeltételeket, a szükséges anyagi eszközöket, a jó szervezettséget, valamint a magas színvonalú hozzáértő szakmai vezetést biztosítani. Amennyiben a világszínvonalat nem érjük el, úgy ennek okait csak a fentiek valamelyikének hiányában kereshetjük.

Szeizmikus szakembereink látják a hazai szeizmika fejlesztésének problémáit és látnák a megvalósulás útját is. Az eredmények eléréséhez az szükséges, hogy felettes szerveink biztosítsák az anyagi és a szervezeti feltételeket.

# A SZCINTILLÁCIÓS MÉRÉS GEOFIZIKAI ALKALMAZÁSAI

## I. Egyszerű lyukműszer problémái\*

SALAMON BATUR

A cikk a radioaktív mérések új elvének, a szcintillációs mérés bevezetésének egyszerű módszerét tárgyalja. Bemutatja a Geofizikai Intézetben készült Geo-R 1362 típusú szcintillációs szondát, a szondával készült kísérleti mérések eredményeit. Ennek során rámutat a GM csöves és szcintillációs szondák kritikai összehasonlítására a radioaktív sugárzás integrális detektálása esetén. A továbbiakban a szcintillációs szonda energiaérzékenységének vizsgálatát ismerteti, különös tekintettel a gamma-spektrum analízisre. Ennek keretében részletesen taglalja a szcintillációs detektor hőérzékenységét. Befejezőleg összefoglaló következtetéseket von le a szcintillációs mérés fejlesztésére, egy precíz lyukműszer tervezési szempontjainak ismertetésében.

Описывается простой способ введения в радиометрические работы нового принципа – сцинтилляционного измерения. Излагается сцинтилляционный зонд типа Geo – R 1362, разработанного в Геофизическом институте, а также и результаты опытных работ, проведенных указанным зондом. При этом дается критическое сопоставление сцинтилляционных зондов с зондами, использующими разрядные счетчики, при интегральном детектировании радиоактивного излучения. В дальнейшем рассматривается вопрос о чувствительности сцинтилляционного зонда к энергии, уделяя при этом особое внимание анализу гамма-спектра. Подробно изучается чувствительность сцинтилляционного детектора к температуре. В заключении делаются выводы о дальнейших направлениях развития сцинтилляционного измерения, с описанием основных путей для проектирования высокоточного скважинного прибора.

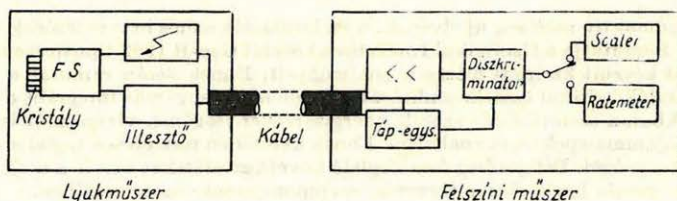
Der Artikel behandelt die einfache Methode der Einführung des neuen Prinzips der radioaktiven Messungen, und zwar die der Szintillationsmessung. Er führt die im Geophysikalischen Institut konstruierte Szintillationssonde Typ. Geo-R 1362, sowie die Ergebnisse der mit der Sonde durchgeführten Versuchsmessungen vor. In diesem Zusammenhang weist er auf den kritischen Vergleich der GM Röhren- und Szintillationssonden im Falle der integralen Detektierung der radioaktiven Strahlung hin. Im weiteren legt er mit besonderer Rücksicht auf die Gesamtspektralanalyse die Untersuchung der Energieempfindlichkeit der Szintillationssonde dar. In diesem Rahmen erfolgt die detaillierte Erörterung der Wärmeempfindlichkeit des Szintillationsdetektors. Abschließend zieht der Artikel in der Bekanntmachung der Konstruktionsgesichtspunkte eines präzisen Log-Instrumentes für die Entwicklung der Szintillationsmessung zusammenfassende Schlussfolgerungen ab.

A radioaktív sugárzásnak szcintillációs módszerrel történő mérése már több évtizede ismert probléma. Elvégzésére alkalmas műszer elvi elrendezését az 1. ábra mutatja be. Az optikai csatolásba hozott szcintillátor és fotoelektronszorzó egy megfelelő illesztő-fokozattal képezi a mérőfejet. A mérőfej impulzusai az erősítőre jutnak, majd a felerősített jeleket a diszkriminátorra vezetjük. A diszkriminátor kimenő jeleit numerikus számlálóval, vagy impulzussűrűség mérővel regisztráljuk. A nagyfeszültségű áramforrás a fotoelektronszorzó tápfeszültségét szolgáltatja.

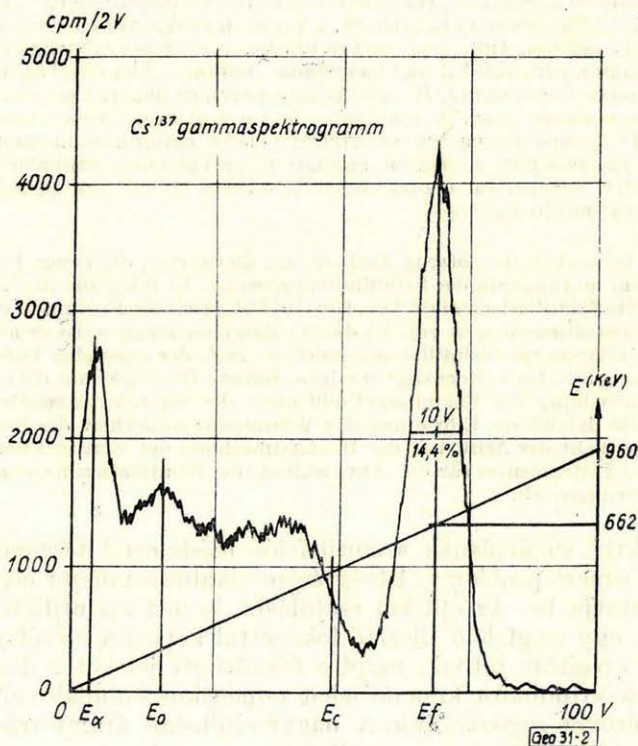
Ez a mérési elrendezés lényegileg nem tér el egy GM csöves számlálótól, amennyiben nem fordítunk nagyobb figyelmet a szigorúbb stabilitási követelményekre és a detektor, illetve a felerősített jelek amplitúdó-diszkriminálására. Ez az amplitúdó-diszkriminálás adja meg a lehetőséget a gamma sugárzás energiájának meghatározására.

\* A Magyar Geofizikusok Egyesületében 1962. december 7-én elhangzott előadás.

A szcintillációs mérés-technika tanulmányozására, a kapcsolatos műszeres problémák tisztázására, valamint szcintillációs szondánk bemérésére készítettünk egy, a célnak megfelelő szcintillációs számlálót. A szcintillációs számlálónk kielégíti a közepes teljesítőképességű egycsatornás, automatikus, analóg amplitúdó-analizátorral szembeni követelményeket. A műszer megépítésének fontosságát döntően kiemelte az a tény, hogy akkoriban, de jelenleg is, ilyen műszer hazai piacon nem kapható.



1. ábra



2. ábra

A műszer az 1. ábrán bemutatottnak továbbfejlesztése. Tartalmaz egy nagy pontosságú nagyfeszültségű áramforrást, szélessávú, nagyszintű lineáris erősítőt, egycsatornás amplitúdó-analizátort, számláló és rate-meter fokozatot.

A műszerhez csatlakoztatott direktíró segítségével kiképzett automatikai körrel módunkban áll automatikus differenciál spektrogram felvétele. A

műszer helyes működését bizonyítja a 2. ábra, mely a nemzetközileg referenciának elfogadott Cs<sup>137</sup>-es izotópról készített spektrogramot mutatja be. Az elméleti spektrumhoz viszonyítva felismerhetjük a lényegi eltéréseket. Az egyik döntő eltérés az, hogy az elméleti spektrum éles határvonalai – fotonal, Compton-él – a mérés statisztikai hibájából kifolyólag elmosódnak és egy középérték körül ingadoznak. További különbség az impulzusszám ingadozása, mely szintén statisztikus. S végül a mérési elrendezésből adódó egyéb eltérések: a Compton-effektusból eredő ún. visszaszóródási csúcs ( $E_0$ ), valamint a Cs<sup>137</sup> izotópból származó krakterisztikus röntgensugárzás fotocúcsa ( $E_a$ ).

További vizsgálataink során mindig az ismert differenciálspektrumot mérjük meg egy beállított körülmény között és a spektrum változásból következtetünk a beállított körülmény hatására.

A GEO-R 1362 típusú szonda elvi felépítése



3. ábra

Tervünk egy szcintillációs szonda kidolgozása volt. A célszerűségnek megfelelően tekintetbe vettük az adott körülményeket, s így az Intézetben kidolgozott Geo-R 7 típusú felszíni adapterhez csatlakoztunk.

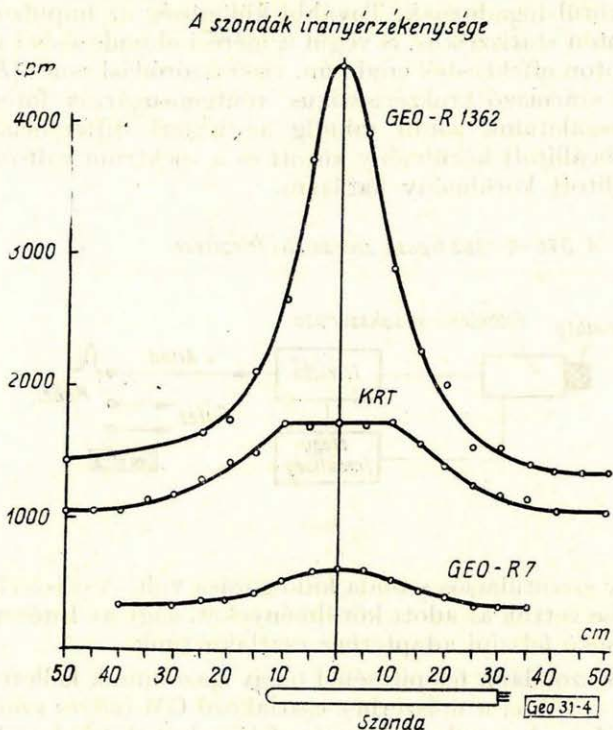
Szcintillációs szondánk felépítésénél tehát igazodnunk kellett az adott felszíni műszerhez, továbbá a műszerhez csatlakozó GM csöves szondák elektronikus megoldásaihoz. A szonda elektromos felépítésének tömbvázlatát mutatja be a 3. ábra. Tartalmaz egy nagyfeszültségű, stabilizált áramforrást a fotoelektronsokszorozó tápfeszültségének előállítására. A fotoelektronsokszorozó kimenő impulzusait egy elektroncsövet tartalmazó illesztő fokozatra vezetjük. A háromerű kábel két érén a csövek fűtőáramát, a harmadik érén az anódfeszültség pozitív pontját visszük a szondába. Az anódfeszültség-érén kerül a felszínre a jel, ugyanis az illesztő-fokozat transzformátor megoldású munka-impedanciája a felszíni adapterben van elhelyezve. Így a szokástól eltérő tervezési módon, az adott, kényszerítő feltételnek a figyelembevételével csatlakoztattuk a bemutatott szondát a felszíni készülékhez. Lényegileg nem tettünk egyebet, mint a GM csöves detektorok helyett szcintillációs detektort helyezni a szondába.

Szcintillációs szondánkkal laboratóriumi és terepi viszonyok között összehasonlító méréseket végeztünk, az eddigi GM csöves szondáinkkal.

A Geo-R 7-es műszerhez az Intézetben alkalmazzák a műszerrel eredetileg együtt készült 30 mm átmérőjű szondát, s az átalakított szovjet KRT típusú szondát.

A 4. ábrán az említett két szonda és a szcintillációs szonda irányérzékenysége van feltüntetve. A méréseket a szondák tengelysíkjában Co<sup>60</sup>-as izotóppal végeztük. A mérés eredményeiről azt mondhatjuk, hogy a GM csöves szondák-

hoz viszonyítva a szcintillációs szonda irányérzékenysége feltűnően jobb, s így vékonyabb rétegek kimutatására alkalmas. A szcintillációs szonda irányérzékenységét még jobban élesíthetjük a szcintillátor előtti és mögötti ólomárnyékolással, melyet itt még nem alkalmaztunk.



4. ábra

A mérésekből megállapíthatjuk, hogy a  $\text{Co}^{60}$  energiáira a szcintillációs szonda az alábbi impulzusszám növekedést adja:

	GM csöves szondák	
	30 mm	KRT
1. effektív nyereség		
$N_{sz}/N_{GM}$	5,0	1,5
2. geometriai nyereség		
$\frac{N_{sz}/N_{GM}}{G_{sz}/G_{GM}}$	11,5	14,1

viszonyítva.

A szcintillációs szonda működését fűrólyukban is megvizsgáltuk. Az 5. ábrán egyrészt a reprodukálóképességet figyeltük meg. (A szelvények el vannak tolvva egymástól, hogy jobban láthatók legyenek.) A szelvényekből megállapí-

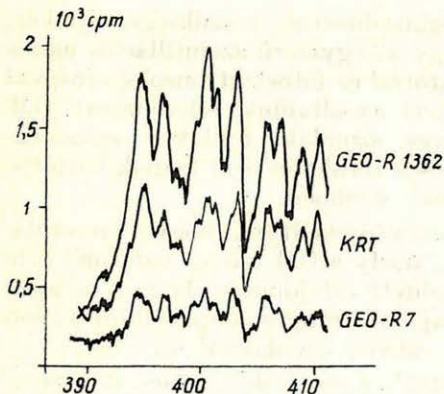
tottuk, hogy a szcintillációs szonda reprodukálóképessége egy jó GM csöves szondával azonos, s az integrálás valószínű hibáján belül van.

Az 5. ábra másik részében ugyanazon fúrólukban a 30 mm-es, a 60 mm-es KRT és a szcintillációs szondával történt természetes gamma felvételt együtt ábrázoltuk. Az impulzusszám különbségek csak közelítőleg egyeznek az előzőkben említett effektív nyereséggel. Az eltérés valószínűleg a lyukviszonyok között levő sugárzás energiája miatt következett be, melyből arra lehet következtetni, hogy a fúróluk természetes gamma sugárzása keményebb volt a  $Co^{60}$  energiájánál. A szelvény értelmezhetőségét segítő relatív differenciálás – a maximum/minimum viszony – csak kis mértékben növekedik a szcintillációs felvételnél. (KRT = 2, Geo-R 1362 = 2,5.) Ennek okát a szovjet kutatók eredményeire alapítva az elégtelen, vagy egyáltalán nem alkalmazott diszkriminálásban látjuk. Erre a célszerű diszkriminálásra a Geo-R 7 műszer nem adott lehetőséget.

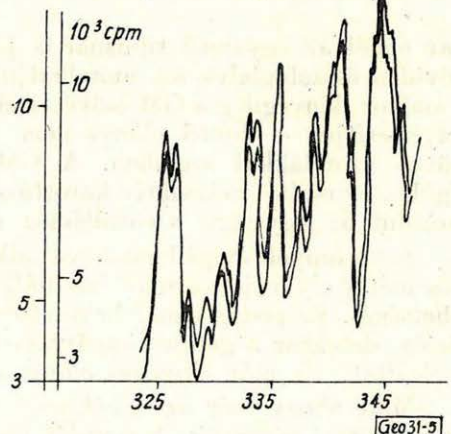
Következtetéseink: Az egyszerű szcintillációs szonda a hagyományosnak nevezhető GM csöves szondákkal szemben nem hoz jelentős előnyt. A bemutatott GM csöves szondával szemben – melyben az Intézetben kidolgozott 4 db NG 420-as GM számláló cső van – az impulzusszámnövekedés a szelvények szerint kb. 60%. Ezt a 60%-os nyereséget csak az alkalmazott szcintillátorral értük el, s vannak tapasztalataink, amikor kisméretű szcintillátorral történt méréseinknél jóval kisebb impulzusszámot kapunk. Itt azonban rögtön meg kell jegyezni, hogy a csatlakozó Geo-R 7 felszíni készülék felbontási ideje nagy számlálási veszteséget okozott. Ugyanis, amíg a GM csöves szonda felszínen megjelenő impulzusai kb.  $300/\mu\text{sec}$  szélesek, a szcintillációs jelek  $40 \mu\text{sec}$ -osak és a felszíni készülék felbontási ideje 3,5 msec! Ez a felbontási idő a szcintillációs mérést jobban terhelte.

Tehát a felszíni készülék nagy felbontási ideje nem megengedhető és egy a jövőben tervezendő készüléknél legalább a szcintillációs szonda jeleinek tartamára kell csökkenteni. Sajátos előnyt jelent a szcintillációs szonda élesebb irányérzékenysége, melyet a 4. ábrán mutattunk be. A kisméretű szcintillátorral elérhető jobb rétegfelbontást a gyakorlat igazolhatja.

A szondák összehasonlító mérése mélyfúrásban

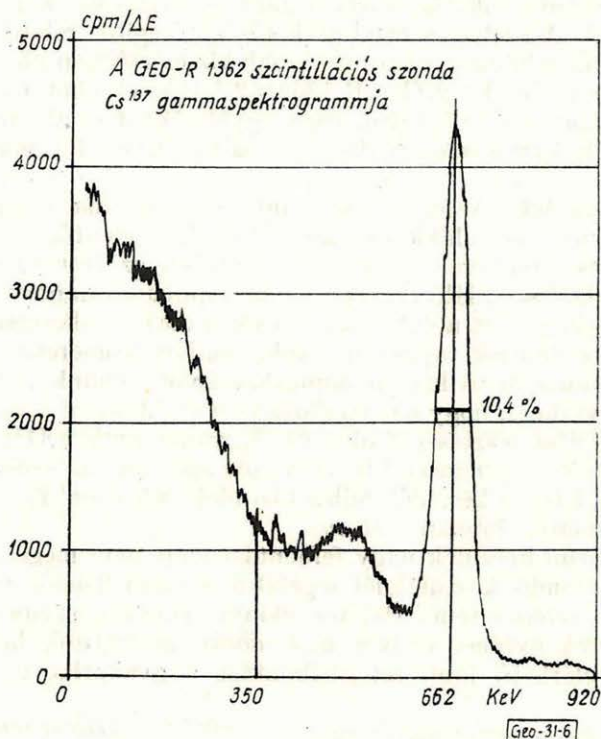


A GEO-R 1362 szonda reprodukáló-képességének vizsgálata mélyfúrásban



5. ábra

Ezekkel együtt a szcintillációs szonda szigorúbb elektronikus stabilitást követel. Amíg a GM csöves detektornál, egy jó GM cső adatait tekintve gyakorlatilag pontos méréshez a nagyfeszültség 1–2%-os stabilitása teljesen kielégítő, addig a szcintillációs mérésnél kb. 0,1% pontosságot kell elérni. És általában minden, a jel amplitúdóját befolyásoló paraméterben nagyobb stabilitást kell biztosítani. Ez technikailag nehéz feladat, de megoldható.



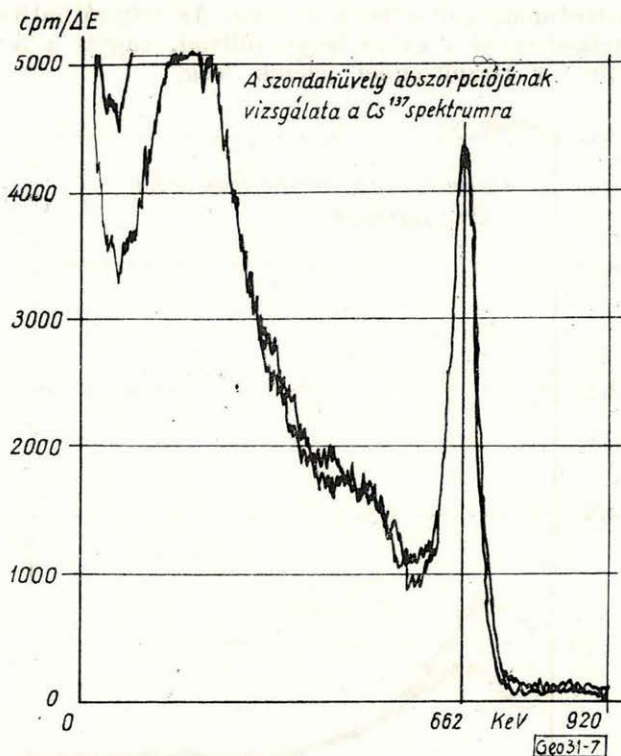
6. ábra

Már ennél az egyszerű típusnál is jól megközelítettük a szükséges értéket. Röviden összefoglalva azt mondhatjuk, hogy az egyszerű szcintillációs mérés – amikor lényegileg a GM csövet szcintillátorral és fotoelektronsokszorozóval helyettesítjük – döntő előnyt nem jelentett az általunk alkalmazott GM csöves szondákkal szemben. A GM csöves szondák, tekintve egyszerűségüket az eddigi radioaktív karottázs mérések területén nem fognak háttérbe szorulni az egyszerű szcintillációs méréssel szemben.

Ezen tények megállapításával inkább arra törekedtünk, hogy a szcintillációs mérés olyan jellemzőjét használjuk ki, amely a GM csöves mérésnél nem lehetséges. Ez pedig a már bevezetőben említett tulajdonság, hogy a szcintillációs detektor a gamma sugárzás energiájával arányos amplitúdójú jeleket szolgáltat. Ez már lényeges előny a GM csöves szondákkal szemben.

Mint ahogy már az előzőekben említettük a méréseket a Geo-R 1260-as analízátorral végeztük. A szondát illesztettük az analízátorhoz, és a szokásos Cs<sup>137</sup> spektrumot mértük meg. Az eredményt a 6. ábrán mutatjuk be. Ha össze-

hasonlítjuk a szabályos mérőfejjel felvett spektrogrammal, akkor elmondhatjuk, hogy a fotocsőcs karesúbb, jobb a felbontás. Ennek magyarázatát az alkalmazott felszíni illesztésben találtuk meg, mely hajlamos volt az amplitúdók stabilizálására. Bebizonyosodott, hogy egyszerű úton is kielégítő eredményt kapunk.

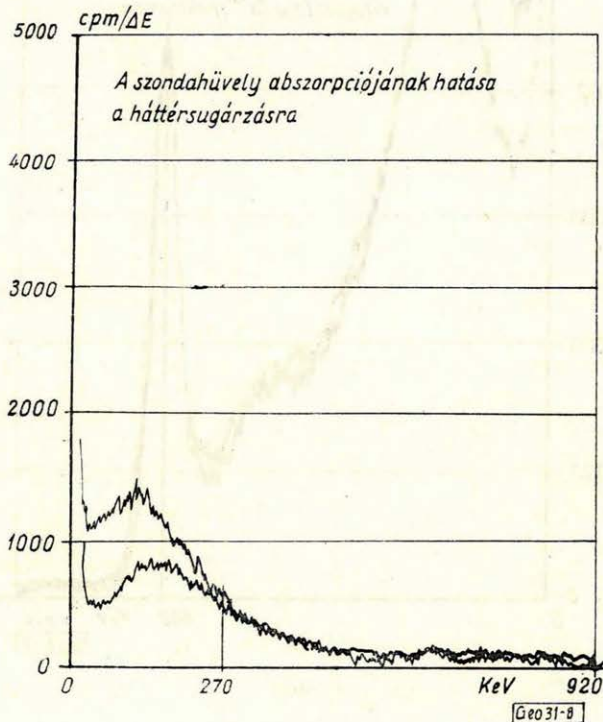


7. ábra

Az előző felvétel szonda-hüvely nélkül készült. Megvizsgáltuk a szonda-hüvely abszorpciójának hatását is. Ezt mutatjuk be a 7. ábrán. Itt az izotóp más geometriában sugározza be a kristályt, ezért nagyobb a zavaró háttér. Ez viszont inkább jellemzőbb lehet a lyukviszonyokra. A kis energiák felé nehéz az összehasonlítás. Ezért megmértük a háttérsugárzást is (8. ábra). E két felvétel összevetéséből azt állapíthatjuk meg, hogy ez a szonda kb. 0,3 MeV felett intenzitáshű. Figyelembe véve a spektrum kis energiák felé való halmozódó jellegét – a jelszállítás elégtelen volta miatt – a szonda energia-küszöbét 0,35 MeV-re állapíthatjuk meg.

Vizsgálatainkat elsősorban a hőmérséklet hatásának megállapítására irányítottuk. Az alkalmazott RCA 6199-es fotoelektronsokszorozó specifikált maximális hőmérséklete 75 C°. Az alkalmazott NaJ (Tl) kristály olvadási hőmérséklete 651 C°. Vizsgálati tartományunkat 100 C°-ig terjesztettük ki. Ugyanis a szonda egyéb elektronikus áramkörei 100 C°-ig gyakorlatilag kifogástalanul működnek.

A hőmérsékleti vizsgálatokat laboratóriumban végeztük el. A szonda végét – a kristályt és a fotoelektronsokszorozót – nyíláson át vezettük be a szárítószekrénybe. A hőmérsékletet a fotoelektronsokszorozó, illetve a kristály házában mértük. Felmelegítéskor biztonságosan kb. 1,5 óráig tartottuk 100 C°-on és önlehűlés útján mértük a többi vizsgálati pontot. A mérést az említett úton, a fotocsőcs elmozdulásával regisztráltuk. Egy ilyen regisztrátumot mutat be a 9. ábra. Az ábráról láthatjuk, hogy a hőmérséklet emelkedésével a csúcs helye süllyed, vagyis a fotocsőcs mind kisebb diszkriminátor feszültségnél jelenik meg.



8. ábra

A 9. ábrán látható felvételtől megszerkeszthetjük az amplitúdóesést a hőmérséklet függvényében. Ez látható a 10. ábrán. A 10. ábra a kristály és a fotoelektronsokszorozó együttes viselkedését mutatja be. Feltehetőleg e két összetevő különbözően viselkedik a hőmérséklet hatására. Ezért szétválasztottuk oly módon, hogy megvizsgáltuk csak a fotoelektronsokszorozó erősítésének hőfüggését. Erre a célra építettünk egy ún. fényimpulzus-adót. Ez a fényimpulzus-adó helyettesítette a kristályból érkező fényvillanásokat. A fényimpulzus-adó a vizsgált hőmérsékleti tartományban semmiféle változást nem mutatott, s így a fotoelektronsokszorozó változását módunkban volt megfigyelni.

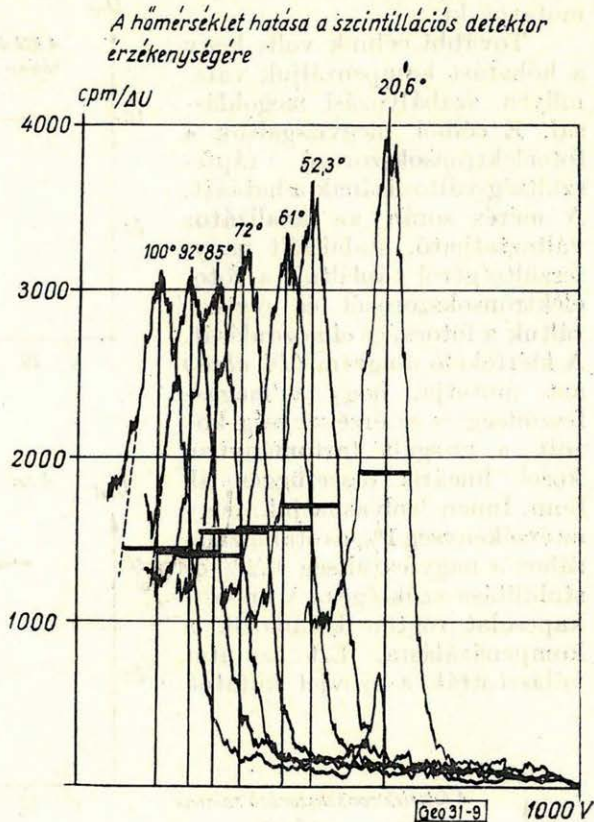
A mérésadatokból szerkesztett grafikont a 11. ábrán láthatjuk. Az eredmény azt mutatja, hogy 50 C°-ig az erősítés nem változott, a specifikált hőmérsékleti határig (75 C°) csak kis mértékben esett (5%) és 100°-nál kb. 19%-

kal csökkent az érzékenysége. Ez az eredmény eltér attól a várakozástól, hogy a fotoelektronsokszorozó érzékenysége a hőmérséklettől állandóan függ és nincs stabil tartomány.

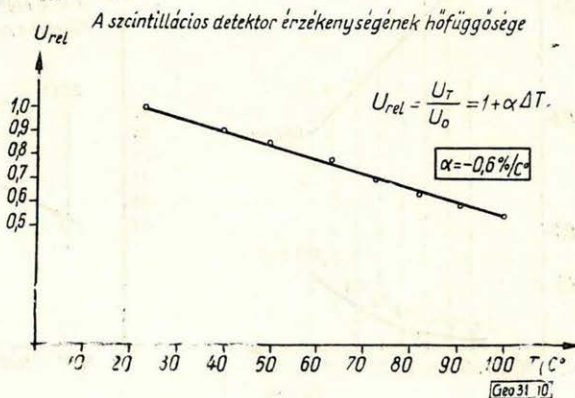
A 12. ábrán a két mérést vetettük össze, s azokból megszerkesztettük a kristályra vonatkozó érzékenység-változást. Megjegyzem, hogy méréseink átlagértékek és pontosságuk  $\pm 3\%$ -ra becsülhető.

E mérésekből azt a következtetést kell levonnunk, hogy az energiamérés, és általában a szcintillációs mérés során hőkompenzálást kell alkalmazni a mérhető hőkoefficiensnek megfelelően. Hőkompenzálás nélkül a mérés teljesen hamis, s hőkompenzálás nélküli műszerek nem alkalmazhatók mélyfúrásban.

A hőmérséklet hatása közül jelentős még a fotoelektronsokszorozóban keletkező zaj. A termikus zajt úgy mértük meg, hogy a szcintillációs kristályt kiemeltük és a fotoelektronsokszorozót optikailag sötétbe zártuk. A zajspektrumot is az analizátorral vetettük fel. A mérés eredményeit kiértékelő grafikont a 13. ábra mutatja be. Az értékeket a nemzetközileg elfogadott 60 imp/min zajnívóra határoztuk meg. Az ábrán egyben feltüntettük a Cs<sup>137</sup> amplitúdóit is a hőmérséklet függvényében. Az összevetés azért fontos, hogy megállapíthassuk a jel/zaj viszonyt, illetve hogy a zajamplitúdók milyen energiaküszöböt jelentenek. E célból a hőmérsékleti pontokon fellépő zajhoz energiaértéket rendeltünk a Cs<sup>137</sup>



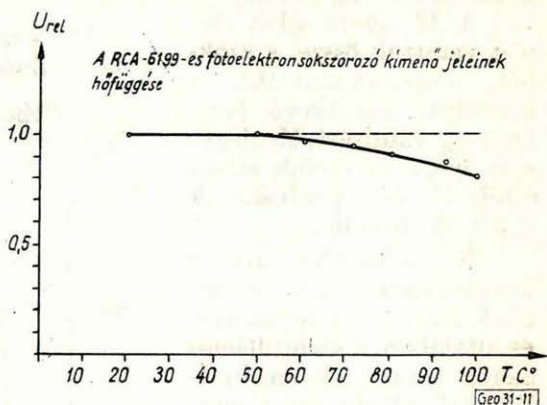
9. ábra



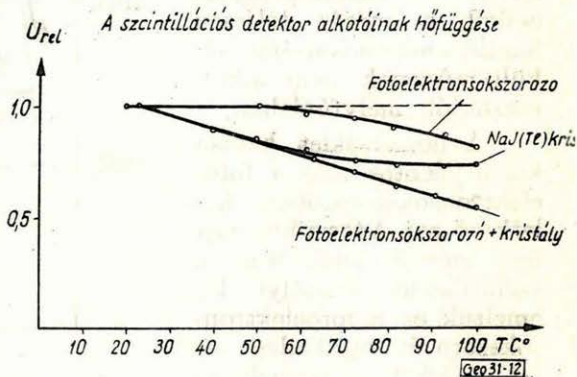
10. ábra

amplitúdóira vonatkozóan. Ez az eredmény az adott körülményeknek megfelelő, s jobb mint a szovjet publikációban talált közlemény, ami a FEU csövek nagyobb hőemisszióját mutatja ki.

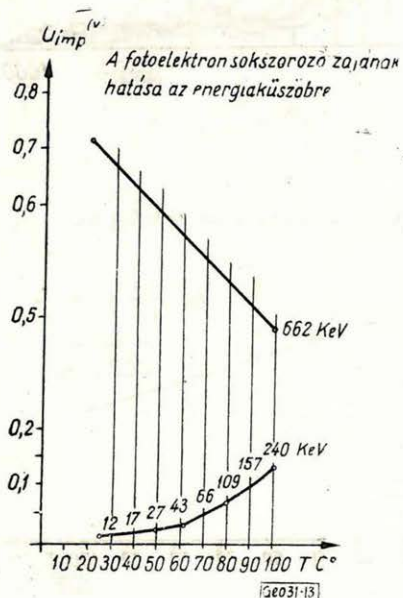
További célunk volt, hogy a hőhatást kompenzáljuk valamilyen szabályozási megoldással. E célból megvizsgáltuk a fotoelektronsokszorozó tápfeszültség-változásának a hatását. A mérés során az analizátor változtatható, stabilizált nagyfeszültségéről tápláltuk a fotoelektronsokszorozót és regisztráltuk a fotocsúcs elmozdulását. A kiértékelő diagram (14. ábra) azt mutatja, hogy a magasfeszültség és az érzékenység között a vizsgált tartományban közel lineáris összefüggés áll fenn. Innen leolvashatjuk, hogy az érzékenység 1%-os stabilizálásához a nagyfeszültség 0,2%-os stabilitása szükséges. A lineáris kapcsolat rögtön kínálkozik a kompenzálásra. Ezt az utat választották a szovjet kutatók



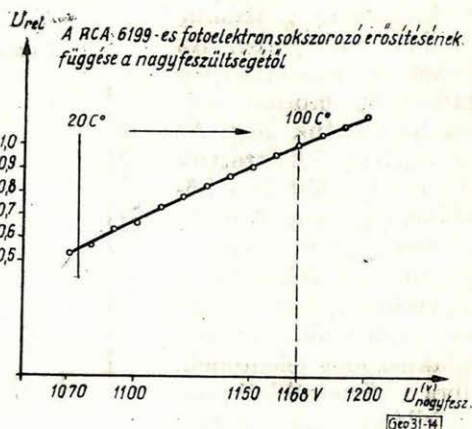
11. ábra



12. ábra



13. ábra

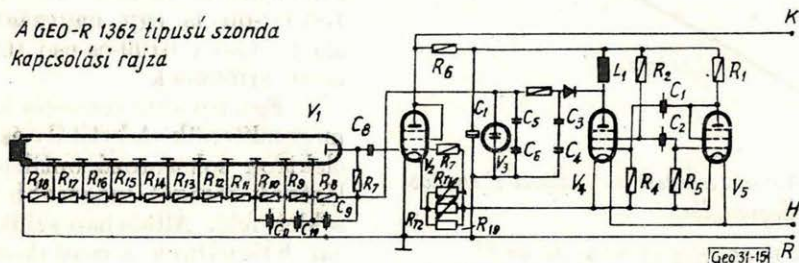


14. ábra

szabályozó rendszerük végrehajtó jeleként. Mi azonban úgy gondoltuk, hogy olyan úton a nagyfeszültség egyéb változásokkal szemben stabilizálatlan marad. Nem is szólva arról, hogy ez a megoldás komplikált és az adott körülmények között nem is lehetett megoldani.

Más utat kerestünk, és e célból megvizsgáltuk a szonda érzékenységét a fűtőáram függvényében. Ezzel nem kaptunk jó eredményt. Azonban kínálkozott a fűtőáram és az illesztő cső előfeszültségének egyértelmű szabályozása. Mint ahogy már említettem, csak a rendelkezésre álló Geo-R 7-hez csatlakoztatható szondát akartunk készíteni, s ezért az adott elektrotechnikai adatokat használhattuk ki. Csak egy egyszerű szabályozás — pl. termisztor — alkalmazása volt lehetséges.

A GEO-R 1362 típusú szonda kapcsolási rajza



15. ábra

Nézzük meg a szonda elektronikus kapcsolását a 15. ábrán. A fűtőkörben elhelyezett hőérzékeny ellenállások ( $R_{T1}$ ,  $R_{T2}$ ) úgy dolgoznak, hogy a hőmérséklet emelkedésekor csökkentik ellenállásukat, ezzel nő a fűtőáram és csökken a  $V_2$  cső előfeszültsége, vagyis nő a szonda erősítése. A szabályozó ellenállások hatását megmértük. A 16. ábrán látható a fűtőáram változásának eredménye az erősítésen. Az abcisszán feltüntettük a hozzátartozó ellenállás értéket is. Az ábrán azt is bemutatjuk, hogy a fűtőáram változása következtében megváltozó nagyfeszültség is jó irányba hat az erősítésre.

A szabályozó ellenállások eredője soha nem lehet nulla, ezért már számolnunk kell azzal, hogy a teljes tartományt nem tudjuk kihasználni. E hiányosság figyelembevételével azt tettük, hogy melegen —  $100^\circ\text{C}$  — olyan értékre sőtöljük a termisztorokat (az  $R_{19}$  ellenállással), hogy a maximális áram folyjon, míg a lehűléskor az ellenállások eredője nő, és a detektor érzékenységének ilyenkor bekövetkező növekedését, az eredő ellenállás értékének emelkedése következtében beálló erősítés-csökkenés kompenzálja.

A felvételek kiértékelését a 17. ábra mutatja be. Erről azt olvashatjuk le, hogy ilyen primitív úton sikerült max.  $60^\circ\text{C}$ -ig gyakorlatilag kielégítő pontossággal működő szcintillációs szondát készíteni.

Eredményünk kompromisszumos megoldásokat tartalmaz, s ezért nem elég pontos, másrészt az ipar és a gyakorlat által támasztott igényeket nem elégíti ki. Itt elsősorban gondolok a nagymélységű és magas hőmérsékletű mérések elvégzésére.

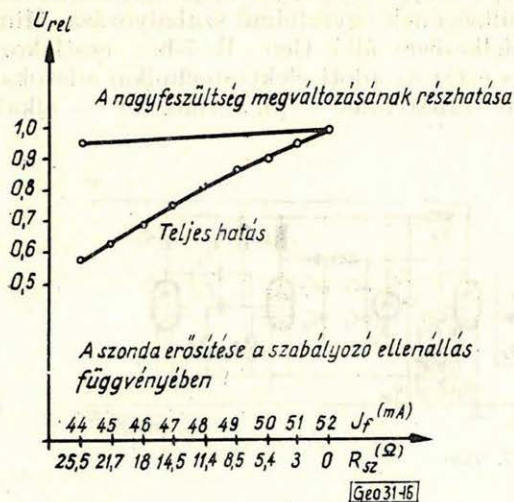
További célunk ezért elsősorban a hőstabilitás megoldására irányul. Ennek a megoldásakor továbbra is a lehető legegyszerűbb gyakorlati használhatóságra törekszünk. Ismerve a terepmunkálatok jellegét, teljesen alkalmatlannak tartunk mindenféle termosztátban történő hűtés alkalmazását. A szovjet kutatók is lemondtak erről, és elektronikus hőkompenzálást alkalmaz-

nak. Az általuk követett út, az ún. reper-forrással történő automatikus érzékenység szabályozás igen szellemes, de bonyolult megoldás.

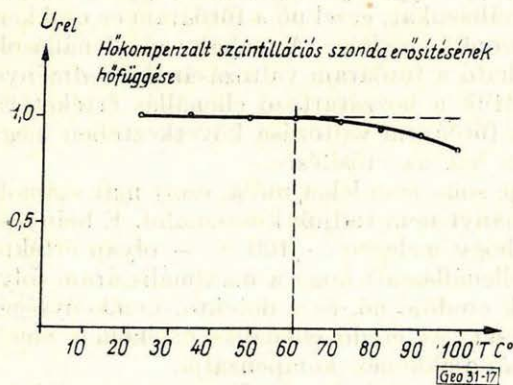
A laboratóriumunkban kidolgozott, igen kis belső hődisszipációjú szonda-elektronikák 120 C°-ig működnek teljesen kielégítő pontossággal. Így csupán a detektor hőproblémája a döntő. Irodalmi adatok szerint egy nyugati cég olyan fotoelektronsokszorozót gyárt, mely 150 C°-on is kielégítően működik. Ennek a magashőmérsékletű csőnek különös tulajdonsága az alacsony zajárma: 100 C°-on olyan zajárma van, mint az alkalmazott 6199-es csőnek 20 C°-on és 150 C°-on is egy nagyságrenddel alatta van a 6199-es cső 100 C°-on mért értékének.

Egy további tényezőt kell még megemlítenünk. A kristály és a fotoelektron sokszorozó optikai csatlakozásának jóságát magasabb hőmérséklet felé. Általában szilikon olajat használunk a csatlakozó felületek között. A jó optikai illesztés – a törési indexek egyenlősége és stabilitása – nem szabad, hogy változzék a hőmérséklet hatására.

Hátra van még a szcintillátor problémája. Olyan szcintillátor anyagokra van szükség, mely a hőmérséklet változására az érzékenységét nem változtatja. A szovjet irodalomból ismeretes, hogy a KJ kristályú detektor, a hőmérséklet változásakor közelítőleg konstans jeleket ad. KJ-ot azért nem alkalmaznak, mert a NaJ-hoz képest kb. 4-szer kisebb a hatásfoka. Ezáltal kis jelimpulzusokat ad, és a magas hőmérséklet felé romlik a jel/zaj viszony, ami a zavarmentes detektálási energia-küszöböt rohamosan emeli. Ez a fenn-



16. ábra



17. ábra

tartás csak az általánosan alkalmazott fotoelektronsokszorozókkal szemben jogos, de az említett speciális csőnél már elvethető, mivel itt a termikus emisszió kicsi. A KJ további előnye, hogy nem nedvszívó, s így nem kell montírozni, lezárni. Ez a probléma súlyosan jelentkezik pl. a NaJ esetében. Ugyanis a NaJ kristály felületét, mely a fotoelektronsokszorozóhoz csatlakozik plexi-üveggel szokták lezárni. A hőmérséklet emelésekor a plexi meglágyul és elválik a kristálytól, mely ezért egyre inkább hasznavehetetlenné válik. A KJ kristálynak van egy hátránya. A K<sup>40</sup>-es természetes izotóp nemkívánatos háttér-zavart okoz. A K<sup>40</sup> 1,36 MeV béta és 1,46 MeV gamma sugárzása a

mérési tartományban fekszik és irodalmi adatok szerint 4 kvantum/sec/g intenzitású.

Kutatásainkkal a neutron detektálás felé is szeretnénk terjeszkedni. Ez is minőségi változást jelentene a karottázis mérésekben. Sajnos, a beszerezhető neutron szcintillátorok csak 35 °C-ig használhatóak. Ez a kérdés még detektálási szempontból is nagyon nyitott. A lassú neutronok detektálása LiJ = = (Tl), LiF szcintillátorokkal valószínűleg megoldható, míg a gyors neutronok moderálása már nehezebb probléma. Ezt a kérdést természetesen még laboratóriumi viszonyok között kell tisztázni.

Meg szeretném említeni az energia-küszöb kérdését. Tihanyi László kollegánknak a VIII. Szimpozionon előadott elgondolása szerint a természetes spektrumok mérése során atomsúly szerinti elkülönítéshez juthatnánk. A természetes spektrumok alacsony energiák felé (20 – 30 keV) jól elkülöníthetőek. Ennek az energiának a mérése lehetséges volna pl. alumínium szondacsőben. Azonban elektronikus nehézségek vannak a már említett zajok miatt. Minden esetre törekedni fogunk az új szondatípusnál az energiaküszöböt minél alacsonyabbra szorítani.

## Rövid beszámoló a Bécsi Nemzetközi Vásárról

A Magyar Geofizikusok Egyesülete kezdeményezésére Dankházi László és Fábíán András 1963. szeptember 12–17-e között bécsi társasutazáson vettek részt.

Bécsi tartózkodásuk alatt a város megtekintése mellett, meglátogatták a Bécsi Nemzetközi Vásárt. Érdeklődésük elsősorban a szerszámgépipar, valamint a híradástechnikai és elektronikus műszeripar felé irányult.

A szerszámgépkiallítás elsősorban az osztrák középüzemek anyagmegmunkáló gépeit és szerszámaikat mutatta be. A különböző forgácsológépek, esztergapadok, marógépek, másológépek, de különösen egy W. J. Punzengruber gym. Boy-Shaper 200 mm lökethosszúságú gyalugép sokoldalú műveletvégzése ragadta meg figyelmüket. Az anyagmegmunkálási lehetőségek vizsgálata részükre hasznosítható tapasztalatként könyvelhető el. A magyar kiállítók részéről az Esztergomi Szerszámgépgyár MU 250-es típusú marógépe foglalt el komoly, figyelemre méltó helyet a kiállított gépek között.

A híradástechnikai ipar a Bécsi Vásáron nagyobb részt a közönség igényeit szolgáló cikkeket állította ki (rádió, televízió, magnetofon stb.). A vásáron geofizikai alkalmazású vagy ahhoz közelálló elektronikus műszereket nem állítottak ki. Figyelemre méltó azonban, a Southern Instruments LTD. (Instrumentation Division) cég ultraibolya sugárral működő oszcillográfja. A regisztráló papír előhívást, rögzítést nem igényel. 0–10 kc. frekvenciatartományban működik, max. kitérés 6 inch. Papírsebesség 12 fokozatban állítható be, 0,02–100 inch/sec. között, 1 és 12 csatornás kivitelben gyártják.

Dankházi és Fábíán tagtársak egybehangzó véleménye szerint a kiállítás úgy szakmai, mint általános tájékozódás szempontjából igen érdekes és tanulságos volt. Mindketten köszönetet mondanak a Magyar Geofizikusok Egyesületének és az Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetnek, hogy lehetővé tették számukra a Bécsi Nemzetközi Ipari Vásár megtekintését.

# Természetes gamma-spektrumok

TIHANYI LÁSZLÓ

A szerző a kőzetekben a többszörösen szóródó gamma-fotonoknak az energiaelevonását vizsgálja. Megállapítja, hogy a kőzetek természetes gammasugárzása áthaladva a fűrőlyuk falát alkotó kőzeteken a fűrőiszapon és a lyukműszer házában acélfalán, elveszti eredeti energia eloszlási karakterét. A folyamat a lágy sugárzások kiemelődéséhez vezet. Megfelelően kialakított mérőberendezés új radiológiai módszerekhez vezethet.

A работе рассматривается вопрос об убытении энергии гамма-фотонов, многократно рассеянных в горных породах. Проходя через горные породы, слагающие стенки буровой скважины, через буровой раствор и стальную стенку корпуса прибора, естественное гаммаизлучение пород теряет характер своего первоначального распределения энергии. Этот процесс приводим к выделению мягких компонентов излучения. Путем разработки соответствующей аппаратуры можно создать новые радиометрические методы.

Es wird die Energieabnahme der in den Gesteinen vielfach zerstreuten Gamma-Photonen untersucht. Während die natürliche Gamma-Strahlung die Gesteine des Bohrloches, den Bohrschlamm und das Stahlgehäuse des Bohrlochgerätes durchflutet, verliert sie den ursprünglichen Charakter ihrer Energieverteilung. Dieser Vorgang führt zur Erhebung der weichen Strahlungskomponenten. Durch Entwicklung geeigneter Messgeräte bietet sich die Möglichkeit neue radiologische Methoden auszuarbeiten.

A kőzetekben többszörösen szóródó gamma fotonok energiája egyre alacsonyabb értékeket vesz fel. Ez a folyamat addig tart, amíg a sugár rész túlzott lágyulása folytán képtelenné válik az anyagban való továbbhatolásra. Amely keménység fok alatt nem fordulnak elő gamma részek, ott a spektrum vonal is nullára esik. A kritikus keménység fokát a kőzetek egymástól eltérő értékeknél alakítják ki, az atomsúlyuk függvényében, viszont függetlenül attól, hogy a sugárzás milyen erősségű és keménységű, természetes, vagy akár mesterséges forrásból ered. Ez a természetes aktivitásból is kiolvasható számérték tehát nem a kőzetekben esetlegesen előforduló radioizotópra, uránra  $K^{40}$ -re jellemző, mint a természetes gamma mérés, hanem a vizsgálandó kőzet tömegét kitevő anyagra.

A gamma-gamma mérési eredményeket a jelenlegi szonda-megoldások

esetén az elektron sűrűség, tehát közelítőleg az anyag sűrűsége határozza meg. A kritikus keménység regisztrálásával így mód nyílik arra, hogy radiológiai módszerekkel a faj-súly szelvényt mellé az atomsúly szelvényt is felvehessük. Az új paraméter hasznosságát csak azzal kívánom aláhúzni, hogy közvetlen számszerű kapcsolatban áll a kémiai analízis eredményeivel.

Ezek után keressük ki és vizsgáljuk meg kissé közelebről a vázolt jelenségben szerephez jutó fizikai folyamatokat.

A gamma-sugár az anyaggal 3 közismert módon léphet számottevő kölcsönhatásba. Compton-szórással, foto effektussal és párkeltéssel. A párkeltés 1 MeV felett érvényesül csak, vizsgálódásaink pedig a spektrum lágy tartományán mozognak.

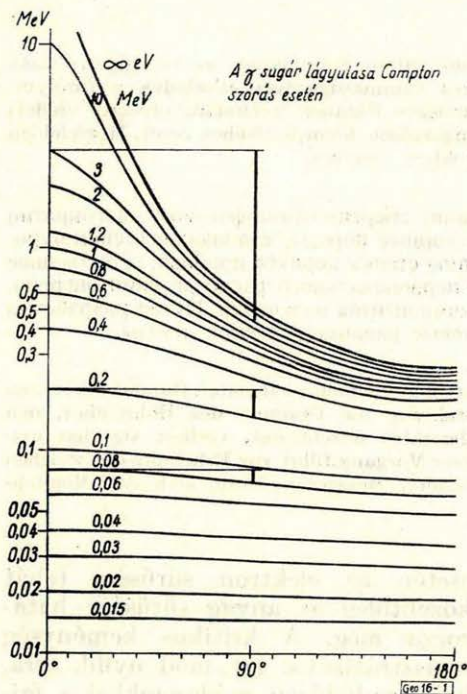
A Röntgen-sugár tartományban ismeretes más irányváltozás is, a diffrakció. Mivel a lágy sugarak erősen át-

nyúlnak ide, ezt is meg kell vizsgálnunk. Diffraktált sugarak mintegy  $5^\circ$ -on belül észlelhetők, tehát szög-szórás tekintetében csaknem a direkt sugárral azonosíthatók. Keletkezésük

Kimondhatjuk tehát, hogy szóródás csak Compton-effektussal, abszorpció pedig csak foto-effektussal következik be.

### Energialépcső

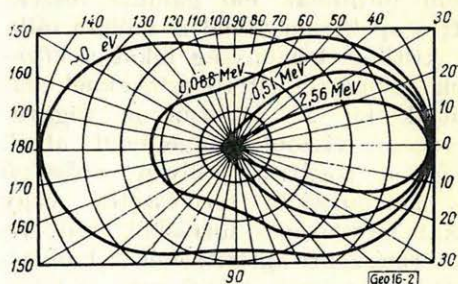
Ha gamma-sugárzás anyaggal való ütközésekor Compton-szórás következik be, a foton a törésszögtől függő energia defektust szenved. Hullámhosszakban kifejezve a defektus sem a primér energiától, sem a szóró közeg anyagi minőségétől nem függ. MeV-ekben kifejezve azonban csak az utóbbi függetlenség marad meg, ahogy az 1. ábrán látható. A paraméterek a belépő sugár keménységét, az ordináta a kilépőét mutatja, a vízszintes koordináta tengelyen pedig a törésszögek találhatóak. Ebből az ábrából is kiolvasható, hogy a törésszögek valamilyen átlagával számolva minden egyes primér energiához tartozik egy-egy átlagos energiadefektus, melyek a spektrum kialakulásának első alaptényezői. Az átlagos törésszöget azonban nem tekinthetjük egyszerűen a  $0-180^\circ$ -ig terjedő teljes intervallum középértékének, azaz  $90^\circ$ -nak, mert a Compton-szórás az energiától függően erősebb vagy gyengébb



1. ábra. A  $\gamma$  sugár lágyulása Compton-szórásnál

helye a mikrokristályok rácsa, tehát a közetek anyaga csaknem minden esetben. Nem lép fel azonban energieltérés a belépő és kilépő sugárzás között és így a jelenség a spektrumok kialakulását nem befolyásolja.

Abszorpció is léphet fel a fotoabszorpciós folyamaton kívül, pl. magrezonancia útján. Ez a folyamat a neutron aktivációhoz hasonló módon radioizotópokat termel. Hatáskeresztmetszete azonban rendkívül kicsi a rezonáns keménységű monokromatikus sugárzásra nézve is. Az esetünkben adott folytonos spektrum komponenseire nézve pedig elvileg zérus.



2. ábra. A  $\gamma$  sugár szóródásának szögkorelációja

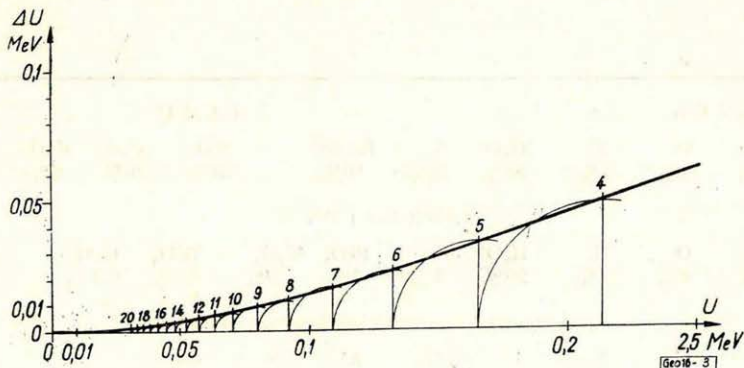
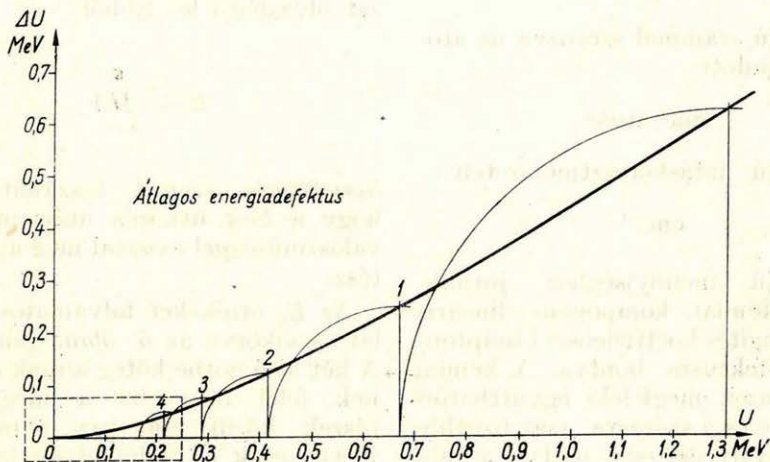
szögkorelációt mutat. Míg alacsony energiáknál az átlag valóban  $90^\circ$ , a 2. ábra szerint  $0,51$  MeV-nél már csak kb.  $25^\circ$ .

Az egy szórásnál átlagosan elvesző energia közepelés nélkül számított pontos eredményeit készen is megtalálhatjuk *Charlotte M. Davison* „Interaction of Radiation with Matter” c. dolgozatában, mely a céljainak megfelelő átskálázás után a 3. ábrára foglalható. Ennek a grafikonnak a két koordináta tengelye azonos léptékűre van készítve és így pl. egy 1,3 MeV-es primér energiájú gammafoton energialepcsője egymás után bekövetkező Compton-szórások során, az ábrán látható egyszerű

grafikus módszerrel meghatározható. Alig térnek el ettől az 1,46 MeV-es  $K^{40}$ -ból származó, vagy az 1,17 és 1,33 MeV-es  $Co^{60}$ -tól származó gamma-sugarak energialepcsői.

*Abszorpció, az ütközéseken való túljutás valószínűsége.*

A természetes spektrumok kialakulásának második tényezője az abszorpció. Ezt már nem lehet a közetek mineműségétől elvonatkoztatva tárgyalni.



3. ábra. Az átlagos energiadefektus görbéje és az energialepcső

A kémiai elemek atomjainak Compton és abszorpciós hatáskeresztmetszeteit az energia függvényében a fent említett szerzők szintén táblázatba foglalták. Az értékpárokból képzett hányadosok megadják a gamma rész továbbjutásának valószínűségét két szóródás közötti útszakaszon.

A geofizikában azonban vegyületekről, ill. kőzetekről lévén szó, először meg kell határoznunk, hogy az anyag 1 cm<sup>3</sup>-ében melyik atomfajtából hány darab van. Ezzel a

$$\text{cm}^3/\text{atom}$$

dimenziójú számmal szorozva az atomok megadott

$$\text{cm}^2/\text{atom}$$

dimenziójú hatáskeresztmetszeteit

$$\text{cm}^{-1}$$

dimenziójú mennyiséghez jutunk. Ezek a kémiai komponens lineáris sugárgyengítés koefficiensei Compton és foto-effektusra bontva. A kémiai komponensek megfelelő együtthatóit összegezve és a szórásra, azaz továbbjutásra nyert összeget osztva az abszorpciós összegével a gamma rész egy szórás közön való továbbjutásának valószínűségét kapjuk egy adott energián.

1,3 g/cm<sup>3</sup> fajsúlyú és az 1. táblázatban látható összetételű – a hazai átlagnak megfelelő – kőzetet tekintve pl. az ott látható cm<sup>3</sup>-enkénti atomszámokat kapjuk.

Hasonlóképpen nyerhetjük a homok és a víz túljutás függvényeit, melyek a 4. ábrán láthatók együtt.

*A részecske existenciájának valószínűsége K ütközés után*

Az energialepeső és a túljutás valószínűség grafikon egymáshelyezésekor egy  $V_i$  valószínűség érték sorozat olvasható le. Ebből

$$E_k = \prod_{i=1}^K V_i$$

összefüggés szerint kiszámíthatjuk, hogy a  $k$ -ik ütközés után mekkora valószínűséggel existál még a gamma rész.

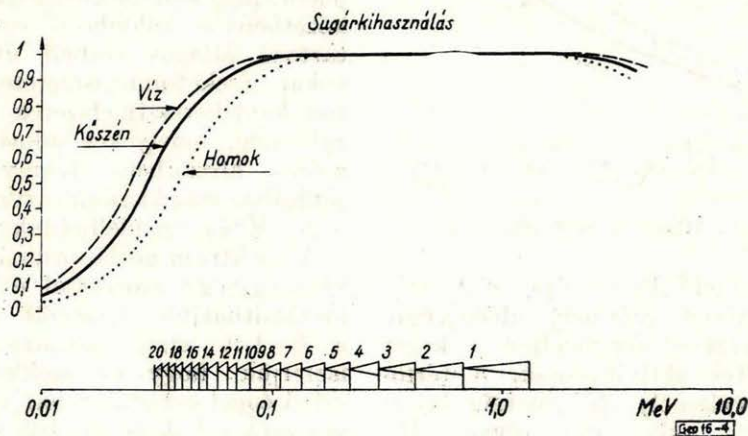
Az  $E_k$  értékeket folyamatos vonallal összekötve az 5. ábra szemlélteti. A két alsó görbe köteg annak az esetnek felel meg, ha a megmaradt részek közül csak az aluminium, illetve csak a vashüvelyen keresztül észlelhető gammarészeket vesszük tekintetbe. Ezek számítás módjának ismertetésére azonban most nem térünk ki.

1. táblázat

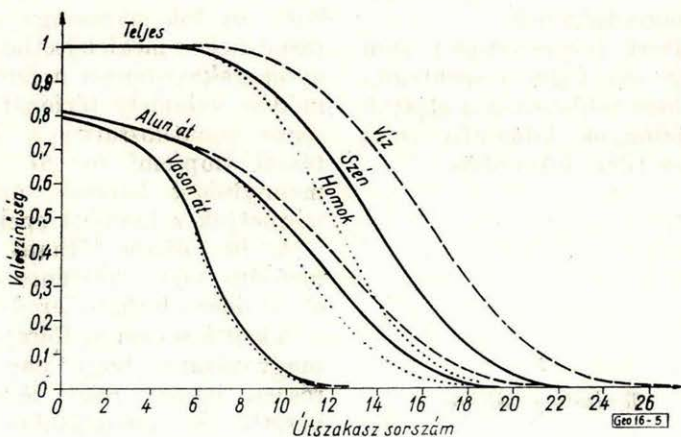
K Ö S Z É N						H A M U				
C	H	O	N	H <sub>2</sub> O	S	Hamú	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO
54%	4%	8%	1%	20%	3%	10%	70%	20%	8%	2%
Ö S S Z E S Í T V E										
C	H	O	N	H <sub>2</sub> O	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO <sub>3</sub>	CaO	
54%	4%	8%	1%	20%	3%	7%	2%	0,8%	0,2%	
A kőszén 1 cm <sup>3</sup> -ében levő atomok száma										
C	H	O	N	S	Si	Al	Fe	Ca		
3,5	4,94	1,48	0,055	0,073	0,09	0,03	0,0075	0,0029	·10 <sup>22</sup>	

A gamma szórásszámításoknál akár csak a hidrodinamikában, két tárgyalásmód alkalmazható. Lehet vizsgálni a közeg fix koordináta hár-

akarunk, egy fix elemi térfogatban, az indikátorban uralkodó viszonyok képezik. Tárgyalásmódunk megválasztása mégis célszerű volt, mert az áttérés rendkívül egyszerű. Gondoljuk el, hogy ismerjük az átlagosan



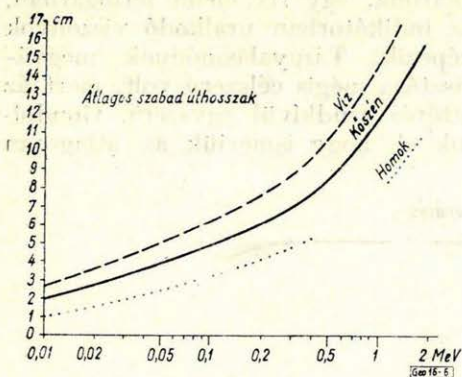
4. ábra Túljutás valószínűségek



5. ábra. A  $\gamma$  rész existenciájának valószínűsége  $k$  szórást után

masokhoz tartozó elemi térfogatainak jellemző paramétereit, és lehet vizsgálni a részecskéket a nyomvonalak mentén, az áramfonalak módszerének megfelelően. A követett eljárásunk ez utóbbinak felel meg, míg a spektrumot, amelyre következtetni

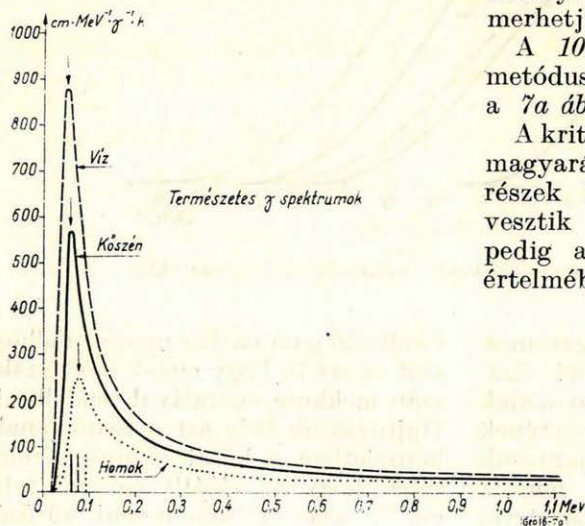
viselkedő gammarész nyomvonalhosszát és azt is, hogy ennek mely szakaszán mekkora energiával rendelkezik. Hajtogassuk bele ezt a nyomvonalat képzeletben a közegbe, hogy az előállt  $\text{cm}^3$  tehát  $\text{cm}^{-2}$ , azaz a nyomvonal sűrűség-



6. ábra. Átlagos szabad úthosszak

nek megfelelő dimenziójú számérték, természetesen valamely időegységre vonatkoztatva, megfeleljen a kőzet természetes aktivitásának. A térfogatban valamely  $\Delta U$  energia intervallumhoz akkor egy olyan  $\Delta L_{ti}$  nyomszakasz hossz fog tartozni, amely megfelel a  $\Delta U$  intervallumba eső energiájú részek  $\text{cm}^2$ -enkénti áthaladás valószínűségének.

Az indikátort természetesen nem egyetlen részecske fogja a spektrumnak megfelelően többszörösen átjárni, de ez a viszonyok homogen volta miatt számszerűen közömbös.



7a ábra. Természetes  $\gamma$  spektrumok

A gamma-rész  $k$ -ik törés utáni existenciáit összefoglaló grafikon még nem alkalmas a spektrumra való átszámításra. Tudnunk kell még azt is, hogy a  $k$ -ik és  $k+1$ -ik törés köze  $\text{cm}$ -ben mekkora nyomhosszt jelent, meg kell határoznunk az adott közetben a különböző energiákhoz tartozó átlagos szabad úthosszúságokat. Ezeket mint ismeretes a Compton hatáskeresztmetszetek határozzák meg, amelyeket adott közet a szórás-abszorpció viszony megállapításához már kiszámítottunk és most a 6. ábrán szemléltethetünk.

A spektrum görbe ordinátáit ezek után egy-egy szorzással és osztással kiszámíthatjuk: Ismerjük a  $k$ -ik és a  $k+1$ -ik szórás közötti úthosszt, ismerjük, hogy ez mekkora valószínűséggel existál, tehát a két érték szorzata a  $k$ -ik és  $k+1$ -ik szórás között valószínű  $\Delta L$  nyomszakasz hossz. Másrészt ismerjük, hogy az energiálépcsőn a  $k$ -ik szórás környékén mekkora egy fok magassága, az egy szórásrésznek megfelelő  $\Delta U$ . A nyomszakasz-hosszt a fentebb vázolt módon valamely térfogat és időegységre vonatkoztatva a  $\Delta L/\Delta U$  osztással  $\text{Imp}/\text{cm}^2 \text{ sec}$   $\Delta U$  dimenziójú mennyiséget kapunk, amiben felismerhetjük a keresett spektrumot.

A 10. ábrán látható kalkulációs módszer vízre, kőszénre és homokra a 7a ábrán látható eredményt adja.

A kritikus energia fölött adódó csúcs magyarázata, hogy nagy energiájú részek hamar nagy lépésekben elvesztik az energiájukat, a lágyak pedig a Compton-szórás törvényei értelmében alig veszítenek további

energiát, sok szórásközt járhatnak be, míg a lassú, de biztos lágyulás, az abszorpciós révén véget nem vet a folyamatnak. A nagy energiákhoz

tehát kis nyomszakasz-hossz tartozik, a lágy tartományhoz igen hosszú, ezért itt a spektrum kiemelkedik, majd az abszorpciós szakaszban a nyomhossz, tehát a spektrum vonal is nullára esik.

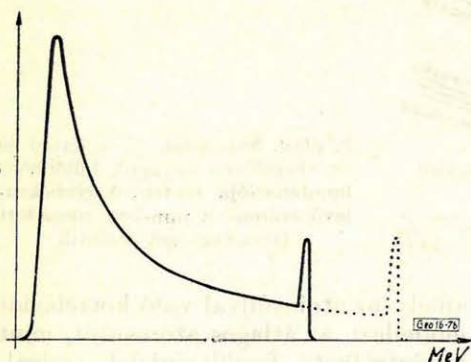
A 7a ábrából kiolvasható a geofizikailag hasznosítható tény, hogy a lágy csúcs annál jobban kiemelkedik, minél lejjebb limitálja az abszorpció. Mivel a kritikus abszorpció fokát lényegesen befolyásolja az atomsúly, rá akár a csúcs kiemelkedéséből, akár az energia tengelyen való elhelyezkedéséből visszakövetkeztethetünk.

### Indikáció

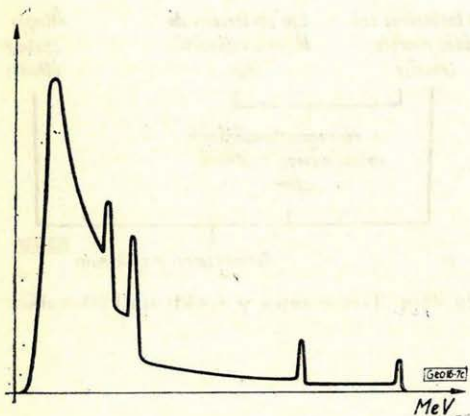
Az elmélet használhatóságát természetesen az indikáció lehetőségei döntik el.

A csúcs energia vonalának meghatározása tipikus szcintillációs feladat. Ilyen készüléket az Eötvös L. G. I.-ben Salamon Batur készített. Ennél a spektrumot egy automatikusan mozgó csatorna tapogatja végig és önrő segítségével rögzíti. A készülék a laboratóriumi mérések során kitűnő spektrum-felbontó képességűnek bizonyult.

A szcintillációs mérés mód mellett azonban hangsúlyozni kell, hogy igen biztatónak látszik a csúcskiemelkedést regisztráló kétszatornás GM-

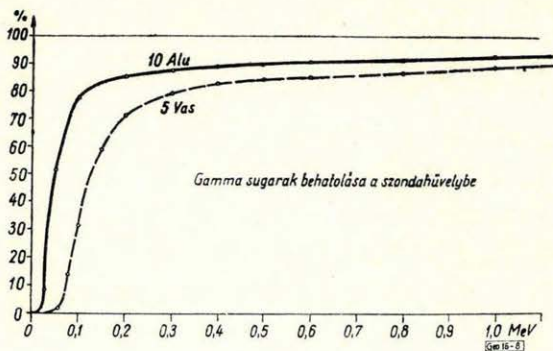


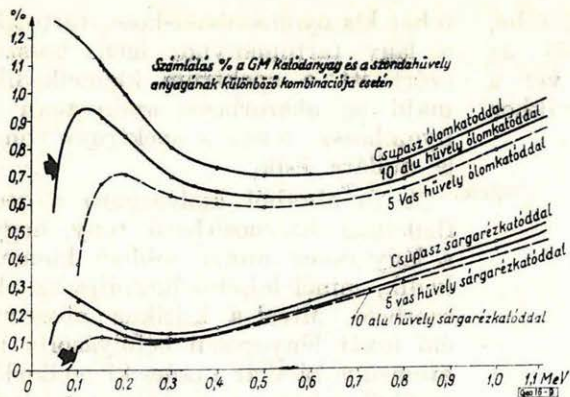
7b ábra. Különböző energiájú, azonos erősségű forrásokból eredő spektrumok



7c ábra. Többféle radioizotóp keverékéből származó természetes  $\gamma$  spektrum

8. ábra Gamma-sugarak behatolása különböző szonda hüvelyekbe. A görbéken levő számok a mm-ben megadott falvastagságot jelentik

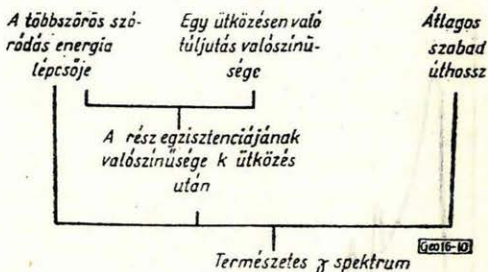




9. ábra. Számlálás % a katód és az abszorbens anyagok különböző kombinációja esetén. A görbékönlevő számok a mm-ben megadott falvastagságot jelentik

csöves megoldás is. A GM-csövek katódanyagát és a szonda-hüvelyek szűrőként ható fémanyagát úgy lehet megválasztani, hogy az egyik zömmel a lágy csúcsot, a másik pedig csak a keményebb tartományt regisztrálja. A 8., 9. ábrából kiolvasható, hogy ólom-katód és alumínium szondahüvely már 0,03 MeV felett, tehát a csúcs várható helyén igen magas számlálást biztosít, míg vashüvely és sárgaréz (még inkább alumínium) katód a csúcsnál teljesen levág (9. ábra). A két csatorna szintje azután egy olyan egyszerű áramkörre bo-csátható (osztó, kivonó kapcsolás),

amely az atomsúllyal való korrelációt modellezi, az átlagos atomsúlyt, mint regisztrálható feszültségjelet szolgáltatja.



10. ábra. Természetes  $\gamma$  spektrum kialakulása

# A magyar kőolajbányászat 25 éves jubileuma

SCHEFFER VIKTOR

1933. október 1-én indultak meg a Dunántúlon szénhidrogénkutatás céljából végzett geofizikai mérések, melyek az első időszakban torziósinga felvételekből és azok kiértékeléséből állottak.

A kutatásokat 25 évvel ezelőtt siker koronázta és a Budafapuszta 1. kút kőolajjal együtt tetemes földgáz-mennyiséget, majd a 2-es kút 1937 késő őszen iparilag is jelentős szénhidrogénvagyonot tárt fel. Ezt a dátumot tekintjük a magyar kőolajbányászat születésnapjának, ez időtől kezdve ontja a magyar föld az új energiahordozót, a folyékony aranyat.

Ismeretes, hogy ezt megelőzően a dunántúli kőolajkutatásra egy amerikai tőkés vállalkozás kapott koncessziót, amely e célra magyarországi kútatóvállalatot alapított. E vállalkozás legfontosabb egysége a kutatórészleg kizárólag magyar szakemberekből állott. Geofizikusainknak már akkor is oly múltjuk volt, hogy az amerikaiak bátran bízták rájuk az általuk finanszírozott geofizikai kutatásokat.

A fúrás és a termeléssel kapcsolatos munkálatok terén külföldi szakemberektől tanultunk. Az első Rotary-berendezéseken amerikai fúrómesterek dolgoztak és eleinte kétségesnek látszott az, hogy a göcseji falusi emberek meg tudják-e tanulni ezt a komplikált és nem mindennapi mesterséget.

E kétkedésre az élet alaposan rácsáfolt. Az időközben betanult magyar szakemberek eddig kb. 4 millió métert fúrtak le, világviszonylatban is kiemelkedő, egy fúróberendezésre eső 13550 m/év fúrási teljesítménnyel, 2000 m átlagos kútmélységnél.

A magyar kőolajbányászatnak negyedszázados jubileumáig nehéz időket kellett átvészelnie. A háború szörnyű pusztításai, az ellenforradalom előtti helytelen termeléspolitika – amely a kutatási tevékenység csökkentéséből és a termelésnek a készletek adta lehetőségeken túl történt erőltetéséből állott –, valamint az ellenforradalom kártevései súlyos következményekkel jártak.

Az 1950-es évek elején az alföldi kutatásokat egyesítették a dunántúliakkal, ily módon most már az ország egész területe egy szénhidrogén bányászati egységet képez.

Az ellenforradalom után a Kőolajipari Tröszt megalakulása mind a kutatási, mind a termelési tevékenységet új tartalommal töltötte meg, eredőül azt az egyenletes fejlődést adva, amely az 1962. évi 1,6 millió tonnát meghaladó kőolajtermeléshez és mintegy évi 1,5 milliárd m<sup>3</sup> földgáztermelési kapacitás biztosításához vezet.

A kőolaj- és földgáztelepek anyag-és energiakészletének korszerű művelése terén sincs szégyenkezni valónk: a húszesztendő múltira visszatekintő gázvisszanyomást hatásos vízbesajtolás követte. A közeljövőben alkalmazásra kerül a kísérleti stádiumon már átesett propán-butános és a CO<sub>2</sub>-t tartalmazó vízzel történő kőolajkiszorítás.

A hidraulikus rétegrepszítés, eróziós perforálás, a különböző vegyes kezelések széleskörű és eredményes bevezetése nagyrészt szakembereink leleményességét dicsérik. Ugyanígy korszerű és magasszínvonalú munka folyik a minket elsősorban érintő repedezett mészkőtá-

rolók több termelési kérdésének tisztázása és kézbentartása terén is.

A mechanikus termelési módszerek — mélyszivattyúzás, segédgázos termelés — s ezzel karöltve az egyes kútak, továbbá gyűjtőállomások automatizálása vonalán szintén nagyot léptünk előre.

A kutatás és termelés e sikereit szükségszerűen követte a csővezeték-építés korszerűsítése. Az alföldi földgázmezők felfedezésével megnőtt jelentőségű iparág szinte minden művelete gépesített.

A negyedszázad tevékenységéről szakembereink az 1962. október 8–13. között megtartott tudományos ülés-szakon, valamint az ugyanebben az időben megrendezett III. Geokémiai Konferencián adtak számot.

Az Olajbányászati Tudományos Ülésszakok megnyitó plenáris ülésén a Magyar Tudományos Akadémia dísztermét zsúfolásig megtöltő külföldi (11 országból kerekén 100) és 350 hazai résztvevő előtt Czottner Sándor nehézipari miniszter a magyar kőolajbányászat gazdasági jelentőségét méltatta, míg Bese Vilmos, az OKGT vezérigazgatója „A 25 éves magyar olajbányászat története” c. összefoglalásában nemcsak a küzdelmes múltat, hanem a reményteljes jövőt is felvázolta.

A jubileumi konferencia 24 előadása közül 13 magyar volt; ezeket a Bá-

nyászati Lapok külön ünnepi számában együttesen ismertetjük. A többnyelvű előadások nyelvi nehézségeit kiválóan áthidalta a hazánkban ily nagy nyilvánosság előtt először alkalmazott háromnyelvű tranzisztoros szinkron-tolmácsolás.

A III. Nemzetközi Geokémiai, Mikrobiológiai és Alkalmazott Kémiai Konferencia a brnoi és krakkói konferenciák alapján nemcsak a baráti államok szakembereinek volt találkozója, hanem azon résztvevő néhány elismert amerikai és olasz tudós és szakember is.

A tudományos ülésszakokat követő kétnapos tanulmányi kiránduláson a résztvevők meglátogatták a zalai kőolajmezőket, a veszprémi kutatóintézeteket és Budafán megtekintették a magyar kőolajbányászat 25 éves műszaki fejlődését bemutató kiállítást.

Az első 25 év határmesgyéjén egy pillanatra megállva (a Kőolajipari Tájékoztató 1962. 3. számában leírtakhoz csatlakozva), elismeréssel adózunk mindazoknak, akik a magyar kőolajbányászat elindításában, megerősítésében és kiterelvényezésében közreműködtek és kegyelettel gondolunk azokra is, akik már eltávozva sorainkból, nem érhatték meg a kőolajipar új, megbízható távlatokat sejtető második negyedszázadát.

# A tellurikus mérések kiértékeléséről

NEMESI LÁSZLÓ

A tanulmány a különböző tellurikus kiértékelési eljárások kritikai vizsgálatát nyújtja. A kritikai vizsgálat eredményeire támaszkodva a szerző két új kiértékelési eljárást ismertet. Az egyik a relatív ellipszis módszeren alapuló eljárás, amelynél a bázis-, és mozgáállomáson regisztrált változásvektorok közötti lineáris összefüggés állandóinak numerikus vagy grafikus meghatározásából áll. A másik közelítő módszer abból a megfigyelésből indul ki, hogy a  $b$  és  $c$  értéke  $a$  és  $d$  mellett általában elhanyagolható.

В работе дается критическое обсуждение различных способов интерпретации материалов, получаемых методом теллурических токов. Опираясь на результаты критического рассмотрения указанных способов, автор описывает два новых метода интерпретации. Один из них является численным способом, основывающимся на методе относительных эллипсов и состоявшим в графическом определении постоянных линейной зависимости между векторами вариаций, регистрируемых на базисной и полевой станциях. Другой приближенный метод исходит из вывода о том, что при значениях  $a$  и  $d$ , величинами  $b$  и  $c$  в основном можно пренебречь.

Die Abhandlung bietet die kritische Prüfung der verschiedenen tellurischen Auswertverfahren. Sich auf die Ergebnisse der kritischen Prüfung stützend gibt der Verfasser zwei neue Auswertverfahren bekannt. Das eine ist das auf der relativen Ellipsenmethode basierende numerische Verfahren, das aus der graphischen Bestimmung der Konstanten des linearen Zusammenhangs von zwischen Basis- und sich bewegenden Stationen registrierten Veränderungsvektoren besteht. Die zweite Annäherungsmethode geht aus der Beobachtung aus, dass die Werte von  $b$  und  $c$  neben  $a$  und  $d$  im allgemeinen vernachlässigt werden können.

A tellurikus kiértékelési eljárások közül legelterjedtebb a relatív ellipszis módszer és emellett használnak országonként egy-két más eljárást is a tellurikus mérések kiértékelésére.

E vizsgálat célja egyrészt a módszerek összehasonlítása, előnyeik, hátrányaik szembe, illetve párhuzamba állítása volt, hogy a szerzett tapasztalatok alapján növelhessük a tellurikus kiértékelések pontosságát, megbízhatóságát, másrészt, hogy kialakíthassunk olyan (elsősorban terepi) módszert, melynél a kiértékelés munkaigényessége csökken és ez lehetőleg nem jár a pontosság nagyobb mértékű csökkenésével.

A feladatot több fázisban oldottuk meg.

Az első fázisban (diplomaterv keretében) Verő József, Dr. Sebestyén Károly és Dr. Ádám Antal útmutatása alapján kilenc eljárást tanulmányoztunk és hasonlítottunk össze előzetesen. Ennek alapján eldönthető volt, hogy mely módszerekkel érdemes behatóbban foglalkozni.

A második fázisban az „érdemesebb” módszerek részletesebb vizsgálata következett az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Tellurikus Csoportjában Dr. Sebestyén Károly és Erkel András irányítása mellett.

A harmadik fázisban kialakítottunk két módszert, amelyek közül az egyik, közelítő kiegyenlítés a relatív ellipszis módszer pontosságának növelésére, a másik, közelítő módszer és elsősorban terepi gyors kiértékelésre alkalmas.

# I. A MÓDSZEREK ELŐZETES ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A) A vizsgálat tárgyát képező eljárások:

1. Relatív ellipszis módszerek:

- a) Relatív ellipszis módszer
- b) Egy pulzációt felhasználó relatív ell. módszer
- c) Vektorszorzat módszere
- d) „A” meghatározása szigorú kiegyenlítéssel

2. Abszolút ellipszis módszerek:

- a) Tangens (Állomás ellipszis) módszer
- b) Totális módszer

3. Egyéb módszerek:

- a) „A” meghatározása vektordiagram sokszögekkel való megközelítésével
- b) Bondarenko egypulzációs módszere
- c) Bergyicsevskij módszere lineárisan polarizált feltételek kiértékelésére.

Az említett módszerek az  $1/d$  kivételével az irodalomból ismertek, ezért csak az utóbbi ismertetésére térünk ki röviden. Az  $1/d$  módszer is a tellurikus tér változásvektorai között fennálló lineáris összefüggésből indul ki:

$$u = ax + by \quad (1)$$

$$v = cx + dy$$

Ahol  $x, y$  a bázisállomás két vektorkomponense:  $u, v$  a mozgó állomás megfelelő vektorának két komponense, az

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = A^{-1} \text{ tenzor az ún. relatív ellipszisztenzor, melynek meg-}$$

határozása a tellurikus kiértékeléseknek legtöbbször végcélja.

E módszer abból indul ki, hogy a lineáris összefüggés (1) egyenlőségei egy adott regisztrátumból kiolvasott vektorpár esetén a kiolvasási és mérési hibák miatt nem állnak fenn. Az (1) összefüggés első egyenletére tehát a következőket írhatjuk:

$$u_i + \lambda_i = ax_i + by_i \quad (2)$$

ahol  $\lambda_i$  az említett hibák értéke.

Mivel „A” értékét 15–20 vektorpár alapján szokás meghatározni, lehetőségünk nyílik kiegyenlítésre, hisz  $a$  és  $b$  paraméterek meghatározására 2 vektorpár is elegendő lenne.

Gauss nyomán  $a$  és  $b$  legmegbízhatóbb értékét úgy határozzuk meg, hogy a  $\Sigma \lambda_i^2 = \text{minimum}$  legyen, azaz:

$$\frac{\partial \Sigma \lambda_i^2}{\partial a} \text{ és } \frac{\partial \Sigma \lambda_i^2}{\partial b} = 0 \quad (3)$$

Ha a (2) típusú javítási egyenleteken elvégezzük a (3)-ban kijelölt műveleteket, a következő egyenletrendszer adódik  $a$  és  $b$  meghatározására:

$$\Sigma x^2 a + \Sigma xyb = \Sigma xu \quad (4)$$

$$\Sigma xy a + \Sigma y^2 b = \Sigma yu$$

Teljesen analóg módon járhatunk el (1) összefüggés második egyenletével és így  $A$ ,  $c$ ,  $d$  értékekre kapunk egyenletrendszert:

$$\Sigma x^2 c + \Sigma xyd = \Sigma xv \quad (5)$$

$$\Sigma xy c + \Sigma y^2 d = \Sigma yv$$

(4) és (5) egyenletek megoldásából pedig:

$$A^{-1} = ad - bc$$

*B) A módszerek összehasonlításának szempontjai:*

A tellurikus kiértékelések első szakasza az adatok kiolvasása a regisztrált felvételekből. A felvételek tulajdonságai azonban befolyással vannak a kiértékelés eredményére. Nézzük meg tehát a tellurikus felvételek néhány igen gyakori negatív tulajdonságát és vizsgáljuk meg, hogy reagálnak ezekre az egyes módszerek?

A regisztrátumok negatív tulajdonságai:

- a) Elektroda polarizáció
- b) Potenciálugrások (kompenzálás stb.)
- c) Filmelőtolás sebesség-ingadozásai
- d) Regisztrátum kedvezőtlen amplitúdó viszonyai
- e) Fázistolás szerepe
- f) Lineáris polarizáció

a) Elektroda polarizáció:

A jelenség, amennyiben észrevehető, általában korrekcióba vehető. Sokszor azonban nehezen vagy egyáltalán nem hámozható ki a különböző nagy periódusokból. Ilyenkor elsősorban az egypulzációs módszereknél okoz hibát, de a totális kiolvasásnál is jelentős lehet.

Az egyedi értékeket felhasználó relatív és állomás ellipszis módszereket kevésbé zavarja.

b) Potenciálugrások:

A potenciálugrások meghamisítják eredményeinket, azonban rendszerint észrevehetőek és így az ilyen szakaszokat kihagyhatjuk. Az észre nem vehető potenciálugrások relatív ellipszis vagy tangens módszernél egyetlen hamis adatot jelentenek és így figyelmen kívül hagyhatók. Totális módszernél már szerepe van, de jelentős hibát nem okoz. Az egypulzációs módszereket döntően befolyásolja.

c) A filmelőtolás sebességingadozásai:

A filmelőtolás megváltozásának nincs szerepe, míg biztosítható, hogy a tellurikus felvétel jellegzetes pontjaihoz (pl. a görbe szélsőértékhelyeihez) kötjük a kiolvasást, mint a totális és relatív ellipszis kiolvasások esetén. Abban a pillanatban zavart okoz, mihelyt akár változásvektorokat, akár változásebbséget egyenletes időközönként akarunk kiolvasni.

Mivel egypulzációs módszereknél más lehetőségünk nincs és tg kiolvasásnál is ez utóbbi módszert alkalmazzák, ezen módszereknél már jelentős szerepe lehet az egyenetlen filmtovábbításnak, hisz nem ritkaság a 10–15%-os sebességingadozás.

d) A regisztrátum kedvezőtlen amplitúdó viszonyai:

A túl kis amplitúdók igen kedvezőtlenek (néhány mm), hisz egyrészt kis meredekségű görbe tangense közelítőleg zérus, másrészt a gradiensvektor komponenseit csak kb. 1 mm pontosan olvashatjuk ki. Ez azt jelenti, hogy 5 mm-es változásvektor komponensét 20%; 10 mm-es változásvektort 10%; 50 mm-est 2% hibával tudunk kiolvasni.

Az eddigiek tehát azt mutatják, hogy minél nagyobbak a változásvektorok, annál pontosabb lesz a kiértékelés. Ez azonban csak látszat, mert nagy meredekségű görbe iránytangensének kiolvasásánál ismét nagy hibát követhetünk el, de hasonló a helyzet a gradiensvektor komponensek kiolvasásánál is (az inflexiós pontok környezetében igen bizonytalanul határozható meg a komponens végpontja).

e) Fázistolás szerepe:

Fázistolásról akkor beszélünk, ha pl. a bázisállomás regisztrátumának egy tetszés szerinti szakaszán a két komponens között  $\varphi_0$  fáziskülönbséget észlelünk, a mozgó állomás felvételének megfelelő szakaszában a két komponens között  $\varphi_0$ -tól különböző fáziskülönbséget észlelünk.

Mindenekelőtt le kell szögeznünk, hogy fázistolás mindig van, legfeljebb elhanyagolható. (Ezt Bergyicsevskij és Veró is igazolta.)

Veró feltette, hogy a bázis állomáson a tellurikus komponensek az alábbi függvények:

$$\begin{aligned}x &= x_0 \sin \varphi \\y &= y_0 \sin (\varphi + \varphi_0)\end{aligned}\tag{6}$$

Ha ezeket az  $x$ ,  $y$  értékeket (1)-be helyettesítjük, akkor

$$\begin{aligned}u &= \sqrt{a^2 x_0^2 + 2abx_0 y_0 \cos \varphi_0 + b^2 y_0^2} \sin \left( \varphi + \operatorname{arctg} \frac{by_0 \sin \varphi_0}{ax_0 + by_0 \cos \varphi_0} \right) \\v &= \sqrt{c^2 x_0^2 + 2cdx_0 y_0 \cos \varphi_0 + d^2 y_0^2} \sin \left( \varphi + \operatorname{arctg} \frac{dy_0 \sin \varphi_0}{cx_0 + dy_0 \cos \varphi_0} \right)\end{aligned}\tag{7}$$

Ebből az is látszik, hogy a regisztrátumok pl.  $x$  komponensei nem azonos időpillanatban veszik fel szélső értékeiket, pedig a felvételek egyeztetésénél ezeket azonos időpontoknak tekintjük. A fázistolás vizsgálata kapcsán tehát egy új probléma, a felvételek helyes egyeztetésének problémája is felvetődik.

A helyes egyeztetés problémájának vizsgálatához különböző tenzorokat vehetünk fel és  $x_0$ ,  $y_0$  valamint  $\varphi_0$  értékét változtatva a reális határok között, max. 20–25°-os fáziskülönbséget lehet előállítani.

A használt 2–4 cm-es percenkénti filmelőtolást és 20–30 sec-os pulzációnkat tekintve a 20–25°-os fáziskülönbség kb. 1 mm-es hullámhossz eltolódást eredményez, ami hasonló vastagságú fényjeleket tekintve és a kiolvasás pontosságát figyelembe véve, elhanyagolható.

Az eredményekből azt szűrhattuk le, hogy jelentős fáziskülönbség csak igen ritkán adódik elő és így a regisztrátumok szokásos egyeztetése is helyesnek mondható.

A 20° körüli fáziskülönbségekről még a vizsgálatok alapján elmondhatjuk, hogy legfeljebb az egypulzációs módszereknél lehet szerepük.

Nagyobb, 90° körüli, mesterségesen előállított fáziskülönbségek azonban már teljesen hamis eredményeket nyújtottak.

E probléma vizsgálata azonban nem meríthető ki ilyen egyszerű eszközökkel. Az észrevehető fázistolások kérdése ugyanis elméletileg nem tisztázott, különösen ha megemlítjük, hogy a fázistolások gyakran alaki deformációkkal együtt jelentkeznek. Egyes kutatók szerint ilyen esetekben a lineáris összefüggés helyett valamilyen magasabb rendű összefüggés írná le a tellurikus térvektorai közti kapcsolatot. Más kutatók szerint a lineáris összefüggés komponensei komplex értékek.

#### f) Lineáris polarizáció:

A kiértékelési eljárások egyike sem tud vele megbirkózni. Szerencsére szigorú értelemben vett polarizáció (mikor a tellurikus vektor nem forog körbe, hanem csak egy egyenes mentén változik) igen ritkán fordul elő.

Ha a polarizációnak ionoszférikus okai vannak, tehát ha mindkét állomáson azonos mérvű, valamint a vektor által pásztázott terület 80–90°-os szögtartománynál nem kisebb, az abszolút ellipszis módszerek még sok esetben jól használhatók, hasonlóan a kiegyenlítéses módszerhez. Bondarenko és Bergyicsevszkij módszere ilyen polarizált felvételek kiértékelésére készült. A relatív ellipszis módszert viszont már kisebb polarizáltság is lehetetlenné teszi.

Ha a polarizáltságnak geológiai okai vannak (csak az egyik állomáson tapasztaljuk), akkor lényegében semmit sem tudunk mondani és a felvételek kiértékelhetetlenek.

#### C) Az eredmények összefoglalása

Végeredményben az eddigi szempontokat még néhány praktikus szemponttal kiegészítve (időszükséglet, minél több adatot szolgáltatson a módszer az adott felvételből) a következőket mondhatjuk az egyes módszerekről:

Egypulzációs módszereknél annyiféle hibalehetőség lép fel, hogy alkalmazásukról le kell mondani. Sőt Bondarenko módszerénél a már tárgyalt szempontokon kívül az esetek nagy százalékában a Fourier-analízis alkalmazhatóságának más feltételei sem teljesülnek.

A relatív ellipszis módszer főleg a lineáris polarizációval szemben tehetetlen. Legfőbb hibája azonban a relatív ellipszis tengelyeinek grafikus becslése, ami 5–8% hibát okoz  $A$  értékében (ha feltesszük, hogy a tengelyeket  $\pm 1$  mm-es pontossággal tudjuk megbecsülni), de előfordul, hogy az elkövetett hiba ennél is nagyobb. E két hibáján kívül azonban alig emelhetünk kifogást a mód-

szer ellen, ami indokolttá teszi nagy elterjedtségét. A kiértékelés időszükséglete kb. 1,5–2 óra.

A vektorszorzat módszer a relatív ellipszis módszer két fő hibáját küszöbölne ki, numerikus módszer. Azonban a vektorpárok megválasztásától függ az eredmény és időszükséglete is kb. 2,5 óra.

A szigorú kiegyenlítés a kiolvasott adatokból a legmegbízhatóbb értéket adja, de igen hosszadalmas, egy állomás kiértékelése 3,5 óra. Hibája, hogy a nem véletlen jellegű hibák (tévedések a kiolvasásnál vagy számolásnál) nehezen, vagy egyáltalán nem vehetők észre.

A tangens (állomás ellipszis) módszer legfőbb előnye, hogy a 0,1 pontossággal leolvasott tg érték pontossága olyan, mint a 0,02 mm pontosan leolvasott változásvektor komponensé.

Hibája, hogy a filmsebesség ingadozásaira érzékeny és időszükséglete kb. 3,5 óra. E módszerrel azonban nemcsak az  $A$  értéket, hanem magát a tenzorkomponenseket, időszakos és állomásellipszisek tengelyeit és azok azimutját is kiszámíthatjuk.

A totális módszer ugyancsak nagy teljesítőképességű módszer. (Hasonló adatok birtokába juthatunk, mint a tg módszerrel.) Legfőbb előnye azonban, a Takács-féle kiolvasó felhasználásával, gyorsaságában rejlik (kb. 1 óra).

Hátránya a relatív ellipszis módszerrel szemben, hogy elektróda polarizációra és potenciál ugrásra érzékeny és hosszabb összefüggő, hibátlan felvételszakaszra van szükség.

A vektordiagram módszer Magyarországon nem terjedt el (nem vektorírókkal regisztrálunk).

Bergyicsevskij módszere csak a Szovjetunióban, lineárisan polarizált felvételek kiértékelésére alkalmazott módszer.

Az előzetes vizsgálatot tehát azzal az eredménnyel zárhattuk le, hogy részletesebb vizsgálatra lényegében három módszer: a relatív ellipszis, a totális és, a tg módszer érdemes.

## II. Az „ÉRDEMESEBB” MÓDSZEREK RÉSZLETESEBB VIZSGÁLATA

A Geofizikai Intézet több mint tíz éve végez tellurikus méréseket. A mérések zömét relatív ellipszis és totális módszerrel is kiértékeltek és a sok száz mérés és kiértékelés eredménye, hogy a két módszer kb. 10%-on belül egyező eredményt ad.

Hasonlókat mondhatunk a relatív ellipszis és állomás ellipszis módszerre is a Soproni MTA Geofizikai Kutató Laboratórium eredményeire hivatkozva.

Ezekon az igen értékes eredményeken túl, általában azonban nem vizsgálták meg, hogy egy adott mérés esetén melyik módszer adta a megbízhatóbb értéket, hogyan függnek az egyes eredmények a kiértékelő szubjektivitásától.

A fenti kérdések eldöntéséhez 1962-ben Hajdúszoboszló környékén végzett mérésekből 4 pontot választottunk ki, melyek közül 3 ponton három jó méréssel is rendelkezünk. Minden felvételt két kiértékelő, két különböző szakaszt felhasználva kiértékelt az említett három módszerrel és ezenkívül a relatív ellipszis kiolvasások adataiból szigorú kiegyenlítéssel is meghatároztuk  $A$  értékét. Ez utóbbi alapján eldönthettük a relatív ellipszis grafikus (szubjektív) hibáinak mértékét.

Az 1. táblázatban láthatjuk az eredményt.

	rel.	sz. kiegy.	k. kiegy.	tot.	köz.	tang.
1	0,60	0,65	0,65	0,64	0,69	0,74
2	0,61	0,60	0,58	0,62	0,64	0,63
3	0,61	0,53	0,53	0,56	0,58	0,63
4	0,61	0,59	0,59	0,63	0,59	0,75
5	0,66	0,65	0,66	0,67	0,70	0,82
6	0,59	0,60	0,59	0,65	0,68	0,64
7	0,36	0,34	0,34	0,33	0,33	0,31
8	0,35	0,32	0,33	0,33	0,33	0,34
9	0,31	0,38	0,37	0,35	0,31	—
10	0,28	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28
11	0,33	0,33	0,32	0,35	0,35	0,25
12	0,34	0,34	0,35	0,34	0,36	0,40
13	0,58	0,62	0,61	0,58	0,50	0,48
14	0,55	0,54	0,55	0,56	0,55	0,56
15	0,54	0,54	0,54	0,50	0,51	—
16	0,58	0,59	0,58	0,50	0,50	—
17	0,56	0,58	0,58	0,64	0,58	0,54
18	0,61	0,71	0,70			
19	0,49	0,53	0,52	0,44	0,54	0,21
20	0,41	0,36	0,36	0,41	0,57	0,41

Az első oszlopban a relatív ellipszis, másodikban a szigorú kiegyenlítés, a harmadikban a következőkben ismertetésre kerülő közelítő kiegyenlítés, a negyedikben a totális, az ötödikben a szintén később ismertetésre kerülő, a totális adatokat felhasználó közelítő és az utolsó oszlopban a tg módszerrel kapott  $A$  értékeket találjuk.

Az első két oszlop összehasonlításából kitűnik, hogy a relatív ellipszis módszer grafikus részénél, még gondos kiértékelés esetén is 5–10% hibát követhetünk el, sőt a 3. és 18. sor tanúsága szerint még ennél is többet.

A totális, relatív és kiegyenlítéses módszerek (1., 2., és 4. oszlop) összehasonlítása ez esetben is igazolja a kb. 10%-on belüli egyezést. Érdemes azonban megfigyelni, hogy a 3. és 18. sor esetén a totális módszer inkább a szigorú kiegyenlítéssel egyezik, mint a relatív ellipszis módszerrel. Ez érthető is, hisz a totális, numerikus módszer, jó felvételek esetén, mint a jelen esetben is, megbízhatóbb eredményt ad, mint a relatív ellipszis módszer.

Az 1. 2. 3. és 6. oszlop összehasonlításából kitűnik, hogy a tg módszer eredményei csak esetenként egyeznek a többi módszer eredményével. Ennek a meglepő jelenségnek az az oka, hogy a felhasznált mérések olyan műszerekkel készültek, melyeknél a filmsebességben 50% ingadozás is tapasztalható két perc leforgása alatt. Ez az eredmény az állomás ellipszis módszernek legnagyobb hibáját, a figyelembe nem vehető sebesség-ingadozások problémáját dokumentálja.

Ha a táblázatot megfigyeljük még egy jelenséget vehetünk észre, hogy az egy sorban levő értékek egyezése sokszor szembetűnőbb, mint az egy oszlopba tartozó, azonos ponton végzett mérések eredményeivé. Szembetűnő pl. a 10. sor, melynek eredményei feltűnően kiugranak a 7–12. sorok értékei közül.

E jelenségnek két oka van: az egyik, hogy elkerülhetetlenül különböző frekvenciájú szakaszokat értékeltünk ki, noha csak 20–60 sec-ú periódusokat használtunk fel. A másik ok, mely határozottan kimutatható volt és melynek

jelen esetben nagyobb szerepe van, mint az előző oknak, a mérőkör ellenállásának megváltozása a mérés folyamán.

A vizsgálatok fő eredménye tehát az, hogy a rutin méréseknél a relatív és totális ellipszis módszerek használata indokolt, valamint az, hogy az értékes relatív ellipszis kiolvasásokból a szigorú kiegyenlítésnél egyszerűbb módszerrel kell  $A$  értékét pontosabbá tenni.

### III. A RELATÍV ELLIPSZIS MÓDSZER PONTOSABBÁ TÉTELE

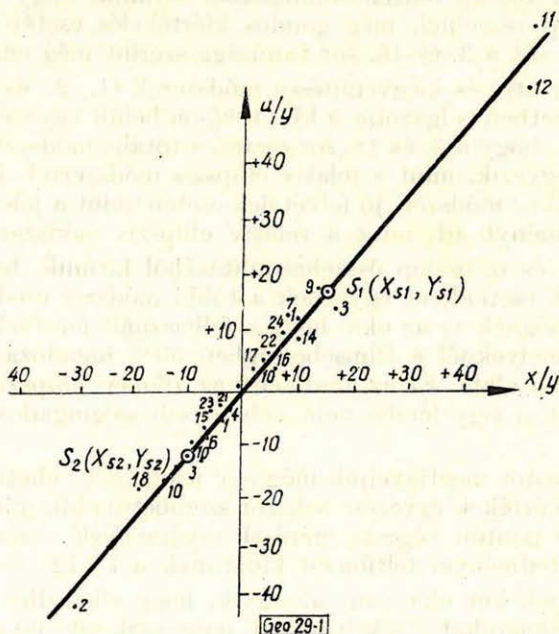
Láttuk már, hogy a kiolvasott változásvektor komponensekből, kiegyenlítéssel meghatározhatjuk  $A$  értékét, azonban a módszer nagyon munkaigényes.

Osszuk el a lineáris összefüggés első egyenletét  $y \neq 0$ -val, a másodikat  $x \neq 0$ -val. Ekkor az elsőre kapjuk, hogy:

$$\frac{u}{y} = \frac{x}{y} a + b \quad (8)$$

Ez egy  $Y = aX + b$  alakú egyenes egyenlete.

És valóban, ha egy 1962-ben végzett mérés változásvektoraival elvégezzük a (8)-ban kijelölt műveletet és az egyes  $u/y$ ,  $x/y$  koordinátájú pontokat ábrázoljuk, az 1. ábra egyenesét kapjuk. A kapott egyenes meredeksége a lineáris összefüggésben szereplő  $a$  értéket adja és az egyenesnek az  $u/y$  tengellyel való metszete a  $b$  értéket határozza meg,  $a$  és  $b$  értékét numerikusan, közelítő kiegyenlítéssel is meghatározhatjuk, ha az 1. ábra egyenesének pontjait két azonos pontszámot tartalmazó csoportba osztjuk és az egy csoportba tartozó



1. ábra

pontoknak meghatározzuk a súlypontját, a pontok koordinátáinak közepelésével:

$$\frac{\sum X_1}{n} = X_{s1} \quad \frac{\sum Y_1}{n} = Y_{s1} \quad (9)$$

$$\frac{\sum X_2}{n} = X_{s2} \quad \frac{\sum Y_2}{n} = Y_{s2}$$

ahol  $n$  az egy csoportba tartozó pontok száma.

$S_1(X_{s1}, Y_{s1}), S_2(X_{s2}, Y_{s2})$  értékét (8)-ba helyettesítve  $a$ -ra és  $b$ -re kapunk egyenletrendszert.

$c$  és  $d$  esetében teljesen hasonlóan járhatunk el, csak (1) második egyenletéből kell kiindulnunk.

$a, b, c, d$  ismeretében pedig már meghatározható  $A$  értéke.

Egyenesek ilyen módszerrel történő kiegyenlítésének helyességét a kiegyenlítőszámítás irodalma igazolja, de fényes bizonyítékot nyújt az 1. táblázat 2. és 3. oszlopának kitűnő egyezése is.

Az eredmény azt jelenti, hogy kb. a relatív ellipszis módszerrel azonos munkaigényességű numerikus módszerrel állunk szemben, amelynek pontossága logarléc pontosságon belül egyezik a szigorú kiegyenlítés pontosságával. A módszernek azonban még a szigorú kiegyenlítéssel szemben is van egy előnye, mert ha az egyenes pontjait ábrázoljuk, a kiolvasási s mérési hibákból származó hibák felismerhetők és a rossz értékek kihagyhatók.

#### Közelítő módszer

A kiegyenlítéses módszerek alkalmazása során feltűnt, hogy a „ $b$ ” és „ $c$ ” értékek általában „ $a$ ” és „ $d$ ” értékei mellett elhanyagolhatók.

Így (1) összefüggés a következő egyszerűbb alakot ölti:

$$u = ax \quad (10)$$

$$v = dy$$

$$\text{ahonnan } a = u/x \text{ és } d = v/y \quad (11)$$

a totális kiolvasásokat felhasználva:

$$a = \frac{\sum u}{\sum x} \quad d = \frac{\sum v}{\sum y} \quad (12)$$

$$\text{és} \quad A^{-1} \cong ad \quad (13)$$

A totális kiolvasások felhasználásával kb. 10 perc alatt meghatározhatjuk a közelítő értéket.

A közelítő  $A$  értékről közel 300 mérés alapján megállapíthattuk, hogy az esetek 85%-ában 5–10%-on belül egyezik a totális módszerrel nyert  $A$  értékkel, ahogy táblázatunk 5. oszlopában levő értékek esetében is láthatjuk.

A maradék 15%-ban  $a$  és  $b$  értéke jelentősebb, vagy a lineáris összefüggés fennállása is vitatható.

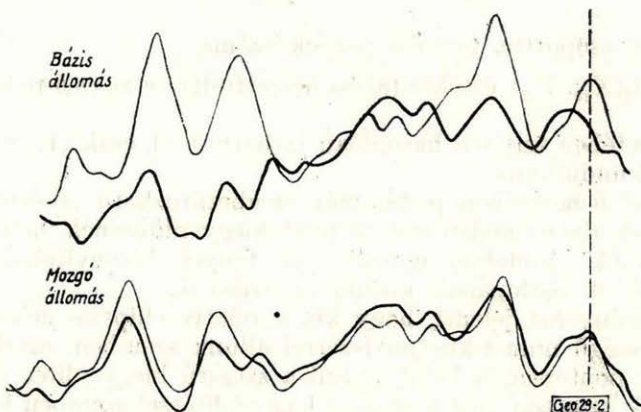
Az említett 15%-ból 2/3 részben megállapítható a felvételből, hogy a közelítő módszer nem lesz alkalmazható.

Tekintsük ugyanis a (7) összefüggést. Ha  $b = c = 0$ , a következő egyszerűbb alakot veszi fel:

$$u = ax_0 \sin \varphi$$

$$v = dy_0 \sin (\varphi + \varphi_0)$$
(14)

vagyis nem tapasztalunk fázistolást.



2. ábra

E gondolatmenet megfordítása közelítő módszer alkalmazhatóságának felismerését teszi lehetővé: ha van észrevehető fázistolás, akkor van számottevő  $b$  és  $c$  (esetleg csak  $b$  vagy  $c$ ) és a közelítő módszer nem alkalmazható.

A 2. ábrán ilyen észrevehető fázistolást láthatunk (a fázistolás különösen a szaggatott vonallal megjelölt részben szembetűnő).

E módszer, rendkívüli gyorsaságánál fogva, terepi kiértékelésre alkalmas.

#### B E F E J E Z É S

A kiértékelési eljárások vizsgálatát pillanatnyilag azzal zárhatjuk le, hogy nincs tökéletes tellurikus kiértékelési eljárás, de a numerikussá tett relatív ellipszis és totális módszerek rutin feladatok megoldásánál jól kiegészítik egymást. A közelítő módszernek akkor lehet szerepe, ha a kiértékelés nem terepen folyik, és így terepen megelégszünk hozzávetőleges eredménnyel is.

Végül köszönetet kell mondanom Verő Józsefnek, Dr. Sebestyén Károlynak, Dr. Ádám Antalnak és Erkel Andrásnak, akik munkámat irányították és hasznos tanácsaikkal állandóan elláttak.

Ugyancsak köszönetet kell mondanom Hobot József, Varga Józsefné és Ruzsicska Mária munkatársaimnak, akik szintén sok problémánál segítségemre voltak és a sok munkát igénylő kiértékelések és számolások zömét elvégezni voltak szívesek.

#### I R O D A L O M

- Bergycsevszkij:* Elektriceszkája Razvedka Metodom...  
*Porstendorfer:* Tellurik. Grundlagen und Anwendungen.  
*Verő:* Die Bestimmung der tellurischen Stationsellipsen.  
*L'Auné:* Kiegyenlítőszámítás.

# A Nagycenk melletti obszervatórium földmágneses feldolgozási módszerei és az eredmények összehasonlítása a tellurikus adatokkal\*

WALLNER ÁKOS

Szerző ismerteti a Nagycenk melletti obszervatórium mágneses regisztrátumainak feldolgozását, melynek célja elsősorban a tellurikus feldolgozás adataival összehasonlítható adatok meghatározása. Ismerteti a kétféle regisztrálás során nyert eredmények összehasonlításakor mutatózó hasonlóságokat és eltéréseket, kitér ezek feltételezhető okára is. Elsősorban az öblök periódustartományában jelentkező perióduseltolódásokat vizsgálja. Korrelációszámítással bizonyítja a mágneses regisztrátumhoz képest a tellurikusan fellépő perióduscsökkenést. Kitér a pulzációk eloszlásának különbözőségére is.

Описывается способ обработки магнитных записей, полученных в Надьценкской обсерватории. Целью обработки является в первую очередь определение данных, сопоставляемых с результатами интерпретации материалов, получаемых методом теллурических токов. Автор указывает на сходства и расхождения, намечающиеся при сопоставлении результатов двух видов записей и анализируются и возможные их причины. Изучаются прежде всего смещения периодов, входящих в область периодов т. н. заливов. При помощи корреляционного вычисления показано уменьшение периодов на записях теллурических токов по сравнению с магнитными записями. Автор останавливается также и на расхождении в распределении пульсаций.

Der Verfasser gibt die Aufarbeitung der magnetischen Registrare des Nagycenker Observatoriums bekannt; das Ziel dieser Tätigkeit ist in erster Linie die Bestimmung solcher Daten, welche mit denjenigen der tellurischen Aufarbeitung vergleichbar sind. Er legt die sich beim Vergleich der im Zuge der zweierlei Registrierungen gewonnenen Resultate zeigenden Ähnlichkeiten und Abweichungen dar und kommt auch auf die annehmbare Ursache derselben zu reden. In erster Linie untersucht er die sich im Periodenbereich der Ausbuchtungen meldenden Periodenverschiebungen. Im Vergleich zum magnetischen Registrat weist er die tellurisch auftretende Periodenverminderung mit Korrelationsrechnung nach. Er kommt auch auf die Verschiedenheit der Verteilung der Pulsationen zu reden.

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumában a tellurikus regisztrálások kiértékelésére eljárást dolgoztak ki, amelyről Ádám Antal és Verő József tanulmányaikban [1], [3] részletesen beszámoltak. Ennek a kiértékelésnek egyik fő célja, hogy a tellurikus variációk periódusának és amplitudójának időbeli változásáról a lehetőségekhez mérten minél tökéletesebb képet nyerjünk. Minthogy 1960-ban megindult Nagycenken a mágneses változások regisztrálása is, lehetőség nyílik arra, hogy a tellurikus és mágneses változásokat összehasonlítsuk és az egyező, illetve eltérő sajátosságokat tanulmányozzuk.

Fentiek alapján a mágneses feldolgozási munka módszereinek kidolgozásánál a tellurikus lassú regisztrálásokra bevezetett módszert vettük alapul. A változásspektrumot öt perióduscsoportra osztottuk fel. Ezek határai (2', 6', 12', 24' és 60') megegyeznek a tellurikus változások lassú regisztrálásának öt perióduscsoportja határaival. A mágneses felvételeken minden órás szakaszban komponensekként kiolvassuk az előforduló perióduscsoportokban az átlagamplitudót. Egy-egy órában mind az öt perióduscsoportba tartozó változások is jelentkezhetnek. Illyenkor öt különböző átlagamplitudó-értéket ol-

\* A Magyar Geofizikusok Egyesületében 1961. XI. 10-én elhangzott előadás.

vasunk ki külön-külön D és H komponensekre. Mivel a Z komponensben a változások lényegesen nyugodtabb lefolyásúak és a tellurikában az ennek megfelelő vertikális komponenst nem is regisztráljuk, illetve a horizontális tellurikus komponensekben Z indukáló hatását nehéz meghatározni, ezért itt az első három perióduscsoportot összevonjuk és a 0–12'-es periódusú változásokra egy átlagamplitudót olvasunk ki. Az átlagamplitudó megállapításánál gyakran előfordul, hogy az egy perióduscsoportba tartozó változások az órának csak egy bizonyos részében jelentkeznek. Az átlagamplitudót ilyenkor is az egész órára vonatkoztatjuk és a kiolvasott értéket ennek megfelelő arányban csökkentjük. Pl. ha egy perióduscsoport az óra 1/3-án keresztül jelentkezik, akkor az óras átlagamplitudó a kiolvasott érték harmada.

Az így kiolvasott átlagamplitudókból komponensenként kiszámítjuk a napi átlagértéket, továbbá havonként minden egyes órára is az átlagértéket. Így minden hónapra megkapjuk az egyes perióduscsoportok átlagamplitudójának napi változását.

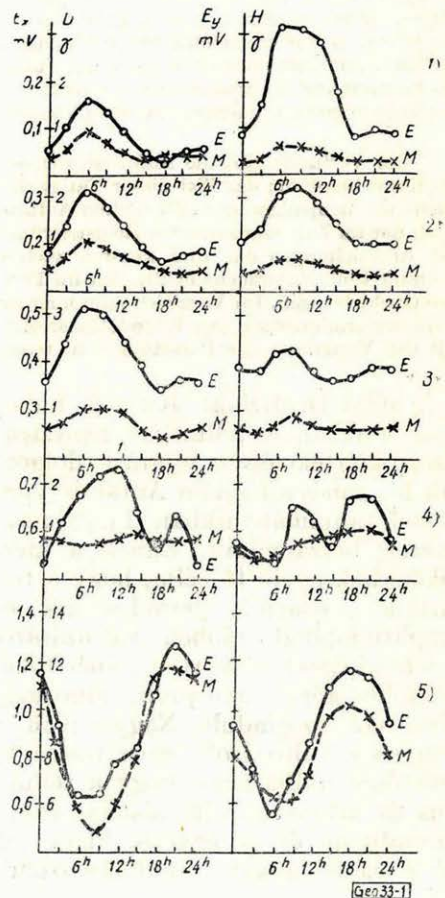
A mágneses tevékenység mértékének jellemzésére bevezettünk egy  $M$  mágneses jellegszámot, amely 0–9 értékeket vehet fel. Ezt a karakterszámot azért jelöltük  $M$ -mel, hogy esetleg félreértés ne származzon; ugyanis ez nem azonos a más obszervatóriumok által használt  $K$  karakter számmal. Az  $M$  számoknak megfelelő értékhatárokat úgy állapítottuk meg, hogy az a tellurikus változásokra kiolvasott  $K_t$  számok gyakoriságát jól fedje. Ezeket az  $M$  karakter számokat 3 órás szakaszokra és minden komponensre külön-külön állapítjuk meg.

Az egész tevékenységre megállapított  $M$  karakter számok mellett az egyes perióduscsoportok tevékenységét is jellemeztük egy-egy napon-

kénti karakterszámmal ( $M_1 - M_5$ ). A napi átlagértékek alapján megállapított  $M_1 - M_5$  karakterszámok értéke ugyancsak 0–9 lehet. Az egyes perióduscsoportokban a határokat itt is úgy szabtuk meg, hogy a megfelelő tellurikus  $K_1 - K_5$  számok gyakoriságával a lehető legjobb egyezést nyerjük.

Ezeknek a kiértékelési módszereknek alkalmazásával összehasonlítjuk az 1960 júniustól decemberig terjedő anyagban a mágneses és tellurikus variációkat.

Az 1. ábrán megrajzoltuk mind az öt perióduscsoportban az átlagampli-



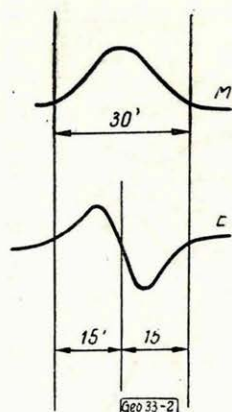
1. ábra. Átlagamplitudók napi változása 7 hónap átlagértékéből számítva.

tudók változását a megvizsgált 7 hónap átlagában. A kihúzott vonal a tellurikus, a szaggatott a mágneses átlagamplitudókat jelenti. Az ábrában oldali oszlopában a deklinációban mutatkozó átlagamplitudók változásait ( $D$ ) a  $E_x$  ( $E - D$ ) tellurikus komponenssel, a jobb oldalon a horizontális intenzitás ( $H$ ) átlagamplitudójának változásait a tellurikus  $E_y$  ( $K - N_y$ ) változásaival hasonlítottuk össze. A mágneses és tellurikus komponensek közvetlen összehasonlítását lehetővé teszi az, hogy 1960-ban a nagycenti obszervatóriumban a deklináció abszolút értéke  $25' - 30'$  körül ingadozott és ezért a  $D$  és  $H$  mágneses elemek nagy közelítéssel helyettesíthetők a csillagászati irányítottságú  $x$   $y$  mágneses összetevőkkel.

Az első három perióduscsoportban jó egyezéstről beszélhetünk. Meg kell jegyeznünk, hogy az 1. perióduscsoportban a tellurikus kiolvasások megbízhatóbbak, mint a mágnesesek.

A mágneses felvételen ugyanis ez a sáv elmosódott és amplitudójának becslése ezért lényegesen nehezebb. Az 1. perióduscsoportban a tellurikus változás az  $E_y$  komponensben a mágneses  $H$ -hoz viszonyítva megnő. Ennek oka az, hogy a  $pc$  típusú pulzációkat a tellurikus felvételeken jól láthatjuk, míg a mágneses felvételeken inkább csak nyomokban jelentkeznek. A  $pc$  változások Magyarországon általában a tellurikus  $E_y$  komponensben nagyobbak. Ez a megállapítás kisebb mértékben áll még a 2. perióduscsoportra is.

A leggyengébb az egyezés a 4. perióduscsoportban, ahol a délelőtti maximum a tellurikus  $E_x$ -ben még jól kivehető, míg a mágneses  $D$ -ben már nem. A 4. perióduscsoportban ennek az eltérésnek a fő oka az lehet, hogy a mágneses felvételeken jelentkező  $24' - 40'$  periódusú öbolszerű egyedi változások a tellurikus felvételeken differenciál-görbéként je-

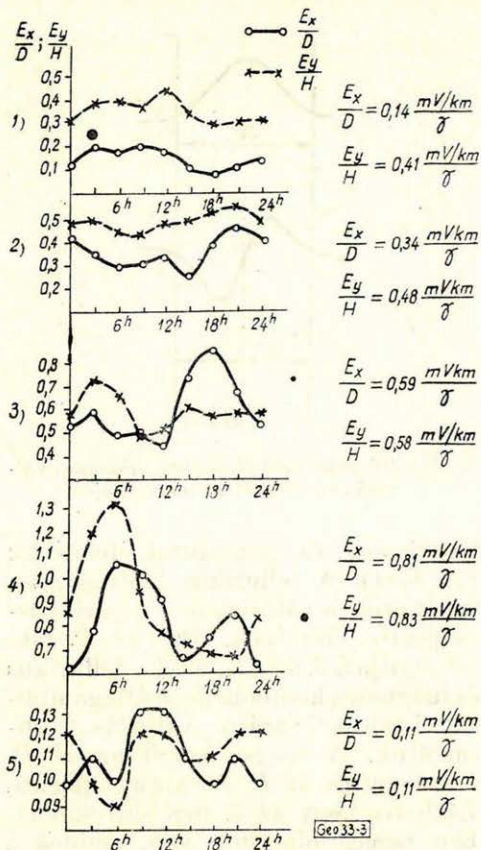


2. ábra.  $30'$  periódusú öbolszerű mágneses változás és tellurikus megfelelője

lentkeznek és periódusuk feleződik (2. ábra). A tellurikus kiolvasásban tehát ezek a változások a 4. perióduscsoportba kerülnek. Ezt az állítást bizonyítja a 3. ábra is, ahol a tellurikus és mágneses komponensek átlagamplitudói közötti arány változását ábrázoltuk. A teljes vonal az  $E_x/D$ , a szaggatott az  $E_y/H$  arányt jelenti. Látható, hogy az 5. perióduscsoportban reggel minimum van, aminek a 4. perióduscsoport arányaiban maximum felel meg azért, mert a tellurikus 5. perióduscsoportból a változások egy része átkerül a 4. perióduscsoportba.

A 3. perióduscsoportban az arányok változása azt mutatja, hogy a fent leírt jelenség kisebb mértékben a 3. és 4. perióduscsoport között is fennáll.

A 4. perióduscsoportra Verő József megállapította, hogy másodlagos jellege van [3]. Ezalatt azt érti, hogy mágneses vihar esetén a vihar első szakaszában az 5. perióduscsoport uralkodó jellegű, a második, lecsengő szakaszban a 4. perióduscsoport változásai jutnak túlsúlyba. A mágneses felvételekről nyert adatok alapján ezt a megállapítást azzal egészíthetjük ki, hogy a viharok lecsengő szakaszá-

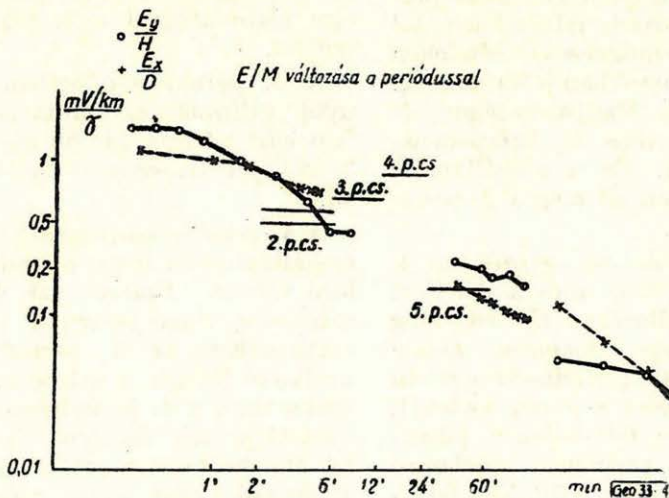


3. ábra. Átlagamplitudók arányainak változása (E/M arány)

ban olyan öbolszerű változások a gyakoribbak, amelyeknek periódusa az 5. perióduscsoport alsó határához esik közelebb.

A 3. ábrán az arányok napi változása mellett feltüntettük az arányok napi átlagértékét is. Ezek az  $E_x/D$ , illetve  $E_y/H$  arányok az 1-től a 4. perióduscsoport felé haladva nőnek, majd az 5. perióduscsoportban hirtelen lecsökkennek, tehát az alacsonyabb perióduscsoportok a tellurikus regisztrátumokon nagyobb mértékben jelentkeznek, mint a mágneses felvételeken.

Az  $E_x/D$  illetve  $E_y/H$  arány változását Ádám Antal egyes jellegzetes változások alapján kiszámította [2]. A 4. ábrán összehasonlítottuk az általa megadott görbét saját eredményeinkkel. A 2., 3. és 5. perióduscsoportokra kapott értékek jól egyeznek. A 4. perióduscsoportban az általunk számított érték magas:  $0,8 mV/km$ , míg Ádám görbéje alapján  $0,3 mV/km$ . Ez az eltérés ugyancsak arra a fent tárgyalt jelenségre vezethető vissza, hogy ti. a mágneses felvételen az 5. perióduscsoportban jelentkező változások egy része átkerül a tellurikus felvételen a 4. perióduscsoportba és



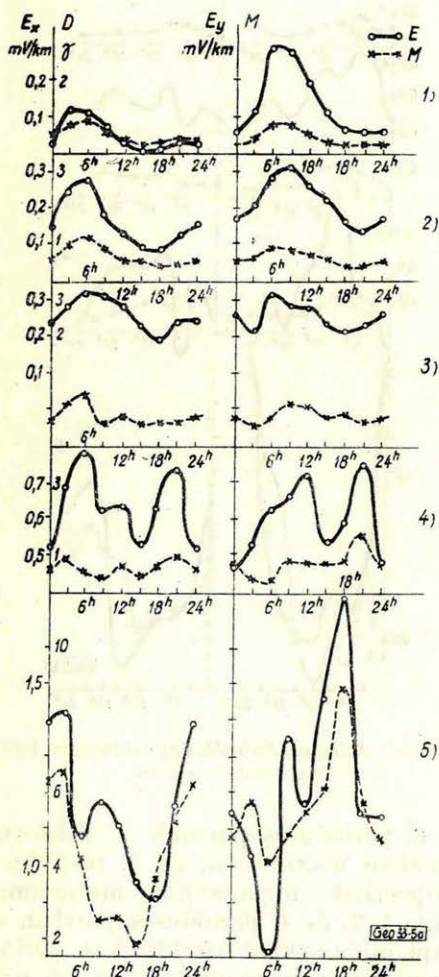
4. ábra. E/M változása a periódussal

az átlagértékek összegezésénél a 4. csoportban a tellurikus amplitudó átlagértéke megnő. Ádám görbéjében a hatás nem jelentkezik, mert egyes, időben azonos változások alapján lett megszerkesztve.

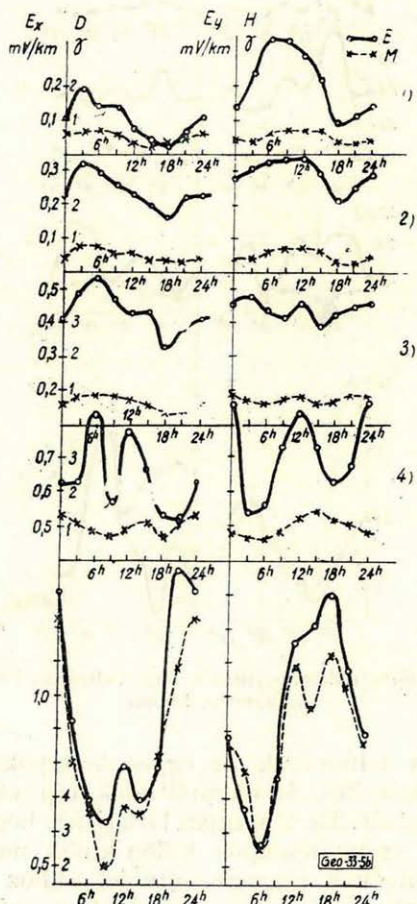
Az 1. perióduscsoport értékét nem tüntettük fel. Mint említettem, ennek a perióduscsoportnak az átlagamplitudóit nehéz megbízhatóan kiolvasni. A mágneses felvételek 15 mm/óra előtolással és 4–5  $\gamma$ /mm érzékenységi variométerekkel készültek, ilyen

felvételeken az 1. perióduscsoport sokszor csak nyomokban jelentkezik. Erre a csoportra végzett kiolvasásainkkal csak a csoport megjelenésének gyakoriságára tudunk tájékozódást szerezni. Ádám az általa kiszámított görbének ehhez a szakaszához nagyobb érzékenységi műszerekkel és gyors (2 cm/perc) előtolással felvett mágneses és tellurikus regisztrátumokat használt.

Az 1. ábrán a legjobb egyezést az 5. perióduscsoport mutatja. A görbék első harmonikusa alapján a tellurikában a görbék napi amplitudómodulációja közel azonos – 32, ill. 34% –,



5a ábra. Átlagamplitudók napi változása 1960 június hónapban



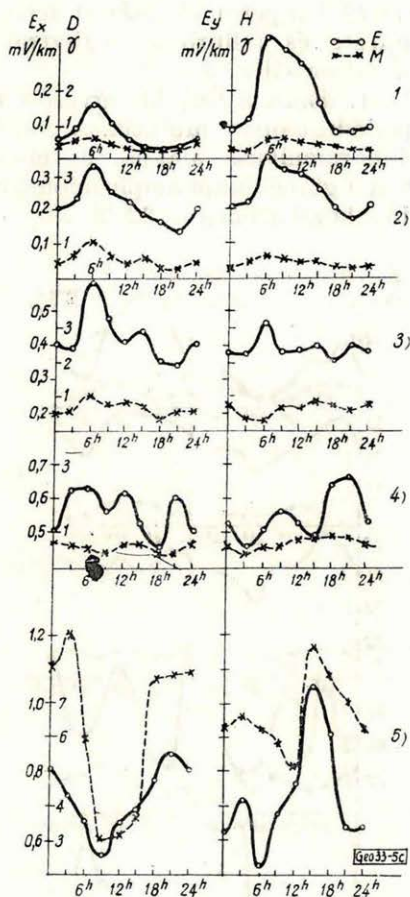
5b ábra. Átlagamplitudók változása 1960 július hónapban

míg a mágneses változásoknál a  $D$  komponensben 42%, a  $H$  komponensben 26%.

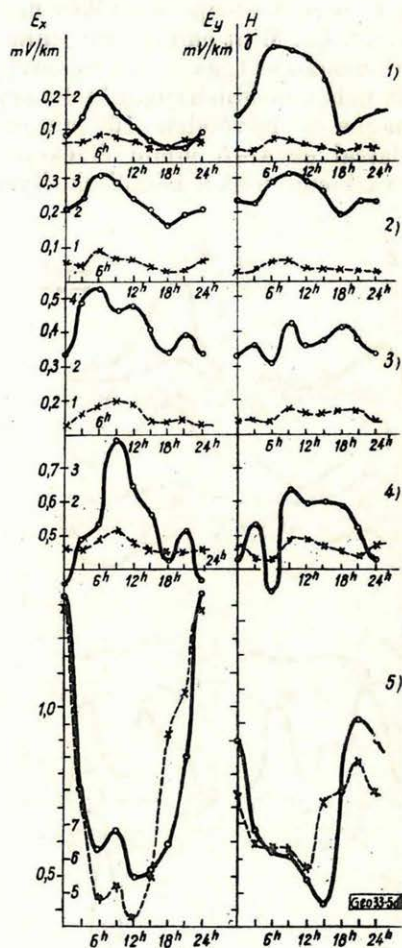
A következő ábrarozatunkon (5 a–g ábra) az 1. ábra megfelelőjét megszerkesztettük a megvizsgált 7 hónap mindegyikére külön-külön, te-

egyezés éppúgy, mint az 1. ábrán; viszont a legnagyobb eltérések a 4. perióduscsoportban mutatkoznak.

Az 1., 2. és 5. perióduscsoportban határozott napi járás látható. Az 1.



5c ábra. Átlagamplitudók napi változása 1960 augusztus hónapban



5d ábra. Átlagamplitudók napi változása 1960 szeptember hónapban

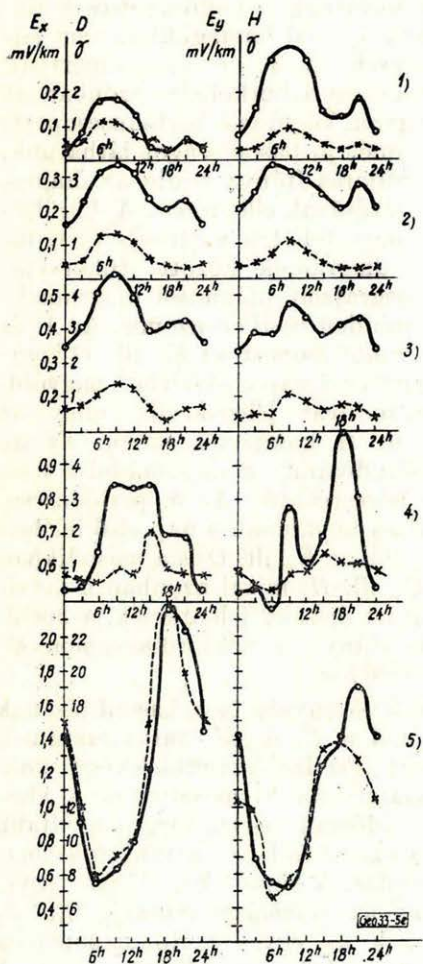
hát felhordtuk az egyes hónapokra kiszámított átlagamplitudók napi változását. Ezek alapján láthatjuk, hogy az egyes hónapok külön-külön nem mutatnak lényeges eltérést ahhoz a képhez viszonyítva, amelyet az egész vizsgált időszakra kaptunk. Itt is az 5. perióduscsoportban a legjobb az

és 2. perióduscsoportnak a délelőtti órákban maximuma, az 5. perióduscsoportnak ugyanakkor minimuma van. A 3. és 4. perióduscsoportban a napi járás sokkal kisebb. A 4. perióduscsoportban azonban nagyobb ugrások jelentkeznek, míg a 3. perióduscsoport menete kiegyenlítettebb. Ez

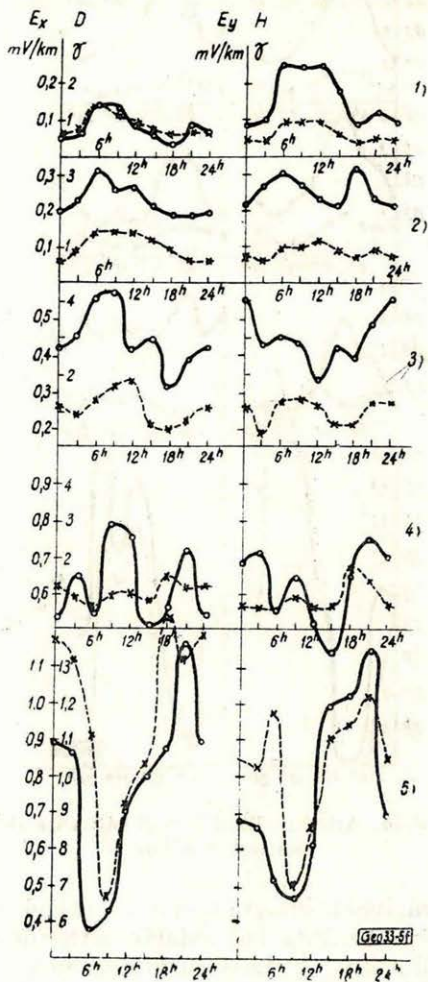
arra utal, hogy a 4. perióduscsoport előfordulása jobban kapcsolódik viharokhoz, mint a 3-é.

A 6. ábrán láthatjuk az  $E_x/D$ , illetve  $E_y/H$  átlagamplitudóarányok

mélyi jellegű hiba a nagyobb gyakorlattal fokozatosan eltűnt. A X. és XI. hónapban mutatkozó minimum magyarázata az, hogy ezek voltak a vizsgált időszak legtevékenyebb hónapjai.



5e ábra. Átlagamplitudók napi változása 1960 október hónapban

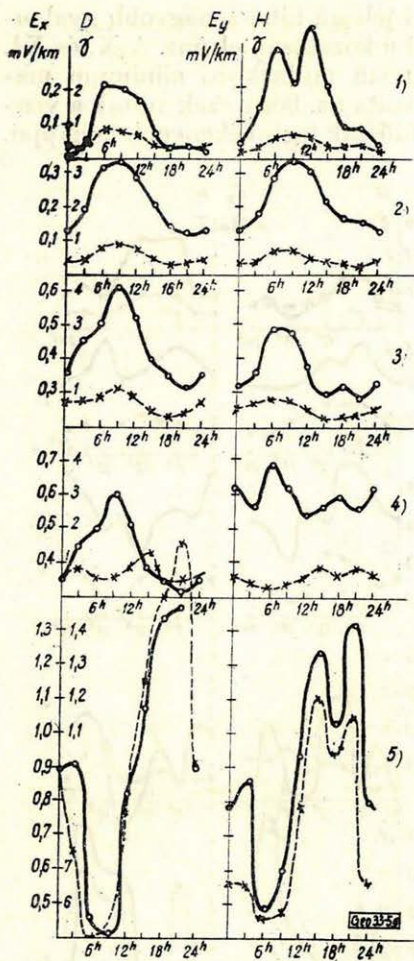


5f ábra. Átlagamplitudók napi változása 1960 november hónapban

havi értékének változását hónapról hónapra. Ez az ábra főleg a kiolvasási fogyatékosokra világít rá. Az első hónap kiolvasásainál a mágneses változásokat az 1.-3. perióduscsoportokban kissé túl-, míg az 5. perióduscsoportban alábecsültük. Ez a sze-

A tellurikus felvételeken a viharok egy része ugyanis nem olvasható ki kellő pontossággal, ezért a legviharosabb napok a tellurikus átlagértékből hiányoznak.

A 7. ábrán az 1. ábrán feltüntetett átlagamplitudókból szerkesztett, ún.



5g ábra. Átlagamplitúdók napi változása 1960 december hónapban

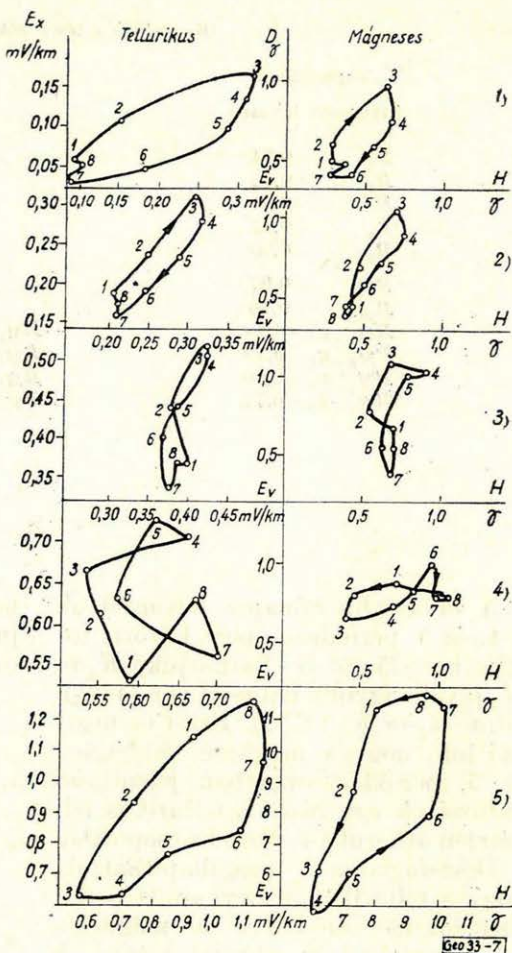
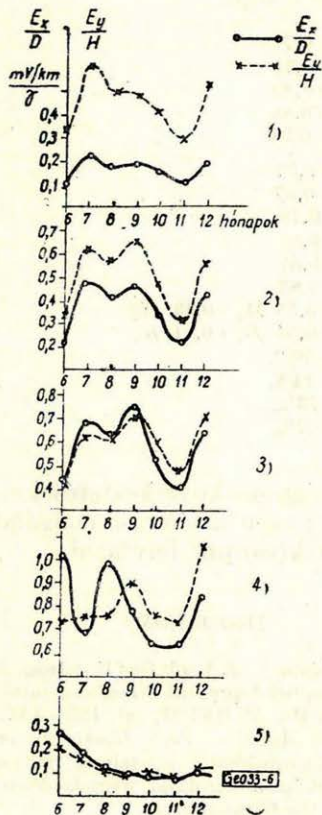
kvázivektordiagramokat rajzoltuk meg. Az ábra bal oldalán láthatók a tellurikus kvázivektordiagramok, a jobb oldalon a megfelelő mágneses kvázivektordiagramok az egyes perióduscsoportokra. Az összehasonlítás szemléltetőbbé tétele kedvéért a mágneses diagramoknál a  $D$  és  $H$  tengelyeket egymással felcseréltük, tehát ezek a kvázivektordiagramok tükörképileg vannak felrajzolva.

Az 1. és 2. perióduscsoportban a diagramok alakja jól hasonlít egymásra, a körbenjárás iránya az óra-

mutató járásával azonos. A 3. perióduscsoportban ugyancsak jó a hasonlóság. A diagramok itt áthurkolódnak, ami kis mértékben már a 2. perióduscsoport mágneses diagramján is látható. A 4. perióduscsoport diagramjai nem mutatnak hasonlóságot és a diagramok formái önmagukban sem jellegzetesek. A 3. perióduscsoportban jelentkezett áthurkolódás azonban itt is megvan. Végül az 5. perióduscsoportban ismét jó hasonlóságot láthatunk, a körüljárás iránya pedig az óramutató járásával ellentétes. A körüljárási irány tehát a mágneses és tellurikus diagramok között (tükörképileg megrajzolt mágneses diagramoknál) minden esetben azonos. Az 1. és 2. perióduscsoport az  $E_x$ , ill.  $D$  komponensben a nap első felében nagyobb amplitudóval jelentkeznek, mint az  $E_y$ , ill.  $H$  komponensekben. Ez az amplitudóarány a nap második felében felcserélődik. Az 5. perióduscsoportban ugyancsak a nap első felében nagyobb az  $E_x$ , ill.  $D$  és a másodikban az  $E_y$ , ill.  $H$ , mivel azonban a maximum itt éjszaka jelentkezik, a körüljárás iránya a vektordiagramon ellentétes lesz.

A tevékenység összehasonlításának céljából a  $K_i$  és  $M$  karakterszámok között korrelációs számítást végeztünk. A számításra kiválasztottuk a vizsgált időszak egyik legnyugodtabb (augusztus) és legzavartabb (október) hónapját. A kapott korrelációs tényezőket az 1. táblázat mutatja.  $R_1 - R_5$  értékek az egyes perióduscsoportok tevékenységét hasonlítják össze. A korreláció az 1. perióduscsoporttól az 5. felé egyre szorosabb lesz. A nyugodt és zavart hónap között a megfelelő korrelációkban lényeges eltérés nem mutatkozik. Az egyes komponensekre 3 óránként megállapított karakterszámok napi összegének korrelációja ugyancsak nagyon szoros. ( $R_x, R_y$ ).

A táblázat alsó részében feltüntet-



6. ábra.  $E_x/M$  arány havi átlagértékének változása

7. ábra. Kvázivektordiagramok

tük az 1., 2. és 4., 5. perióduscsoportok között számított keresztkorrelációkat is. Itt feltűnő, hogy az  $M_1-K_2$  karakterszámok korrelációja nagyon szoros (szorosabb, mint  $M_1-K_1$ ), míg  $M_2-K_1$  korreláció lazább. Ez azt jelenti, hogy a mágneses felvételen kiolvasott 1. perióduscsoportbeli változások a szomszédos perióduscsoportokkal azonos napokon nagyobbak, ill. kisebbek, míg a tellurikus felvételen kiolvasott változások a szomszédos perióduscsoporttal nem egyeznek

meg ilyen mértékben. A tellurikus lassú felvételen sokkal több 1. perióduscsoportbeli változás olvasható ki jól, míg a mágnesesben ezek akkor különülnek el erősebben, ha az egész tevékenység megnő. A 4. és 5. perióduscsoport között végzett keresztkorreláció mindkét értéke szoros, vagyis ezek intenzitása általában egymással azonos időben nő meg, ill. csökken, de a korreláció mindig alacsonyabb az azonos csoportok közötti korrelációnál.

augusztus (nyugodt hónap)	október (zavart hónap)
$R_1 = 0,74$	$R_1 = 0,71$
$R_2 = 0,62$	$R_2 = 0,75$
$R_3 = 0,71$	$R_3 = 0,89$
$R_4 = 0,82$	$R_4 = 0,86$
$R_5 = 0,90$	$R_5 = 0,94$
$R_{xD} = 0,97$	$R_{xD} = 0,97$
$R_{yH} = 0,96$	$R_{yH} = 0,97$
$RM_1 - K_2 = 0,88$	$RM_1 - K_2 = 0,78$
$RM_2 - K_1 = 0,39$	$RM_2 - K_1 = 0,57$
$RM_4 - K_5 = 0,80$	$RM_4 - K_5 = 0,81$
$RM_5 - K_4 = 0,77$	$RM_5 - K_4 = 0,85$
	$K_4 = 0,55 \quad M_4 + 0,33 \quad M_5$
	$M_4 = 0,61 \quad K_4 + 0,21 \quad K_5$
	$K_4: \quad M_4 = 56\%$
	$\quad \quad M_5 = 44\%$
	$M_4: \quad K_4 = 73\%$
	$\quad \quad K_5 = 27\%$

A zavartabb hónapra feltüntettük a 4. és 5. perióduscsoport közötti totális korrelációt is. Láthatjuk:  $K_4$ -re  $M_5$  jóval nagyobb hatással van (44%), mint  $M_4$ -re  $K_5$  (27%). Ezzel is bizonyítjuk, hogy a mágneses felvételen az 5. perióduscsoportban jelentkező változások egy része a tellurikus felvételen átkerül a 4. perióduscsoportba.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a tellurikában bevezetett periódusfelosztás módszere a mágneses feldolgozásban is sikerrel bíztat. A rendelkezésre álló adatmennyiség természetesen még nem engedi meg,

hogy végleges következtetéseket vonjunk le; ezen a téren a vizsgálatokat tovább kívánjuk folytatni.

#### IRODALOM

1. A. Adám - J. Verő: Das Erdstromobservatorium bei Nagycenk. Geofisica pura e applicata Bd. 39./1958(I) pp. 126 - 151.
2. Adám Antal - Verő József: Az országos földiárammérések adatainak feldolgozása és térképi ábrázolása. Megjelenőben a Magyar Geofizikában.
3. J. Verő: Ein Versuch zur Trennung der einzelnen Frequenzbänder der Erdstromvariationen. Geofisica pura e applicata Vol. 49 (1961/II.) pp. 33 - 118.

# Elektromos karakterszámok és a földi elektromágneses tér

M Á R C Z F E R E N C

A szerző a dolgozatban a tellurikus áram és földmágneses tevékenységnek a lélegektromos jelenségekkel való kapcsolatát vizsgálja. A földmágneses és tellurikus-áram változásokra az ismert karakterszámokat, a légi-ektromos tevékenység jellemzésére pedig az angol Meteorological Office karakterszám rendszerét alkalmazza.

A korreláció számítás módszerével feldolgozza a perui Huancayo és a Bombay melletti Colabában működő obszervatóriumok méréssorait.

Megállapítja, hogy a vizsgálatok alapján az érintett komponensek közötti laza kapcsolat felfedezhető, de a légi elektromos tevékenység leírására használt karakterszámok a geofizikai célokra kevésbé alkalmasak.

В работе рассматривается связь теллурических токов и геомагнитного поля с аэроэлектрическими явлениями. Для вариаций геомагнитного поля и поля теллурических токов используются известные характерные числа, а для характеристики аэроэлектрических явлений — система характерных чисел английской метеорологической службы.

При помощи метода корреляционного вычисления обрабатываются ряды измерений, полученные в Калойской обсерватории в Перу.

На основании проведенных исследований делается вывод о наличии слабой связи между указанными компонентами, однако, характерные числа, используемые для описания аэроэлектрической активности, мало применимы для геофизических целей.

In der Abhandlung untersucht der Verfasser das Verhältnis des tellurischen Stroms und der erdmagnetischen Tätigkeit zu den luftelektrischen Phänomenen. Auf die erdmagnetischen und tellurischen Stromveränderungen wendet er die bekannten Charakterzahlen, zur Charakterisierung der luftelektrischen Tätigkeit dagegen das Charakterzahl-System des englischen Meteorological Office an.

Mit Methode der Korrelationsrechnung arbeitet er die Meßserien der im peruanischen Huancayo und in Colaba bei Bombay tätigen Observatorien auf.

Er stellt fest, dass auf Grund der Untersuchungen zwischen den berührten Komponenten ein lockerer Zusammenhang entdeckt werden kann, die zur Beschreibung der luftelektrischen Tätigkeit gebrauchten Charakterzahlen jedoch für geophysikalische Zwecke wenig geeignet sind.

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumában vizsgálatokat folytatunk a földi elektromágneses tér megismerésére. Vizsgálataink az egyes komponensek közötti összefüggések, a közös jellemvonások, vagy a külső tényezők hatásának kimutatására irányulnak. Ehhez a munkához szükségünk van arra, hogy a három összetevőben mutatkozó jelenségeket olyan adatokkal jellemezzük, amelyek magukban foglalják azok legfőbb tulajdonságait és ezáltal lehetővé teszik az összehasonlítást. A tellurikus és mágneses tevékenység elég jól jellemezhető a megfelelő karakterszámok alkalmazásával, amint ez az irodalomból jól ismert. Célszerűnek látszott megvizsgálni azt, hogy a lélegektromos tér jellemzésére eddig használt elektromos karakterszámok hogyan felelnek meg az előbbieken kitűzött célunknak.

Az angol Meteorological Office lélegektromos szempontból három csoportra osztja a napokat és azokat 0,1 és 2 karakterszámokkal jellemzi (1). 0 karakterszámmal jellemzi azokat a napokat, amelyeken a légköri potenciálgradiens a nap folyamán nem vesz fel negatív értéket. Az 1-es karakterszámmal jelzi azokat a napokat, amelyek folyamán a potenciálgradiens értéke

három óránál rövidebb ideig negatív. Végül, azok a napok melyeken a potenciálgradiens három órán át vagy annál hosszabb ideig negatív, 2-es karakterszámot kapnak. (Az ilyen napok többnyire zivatarosak.)

Először ezt a karakterizáló rendszert vizsgáljuk meg. Sajnos, a rendelkezésre álló irodalomban nagyon gyéren található olyan, több évre terjedő adatsorozatok, amelyek ehhez a munkához szükségesek. A Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity évfolyamaiból két olyan állomást tudunk kiválasztani, amely több évre terjedően a Meteorological Office által bevezetett elektromos karakterszámok szerint osztályozta a napokat. Az egyik a perui Huancayo-ban levő obszervatorium 1925 és 1936 közötti években végzett potenciálgradiensméréseiből összeállított sorozat (2), a másik a Bombay melletti Colabában 1931 és 1938 között végzett regisztrálás feldolgozásából származik (3). Mindkét állomásról rendelkezésünkre állt az előbb említett időközökben, havi felbontásban, a napoknak karakterszámok szerinti megoszlása.

Első lépésként a két adat-sorozat időben egyező részét (vagyis az 1931–36 közötti szakaszt) felhasználva, összehasonlítást végeztünk a két állomás elektromos karakterszámaival:

1931 és 1936 között mindenegyves hónapra megállapítottuk az átlagos elektromos karakterszámokat és ezeknek az egyes hónapokra (pl. januárra) vonatkozó megfelelő középértékétől az egyes években mutatkozó eltéréseikkel végeztük el a korrelációs számítást a következő képlet alapján:

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 \Sigma y^2}}$$

ahol tehát  $x$  az egyik állomás adott évre vonatkozó (pl. 1931) havi (pl. jan.) átlagértékének eltérése a több éves (1931–36) megfelelő havi középértéktől;  $y$  pedig a másik állomás adott évre vonatkozó (pl. 1931) havi (pl. jan.) átlagértékének eltérése a több éves (1931–36) megfelelő havi középértéktől.

A fenti úton az egyes évekre a következő korrelációs faktorokat nyertük:

1931	1932	1933	1934	1935	1936
+0,16	+0,33	+0,26	+0,01	-0,05	+0,06

Amint látható az első 3 év, ha nem is nagy, de egyértelmű és figyelemre méltó pozitív korrelációt mutat. A következő 3 évre már nem mondható el ugyanez.

Az évi járás kiküszöbölésére kiszámítottuk minden egyes évre az  $x$  és  $y$  eltérések havi középértékeit ( $\bar{x}$  és  $\bar{y}$ ) és ezek segítségével az alábbi átalakított képlettel számítottuk ki a korrelációs faktorokat:

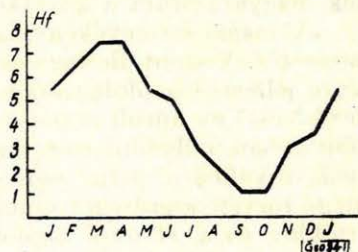
$$r = \frac{\Sigma xy - 12\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\Sigma x^2 - 12\bar{x}^2)(\Sigma y^2 - 12\bar{y}^2)}}$$

Ennek alapján a korrelációs tényezők így alakultak:

1931	1932	1933	1934	1935	1936
+0,18	+0,33	+0,15	+0,07	+0,16	+0,04

Így az 1935-ös faktor is pozitív. Noha az 1934-es és 1936-os faktor csak nagyon gyengén pozitív, megállapíthatjuk mégis, hogy mind a hat esztendő alatt a két állomás elektromos adatai pozitív korrelációban vannak egymással.

A korreláció évszakos változásának tanulmányozására előjel korreláció alapján végeztük el az összehasonlítást. Az előjeleket úgy állapítottuk meg, hogy az eltéréseket középértékeikhez viszonyítottuk. Bloxamálás után a kapott értékeket felhordva, a következő görbe nyújt felvilágosítást a korreláció évi változásáról (1. ábra)\*. A görbe lefutása azt mutatja, hogy a két állomás adatai között március, április hónapokban a legjobb a korreláció. Ezután fokozatosan csökken és szeptember, október hónapokban a legkisebb a korreláció.



1. ábra

Talán a két terület közötti éghajlati különbség nehezíti meg a két állomás elektromos karakterszámainak összehasonlító vizsgálatát, mert erősen érzetiek hatásukat a sajátos éghajlati viszonyoknak megfelelő helyi jellegű zavarok.

Vizsgálatainkat kiterjesztettük a mágneses karakterszámok és az elektromos karakterszámok összehasonlítására is. Sajnos, sem a huancayoi, sem a colabai mágneses karakterszámok nem álltak rendelkezésünkre, ezért az összehasonlításra az internacionális mágneses karakterszámokat használtuk fel.

Először a huancayoi elektromos és az internacionális mágneses karakterszámok közötti korrelációt vizsgáltuk meg. A számítások a már előbb említett módszer szerint történtek. Ezekhez a számításokhoz hosszabb adatsorozat állt rendelkezésünkre. 1925–36 közötti huancayoi elektromos karakterszámokhoz (2) a *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*ben (Vol. 30. – Vol. 42.) közölt megfelelő internacionális karakterszámokat kerestük ki, amelyeket G. van Dijk, széles obszervatóriumi hálózat adatait felhasználva, állított össze. A korrelációs számítás eredményeként a következő korrelációs tényezőket kaptuk:

1925	1926	1927	1928	1929	1930
-0,26	+0,10	-0,38	+0,28	+0,41	+0,34
1931	1932	1933	1934	1935	1936
-0,08	-0,19	-0,50	+0,43	+0,48	-0,01

Az évi járást az előzőekben leírt módon kiküszöbölve:

1925	1926	1927	1928	1929	1930
-0,70	+0,13	-0,51	+0,39	+0,37	+0,18
1931	1932	1933	1934	1935	1936
-0,10	-0,50	-0,40	+0,39	+0,46	-0,01

\* Az ábrákon az abszcissa tengelyre a hónapokat, az ordináta tengelyre a hasonlósági fokot (Hf) hordtuk fel, szabadon választott egységekben.

Ha rátekinünk erre a sorozatra, rögtön szembetűnik, hogy a korreláció háromévenként előjelet vált. Csak az 1926-os kis pozitív és az 1936-os minimális negatív korreláció üt ki ebből a periodikus előjelváltásból. Ettől eltekintve határozott 6 éves periódus észlelhető a korrelációs tényezők alakulásában. Ennek magyarázatára a következőket lehet megemlíteni:

A mágneses tevékenység és a napfolt-tevékenység közötti összefüggés ismeretes. Viszont Berlage és Visser (4) vizsgálata szerint a napfolttevékenységre jellemző napfoltszámok 11 éves periódusa és a világidőjárásban jelentkező 3 és 7 év körüli periódusok között is van összefüggés. Ezen kapcsolat főként abban nyilvánul meg, hogy a délkelet-ázsiai és európai magas légnyomású évek, továbbá a perui esős évek, jelentkezésükben a relatív napfoltszámtól függő törvényszerűséget mutatnak. Megjelenésük meghatározott napfoltszámértékhez és a 11 éves napfoltperiódus szélső értékeihez viszonyítva kötött. Tehát a meteorológiai tényezők alakulásában a napfolttevékenység szerepet játszik. Így feltételezhető, hogy az esetünkben mutatkozó 3 éves előjelváltásban a napfolt-tevékenység közvetett hatása tükröződik. Hiszen az elektromos karakterszámok alakulásában feltétlenül érződik a világidőjárásnak és így ezen keresztül a napfolt-tevékenységnek a hatása. A világidőjárás 7 év körüli periódusát főként a Peruban hét év alatt egyszer jelentkező esős évek jellemzik. Ezek az ún. El Nino évek. Előfordul azonban az is, hogy mérsékelt eszós és a száraz perui tengerparton más években is megfigyelhető esetenként. Viszont ezek az esetek is oly értelemben emlékeztetnek a 7 éves periódusra, hogy 3–4 éves a periódusuk, tehát az előbbinek a fele. Az általunk vizsgált időszak alatt az 1925-ös és az 1932-es évben volt Berlage szerint El Nino jelenség. Mindkét évben határozott negatív korreláció van az elektromos és mágneses karakterszámok között ( $-0,70$  és  $-0,50$ ).

Előjel korrelációt alkalmazva a 2. ábrán bemutatott görbét nyertük a korreláció évi változására. A görbe szerint március–áprilisban a legjobb a korreláció, míg a legkisebb értéket szeptember, októberben veszi fel.

A colabai elektromos és az internacionális mágneses karakterszámokkal is végeztünk vizsgálatot. Az elektromos karakterszámokra rövidebb sorozat állt rendelkezésre, mint Huancayoban (3). Csak az 1931–38-as időszakra tudtuk elvégezni az összehasonlítást. Először az alábbi korrelációs tényezőkhöz jutottunk:

1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
+0,02	-0,56	-0,17	+0,23	-0,01	-0,14	-0,12	+0,11

Elvégezvén az évi járás kiküszöbölésére szolgáló átszámításokat:

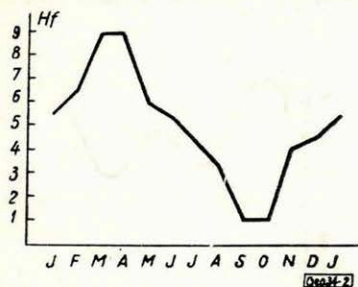
1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
+0,04	-0,59	-0,03	+0,54	-0,04	-0,16	0	-0,07

Az 1932-es határozott negatív és az 1934-es határozott pozitív korrelációs faktorok mellett a többi évben nagyon kicsi a korreláció mind pozitív, mind negatív értelemben.

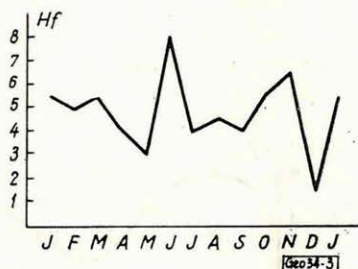
Összehasonlítva az itt kapott eredményeket a megfelelő huancayoi adatokkal azt látjuk, hogy a colabai 1932-es határozott negatív és az 1934-es határozott pozitív korreláció figyelemre méltó értékben Huancayoban is megjelenik. A többi évet tekintve, nem találunk egyezést. A huancayoi adatokban fellelhető 6 éves periódusnak nyoma sincs ebben a sorozatban.

Megvizsgáltuk a korreláció éven belüli változását is, előjel korrelációt alkalmazva (3. ábra). A huancayoi megfelelő görbével összehasonlítva a colabai görbét, a legszembetűnőbb különbség az itt mutatkozó kettős hullám. Ez a körülmény hívta fel a figyelmünket arra, hogy a huancayoi görbén a maximum és a minimum között látható töréses átmenet talán szintén egy kettős hullámot takar, amely csak harmonikus analízis segítségével mutatható ki. Az analízist el is végeztük, a kapott eredményekre a későbbiekben még visszatérünk.

Meg kell még említeni, hogy határozott korrelációról elfogadottan csak akkor beszélhetünk, ha a korrelációs tényező meghaladja a 0,50 értéket. A mi számításainkban egy-két esettől eltekintve ez nem volt tapasztalható, amit annak kell tulajdonítanunk, hogy a Meteorological Office elektromos karakter-



2. ábra



3. ábra

számaikat úgy állapították meg, hogy azok elsősorban a zivatar-tevékenységet, ill. a meteorológiai viszonyokat tükrözik. Az osztályozásnál nem elegendő csak a potenciálgradiens előjelének figyelembevétele. A potenciálgradiens abszolút értékét is szem előtt tartva, bizonyára jobb korreláció várható az elektromos és mágneses karakterszámok között. Mi az előbbieken a relatív, a többi értékhez viszonyított határozottságot a „figyelemre méltó korreláció” kifejezéssel jeleztük.

Mint már említettük, az előjel korrelációval nyert értékekkel Fourier-analízist is végeztünk. A számítás táblázatos módszerrel történt. Minden egyes esetben a Fourier-sor két együtthatóját számítottuk ki és az ezekkel felírt sorból kapott értékekből szerkesztettük meg a görbéket. A görbék kezdete a 4–6. ábrákon január 15.

Tekintsük át az így kapott görbéket:

A két állomás elektromos karakterszámai közötti korreláció évi változását egy szinuszos hullám ábrázolja. A maximális korreláció a tavaszi, a minimális pedig az őszi aequinox körül jelentkezik (4. ábra).

Az elektromos és mágneses karakterszámok közötti korreláció éven belüli változását ábrázoló görbékről a következők állapíthatók meg:

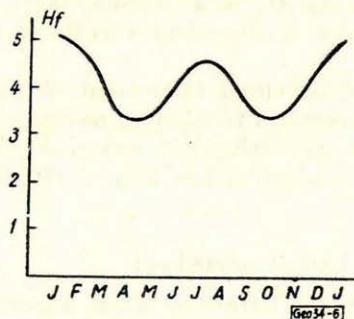
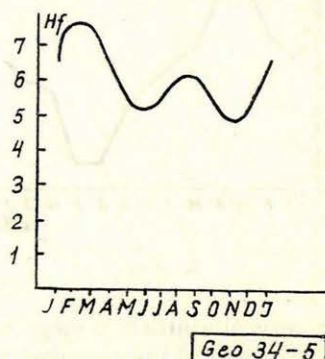
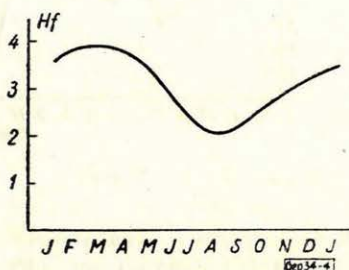
Mindkét állomáson kettős hullám alakjában jelentkezik a korreláció változása. A huancayoi görbén a maximumok közel az aequinoxok idejére esnek (5. ábra), viszont a colabai görbe maximumai és minimumai kb. 2 hónappal előbb jelentkeznek, mint a huancayoi görbe megfelelői (6. ábra).

Ezeket megállapítva felvetődik a kérdés, hogy a korreláció évi menetének mi a fizikai háttere. Erre vonatkozóan Benceze Pál tanulmányára (5) hivatkozva

a következőket állapíthatjuk meg. A légköri elektromos jelenségeket nagyon erősen befolyásolják a légcirkulációs viszonyok. Viszont az irodalomból ismert az a felfogás, hogy aequinox idején a mágneses tevékenység megnövekedését az az általános légcirkuláció megváltozása is okozza. Így tehát várható, hogy ezekben az időszakokban a közös ható oknak megfelelően megnő a korreláció az elektromos és mágneses karakterszámok között.

Összefoglalóan az alábbi megállapításokra juthatunk:

Tekintettel arra, hogy a légköri elektromos jelenségeket erősen befolyásolják a helyi meteorológiai viszonyok, a világméretben lejátszódó lélegelektromos jelenségek ezeknek a hatása alatt nem jelentkeznek azonos formában a különböző megfigyelési helyeken, hanem a helyi viszonyok által determinált



módon. Ezek a helyi sajátosságok természetesen az elektromos karakterszámokban is tükröződnek. Ezzel magyarázható a két állomás elektromos karakterszámai közötti egyöntetű, de kevésbé határozott pozitív korreláció.

A mágneses és elektromos karakterszámok összehasonlítását illetően megjegyzendő, hogy a huancayoi adatokból számított korrelációs tényezők valószínűen a napfolt-tevékenységgel összefüggően a világidőjárásban is jelentkező 3 és 7 év körüli periodicitást mutatnak. Az előjel korreláció alapján nyert adatok érdekes évi kettős periódust adnak a tavaszi, ill. őszi napéjyegyenlőség idején

jelentkező maximumokkal, amely a korrelációnak ezekben az időpontokban való megerősödését jelzi.

Az itt elmondottak elegendőnek bizonyulnak vizsgálatunk célkitűzésének megfelelően annak a megállapítására, hogy a Meteorological Office által bevezetett elektromos karakterizációs rendszer nem a legalkalmasabb a földi elektromágneses tér vizsgálata szempontjából. Jelen vizsgálat felszínre hozott bizonyos összefüggéseket, melyek a földi elektromágneses tér mágneses és légelektromos komponense között mutatkoznak és amelyeknek a teljes megoldásához több és részletesebb adatra lenne szükség. A vizsgálatok tájékoztatást nyújtanak a megindulás előtt álló nagyeceni légelektromos állomás által szolgáltatandó adatok feldolgozásához. Ezen adatok birtokában remélhetőleg még pontosabb vizsgálatokra kerülhet sor és lehetővé válik a földi elektromágneses tér komponenseivel való kapcsolat meghatározására legjobban felhasználható karakterszámok definiálása.

#### IRODALOM

- (1) *F. J. Whipple*: The Electrical Characterization of Days – The Practice of the British Meteorological Office. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, vol. 42, pp. 129 (1937).
- (2) *O. W. Torreson*: The Electrical Characterization of Days at the Huancayo Magnetic Observatory for the Twelve Years 1925 – 1936. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, vol. 32, pp. 149 (1938).
- (3) *S. M. Mukhergi and A. R. Fillai*: The Electrical Characterization of Day at Colaba (Bombay, India) During 1930 – 38. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, vol. 45, pp. 135 (1940)
- (4) *S. W. Visser*: On the Connections Between the 11-Year Sunspot Period and the Periods of About 3 and 7 Years in World Weather. Geofisica Pura e Applicata, vol. 43, pp. 302, (1959).
- (5) *Bencze Pál*: A földi elektromágneses tér és a légelektromosság közötti kapcsolatáról. (Magyar Geofizika II. évf. 1 – 2 sz.)

# A 27 napos visszatérési hajlamon belüli periodicitások vizsgálata a tellurikus változások különböző frekvencia-osztályaiban és a nap-fizikai adatokban

HOLLÓ LAJOS\*

A napfoltszámok, mint ismeretes, 27 napos visszatérési tendenciát mutatnak. Azonban az évi átlagnál legalább 50%-kal magasabb napfoltszámoknak, mint az a leírt vizsgálatokból kitűnik, 23–24 napos periodicitásuk van. Mivel az ilyen időszakok eléggé ritkák, így a 27 napos visszatérési hajlam az uralkodó, a 23–24 napos visszatérési tendencia a tellurikus áramok tevékenységében is jelentkezik másodlagos maximumként.

В числах солнечных пятен намечается, как известно, тенденция повторяемости через 27 дней. Однако, числа солнечных пятен, превышающие среднегодовую величину по крайней мере на 50%, имеют периодичность в 23–24 дня, как это следует из описываемых исследований. Поскольку такие периоды являются довольно редкими, доминирующей оказывается направленность повторяемости через 27 дней. Повторяемость в 23–24 дня выражается и в активности теллурических токов в виде вторичных максимумов.

Die Fleckenzahlen der Sonne weisen, wie bekannt, eine 27tägige Rückkehrtendenz auf. Jene Fleckenzahlen jedoch, die um mindestens 50% höher als der Jahresdurchschnitt sind, haben, wie es aus den Untersuchungen hervorgeht, eine Periodizität von 23–24 Tagen. Dasolche Zeitperioden recht selten sind, ist die 27tägige Rückkehrtendenz vorherrschend, die Rückkehrtendenz von 23–24 Tagen meldet sich als sekundäres Maximum auch in der Aktivität der Tellurströme.

Már korábban foglalkoztunk a 27 napos visszatérési tendencia kimutatásával a földi áramok különböző periodusú variációiban (1). A vizsgálatokat az obszervatóriumi földáramregisztrátumok feldolgozásánál használt 5 perioduscsoportra végeztük el, mégpedig:

1. 0–2'
2. 2–6'
3. 6–12'
4. 12–24'
5. 24–60'

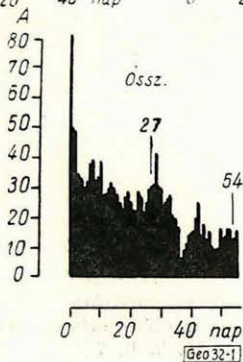
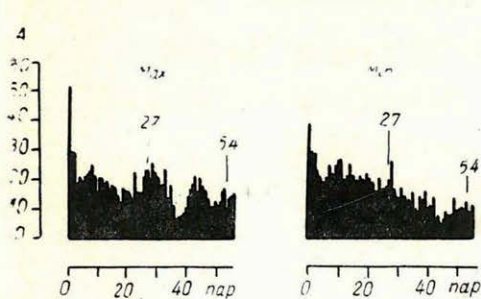
csoportokra.

Azt tapasztaltuk, hogy a második és ötödik frekvenciaosztályban az autokorrelációs faktor lényegesen nagyobb, mint a harmadik és negyedik frekvenciaosztályban.

Más vizsgálatokkal egybevetve arra a következtetésre jutottunk, hogy a második és ötödik frekvenciaosztály elsődlegesen, a harmadik és negyedik frekvenciaosztály pedig mint kísérő jelenség lép fel (2).

A 27 napos visszatérési hajlamot vizsgálva a mágneses tevékenységben Hu Yue-jen arra a megállapításra jutott, hogy a mágneses aktivitásnak a 27 napos perióduson belül a 17. nap körül van maximuma és a 11. nap körül minimuma (3) (7. ábra).

\* MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma Sopron.



I. ábra

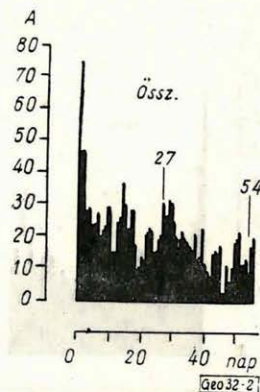
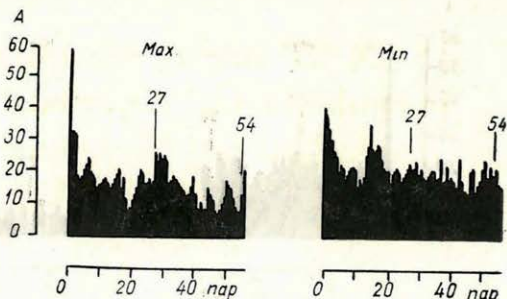
I. frekvenciaosztály

$A$  = az előfordulások száma

Max =  $K_1$  9, 8, 7

Min =  $K_1$  0,1

Össz = a maximális és minimális  
tevékenységű napok összege



II. ábra

II. frekvenciaosztály

$A$  = az előfordulások száma

Max =  $K_2$  9, 8, 7

Min =  $K_2$  0,1

Össz = a maximális és minimális  
tevékenységű napok összege

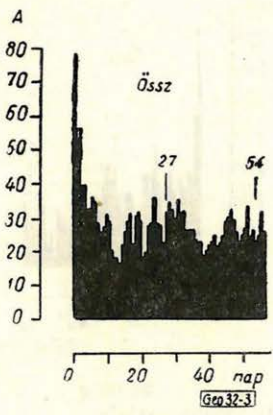
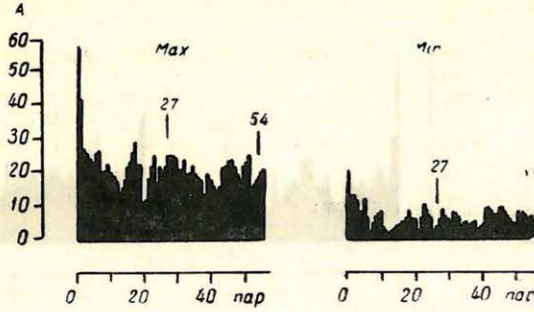
F. W. Ward a tellurikus tevékenység 27 napos visszatérési tendenciájával foglalkozva a rövidperiódusú variációkban kimutatott még a 27 nap felharmonikusainak megfelelő 14, 9, 7, 5  $1/2$  és 4  $1/2$  napos periódusokat (4) is.

A fentiek figyelembevételével megvizsgáltuk az egyes frekvenciaosztályokban a 27 napos időszakon belüli periodicitásokat. Számításaink alapján a  $K_1 - K_5$  karaktárszámok (0–9-ig) szolgáltak, amelyekkel a frekvenciaosztályok tevékenységét jellemezzük naponta az átlagamplitudók alapján (5), (6).

Az alapul szolgáló 1957 augusztus – 1960 november közötti, mintegy 3 éves időtartamon belül sorszámot adtunk minden egyes –  $K$  indexszel már jellemzett – napnak.

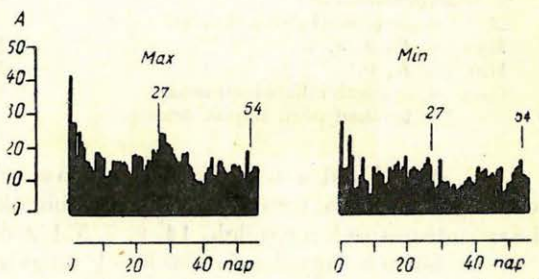
Kiválasztottuk a nagyobb tevékenységű ( $K = 7, 8, 9$ ) és a nyugodt ( $K = 0, 1$ ) napokat.

Megállapítottuk – a sorszámozás alapján –, hogy egy adott tevékenységű, tehát bizonyos  $K$  indexszel jellemzett nap után hány nap múlva találunk hasonló tevékenységű napokat egészen az  $n = 56$ . napig. Hasonló zavartságúnak tételeztük fel a maximumoknál a  $K = 7, 8, 9$ -el ill. a minimumok esetén a  $K = 0, 1$  indexszel jellemzett napokat. Ezután az  $n$ -edik napon való előfordulások számát határoztuk meg.



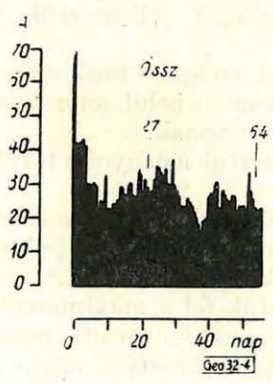
3. ábra

III. frekvenciaosztály  
 A = az előfordulások száma  
 Max =  $K_3$  9, 8, 7  
 Min =  $K_3$  0,1  
 Össz = a maximális és minimális  
 tevékenységű napok összege



4. ábra

IV. frekvenciaosztály  
 A = az előfordulások száma  
 Max =  $K_4$  9, 8, 7  
 Min =  $K_4$  0,1  
 Össz = a maximális és minimális  
 tevékenységű napok összege



Abból a megfontolásból kiindulva, hogy a vizsgált jelenségekben a minimumoknak ugyanúgy, mint a maximumoknak visszatérő tendenciát kell mutatnia; és mi csak a visszatérési tendenciát vizsgáltuk, egy frekvenciaosztályon belül összegezhettük a 3 év maximális és minimális tevékenységű napjainak előfordulási számát (1., 2., 3., 4., 5. ábra).

Ezzel a módszerrel a periódusok kimutatása a rendelkezésre álló rövid észlelési sorozatból, statisztikus szórások miatt elég nehéz. Így is szembevető azonban egy 23. nap körüli visszatérési hajlam erősebb jelentkezése.

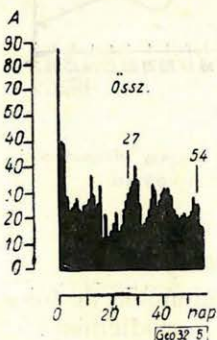
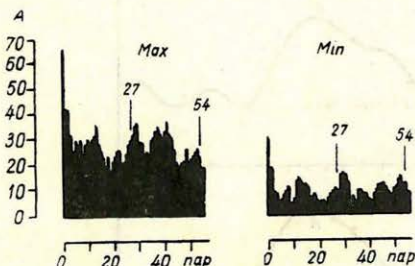
Amikor a számításainkat évekre felbontva végeztük el, akkor ez a periódus főleg a maximumoknál jelentkezett jobban.

Ward által kimutatott periódusok közül a leghatározottabban a 14 napos jelentkezett. Jól felismerhető volt a  $27 + 14 = 41$ . nap körüli periódus is.

Ha az egyes frekvenciaosztályok 3 éves időtartamának maximumait együttesen ábrázoljuk, akkor a 9, 7, 5 1/2 és 4 1/2 nap körüli periódusoknak is nyoma van (6. ábra).

Úgy tűnik, a 23 napos periódus nagyságrendje közel egyenlő 14 napos periódus nagyságrendjével.

Hu-Yue-jeen adataiban is nyoma van egy 23-24 nap körül jelentkező periódusnak (7. ábra).



5. ábra

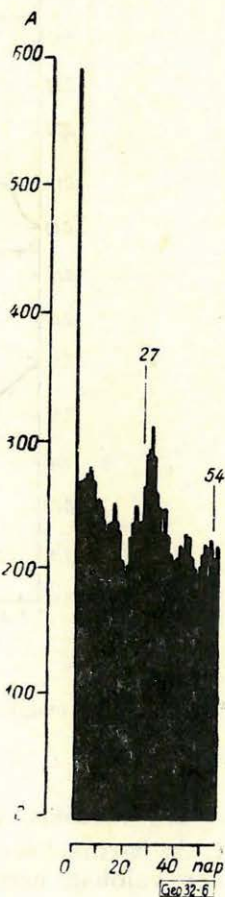
V. frekvenciaosztály

A = az előfordulások száma

Max =  $K_5$  9, 8, 7

Min =  $K_5$  0, 1

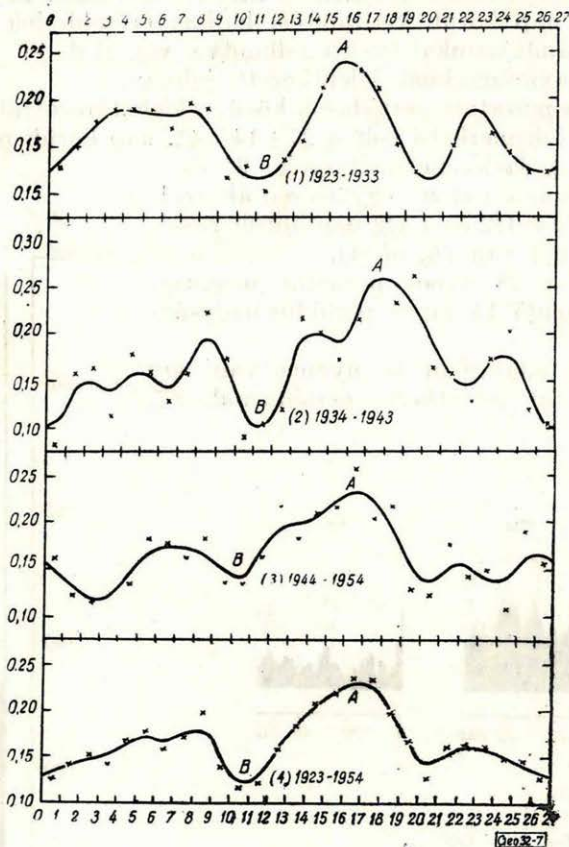
Össz = a maximális és minimális tevékenységű napok összege



6. ábra

A =  $K_1 - K_3$  frekvenciaosztályok maximumainak összege

Felmerül a kérdés, vajon a Nap felületén lejátszódó változásokban is szerepel-e ez a 23 napos periodicitás. Ezért tájékozódó jellegű vizsgálatokat végeztünk, a (7)-ben közölt adatokkal, mintegy másfél éves időtartamra vonatkozóan 1957 szeptemberétől 1959 április haváig. További adatok nem álltak rendelkezésünkre ilyen részletes felbontásban sem hazai, sem külföldi irodalomban.



7. ábra

A mágneses aktivitás nagysága a 27 napos visszatérési hajlamon belül Hu Yue-jen nyomán

A következőket állapítottuk meg (8. ábra):

1. Az össznapfoltok száma részben a minimumok, de főleg a maximumok esetében valóban mutat 23–24 nap körüli periodicitást.

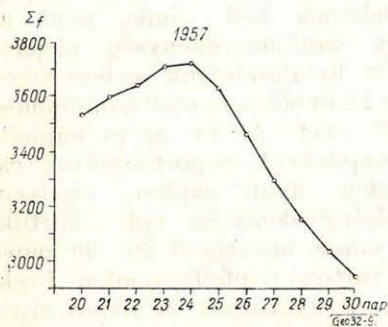
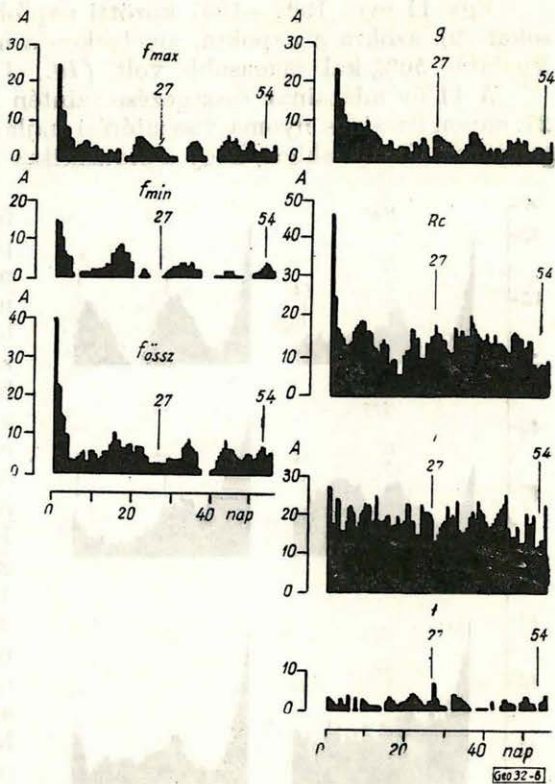
A továbbiakban csak a maximumokat vizsgáltuk. Ezekre vonatkozóan:

2. Nehezebben ismerhető fel ez a periodicitás a napfoltcsoportok számában.

3. Határozottabb 23–24 napos periódus jelentkezett a Nap centrális vidékén tartózkodó foltok relatív számában. A centrális vidéket a központtól

8. ábra

- $A$  = az előfordulások száma
- $f$  = napfoltszám,  $f_{max} > 150$ ,  
 $f_{min} < 50$ ,  $f_{össz} = f_{max} + f_{min}$
- $g$  = napfoltsoportok száma,  
 $g_{max} > 17$
- $Rc$  = a Nap centrális vidékén tartózkodó foltok száma  
 $Rc_{max} > 120$
- $i$  = keleti napperemen feltűnő foltok száma,  $i_{max} > 2$
- $t$  = centrálmeridiánon áthaladó napfoltsoportok  $t_{max} > 3$



9. ábra  $f$  = a napfoltszámok összege

mért 30°-os sugarú körön belül értjük. Itt a kérdéses periódus a 27 napos periódushoz hasonlóan jelentkezett.

4. A keleti napperemen fellépő foltok számából nehéz következtetést levonni.

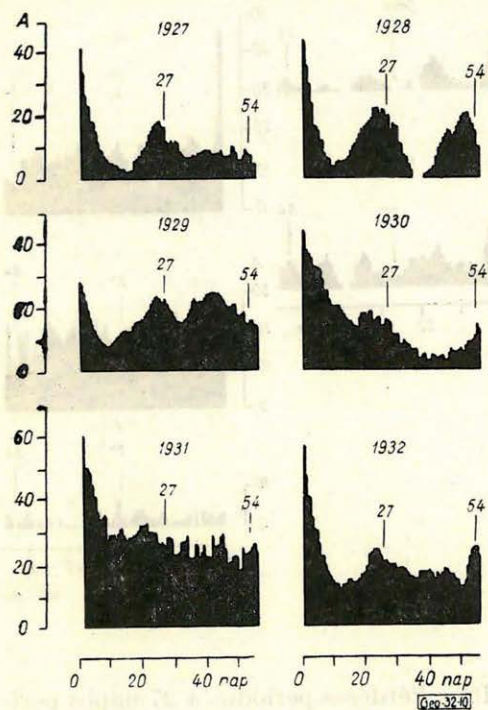
5. A középvonalon (centrálmeridiánon) áthaladó csoportok száma szintén mutat 23 nap körüli periodicitást, azonban a kevés számú adat miatt ezek alapján messzebbmenő megállapításokat tenni nem lehet.

A vizsgálatokat az 1957., 1958. és 1959. évekre vonatkozó napfoltszámokra is elvégeztük (8) adatainak alapján, azoknak a napoknak a figyelembevételével, amikor a napfoltszám az évi átlagos napfoltszámnál legalább 50%-kal magasabb volt. 27 napos visszatérési hajlamot nem találtunk, helyette inkább 23–24 napos periódus mutatkozott. *Mivel a Nap körforgási ideje nem csökkent, ezért az igen nagy napfolttevékenységnek a periódusa feltehetően rövidebb 27 napnál.*

Az 1957. év egyes napjait 27 naponként csoportosítottuk. Itt is kiválasztottuk azokat a napokat, ahol az átlagos napfoltszám – az előzőekhez hasonlóan – az évi átlagnál legalább 50%-kal magasabb volt. Ezen napok után következő 20–30. naphoz tartozó napfoltszámokat a kérdéses napokhoz kiírtuk. Ezek összege határozott 23–24 napos periodicitást mutat. 27 napos visszatérési hajlamnak nyoma nincs (9. ábra).

Egy 11 éves 1927–1937 közötti napfoltciklusra is elvégeztük a számításokat (9), azokra a napokra, amelyeken a napfolttevékenység az évi átlagnál legalább 50%-kal magasabb volt (10., 11. ábra).

A 11 év adatainak összegezése szintén kb. 24 napos periodicitást mutat. 27. napon itt sincs nyoma visszatérési hajlamnak. Az adatok száma már elegendőnek látszik ahhoz, hogy a statisztikus szóródások eltűnjenek (12. ábra).



10. ábra A = az előfordulások száma

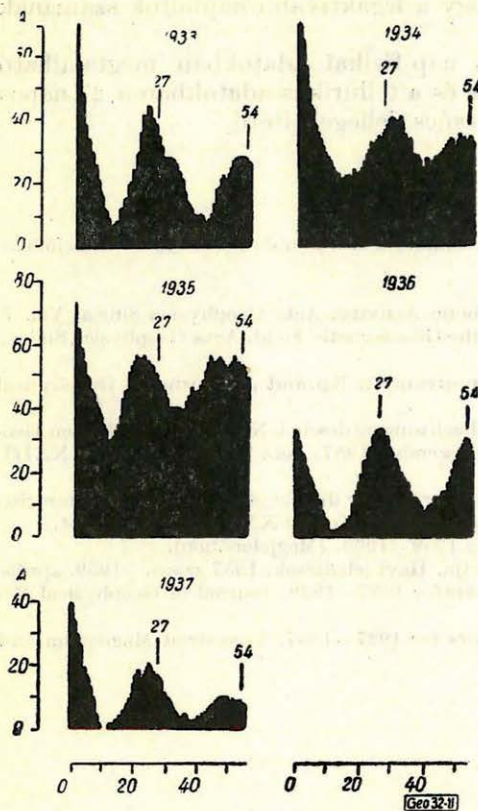
magasabb tevékenységet veszünk számításaink alapjául, ez a csúcs annál inkább eltolódik a 23–24. nap felé (13. ábra).

Az 1927-es évre végzett vizsgálatnál csak az átlagnál nagyobb tevékenységű napokat vettük figyelembe. Így is az átlagnál nagyobb tevékenység periódusa az előbbihez hasonló megrövidülési tendenciát mutat (14. ábra).

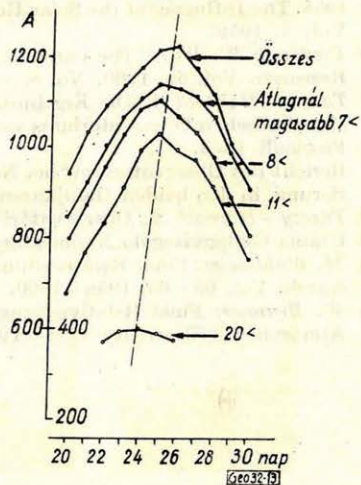
### Összefoglalva:

A napfoltszámok 27 napos visszatérési tendenciát mutatnak. Ezen belül a nagyon nagy, azaz az évi átlagnál legalább 50%-kal nagyobb napfoltszámnak feltételezhetően 23–24 napos periodicitása van. Mivel az ilyen tevékenységű napok elég ritkák, így a 27 napos visszatérési hajlam az uralkodó, és ez dominál a földi elektromágneses tér jelenségeiben is. A nagyobb tevékenységnek a tellurikus változásokban is csak nyoma van, azaz a 23–24 napos periódus mint másodlagos maximum jelentkezik.

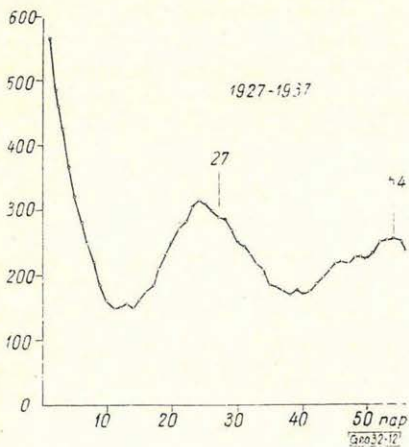
A napfoltcsoportok száma – a másféléves időtartam vizsgálata alapján – határozott 27 napos periodicitást mutat. Jelentkezik azonban a 23 napos



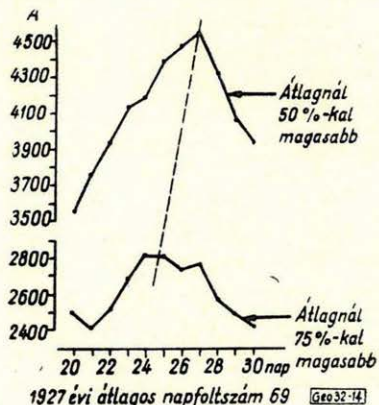
11. ábra A = az előfordulások száma



12. ábra A = az előfordulások száma



13. ábra A' = a napfoltszámok összege



14. ábra A' = a napfoltszámok összege

periódus is, tehát fel lehet tételezni, hogy a legaktívabb napfoltok számának periódusa 23 nap.

Mindenesetre kétségtelen, hogy a nap-fizikai adatokban megtalálható 23–24. nap körül jelentkező lapos csúcs és a tellurikus adatokban a 27 napos periódusra ráarakódva jelentkező éles csúcs jellege eltérő.

#### IRODALOM

- (1) *Holló L.*: A 27 napos visszatérési tendencia a földáramok különböző periódusú variációiban, *Magyar Geofizika*. 1960. 2. szám.
- (2) *Verő J.*: *Atmosph. Terr. Phys.* 13.375.1958.
- (3) *Hu Yue-jen*: On the Periodicity of the Magnetic Activity. *Acta Geophysica Sinica*. Vol. 7. 1958. The Influence of the Solar Rotation on the Geomagnetic Field. *Acta Geophysica Sinica*. Vol. 8. 1959.
- (4) *Frederick W. Ward*: The Variance (Power) Spectra of Ci, Kp. and A. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 65. 1960. No. 8.
- (5) *Tárczy–Hornoch A.*: Die Ergebnisse der Beobachtungen des bei Nagycenk errichteten Geophysikalischen Observatoriums von Juni bis Dezember 1957. *Acta Technica*. Tomus XXIII. Fasciculi 1–3.  
Bericht des Observatoriums bei Nagycenk (Ungarn) über die Ergebnisse der Erdstromregistrierung in den beiden Halbjahren 1958. *Acta Technica*. Tomus XXX. Fasciculi 3–4.
- (6) *Tárczy–Hornoch A.*: Observatóriumi jelentés 1959–1960. (Megjelenőben).
- (7) *Uránia Csillagvizsgáló Napmegfigyelő Csoportja*. Havi jelentések. 1957 szept. – 1959. április.
- (8) *M. Waldmeier*: Final Relative Sunspot Numbers for 1957–1959. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 63–65. 1958–1960.
- (9) *W. Brunner*: Final Relative Sunspot Numbers for 1927–1937. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* 1928–1938.

# A Magyar Geofizikusok Egyesületének közleménye az egyesületi könyvtár használatáról

A Magyar Geofizikusok Egyesülete célkitűzéseinek megfelelően, a természettudományok és műszaki ismeretek széleskörű terjesztése érdekében – az Egyesület helyiségében műszaki könyvtárat rendezett be. A könyvtár jelen kezdeti állapotában, egyelőre kevés számú könyv és folyóirat állománnyal rendelkezik, – a könyvtár fejlesztése folyamatban van – a meglévő anyag azonban minden egyesületi tag rendelkezésére áll. A könyvek és folyóiratok rendszeresen kölcsönözhetőek és helyben is olvashatók mindazokon a napokon, amikor az Egyesület helyiségében előadás van.

Lapunk mostani számában ismertetjük könyvtárunk állományát. Új beszerzésekhez szívesen fogadjuk Tagtársaink javaslatát, tanácsait, melyeket – figyelembe véve pénzügyi kereteinket és devizalehetőségeinket – örömmel valósítunk meg.

## *A kölcsönzés szabályai a következők*

1. A könyvtárat minden tag igénybe veheti (amennyiben tagdíja rendezve van).
2. A könyvtár nyitvatartási ideje: általában kéthetenként (az egyesületi meghívókban közölt előadások időpontjában).
3. A kölcsönzés határideje négy hét. A határidő lejártával a kölcsönzött könyvet vissza kell hozni, hosszabbítás is csak a bemutatott könyv alapján lehetséges.
4. A kölcsönvett műért a kölcsönvevő aláírásával egyidejűleg teljes anyagi felelősséget vállal, a könyv elvesztése esetén annak árát megtéríteni tartozik.

Az alábbiakban közöljük könyvtárunk folyóirat- és könyvjegyzékét 1954 – 1963. január 1-ig. Könyvtárállományunk gyarapodásáról a jövőben rendszeresen tájékoztatjuk Tagtársainkat.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Műszaki Könyvtárához rendszeresen járó folyóiratok jegyzéke:

1. Acta Geophysica Polonica Vol. 5. 1955-től
2. Bányászati Lapok 9. évf. 1954-től
3. Bulletin de l'Observatoire Astronomique de Beograd n. 1. 1936-től
4. Elektrotechnika 48. évf. 1955-től
5. Élet és Tudomány 16. évf. 1961-től
6. Endeavour Vol. 18. 1959-től
7. Fizikai Szemle 5. évf. 1955-től
- 7/a. Földtani Közlöny 91. köt. 1961-től
8. Geodézia és Kartográfia 9. évf. 1957-től
9. Hidrológiai Közlöny 34. évf. 1954-től
10. Journal of Geophysical Research Vol. 60. 1955-től
11. Karszt- és Barlangkutató Tájékoztató 1961-től
12. Kép- és Hangtechnika 1. évf. 1955-től.
13. Kohászati Lapok 94. évf. 1961-től.
14. Kőolajipari Tájékoztató 1960-től.
15. Külföldi Könyvek Országos Gyarapodási Jegyzéke 1. évf. 1961-től.
16. Magyar Fizikai Folyóirat 1. köt. 1953-től.
17. Magyar Kémiai Folyóirat 61. évf. 1955-től.
18. Magyar Kémikusok Lapja 10. évf. 1955-től.
19. Magyar Tudományos Akadémia Kibernetikai Kutató Csoportja: Tájékoztató az elektronikus számológépekre és azok felhasználására vonatkozó külföldi eredményekről. Később: MTA Számítástechnikai Központja Tájékoztató 2. sz. 1958. szeptembertől.
20. Matematikai Lapok 6. évf. 1955-től.
21. Mérés és Automatika 3. évf. 1955-től.
22. Mir Nauki – Monde Scientifique – Scientific World – Wissenschaftliche Welt Vol. 1. 1957-től.
23. Műszaki Élet 10. évf. 1955-től.
24. Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége Központi Automatizálási Bizottságának KÖZLEMÉNYEI 1. sz. 1960. dec.-től.
25. Nemzetközi Szemle 5. évf. 1961-től.

26. Népszerű Technika 10. évf. 1961-től.
27. Publications de l'Observatoire Astronomique de Beograd n. 6. 1961-től.
28. Referativnŭj Zsurnal – Geofizika 1958. évf.
29. Sowjetunion 1957-től.
30. Szovjet Híradó 1. évf. 1957-től.
31. Társadalmi Szemle 16. évf. 1961-től.
32. Természettudományi Közöny 1959. évf.-től.
33. Transactions of the American Geophysical Union Vol. 38. 1957-től.
34. Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Karl Marx Universität, Leipzig. 2. Série: Spezialarbeiten aus dem Geophys. Inst. und Observ. Bd. 17. 1960-tól.
35. Veröffentlichungen des Institutes für Bodendynamik und Erdbebenforschung in Jena. Heft 59. 1960-tól.

\*

*Egyéb folyóiratok, szórvány évfolyamok (rendszeresen nem jár).*

1. Acta Technica Tom. 1. F. 1 – 3. (1959). Series Geod. et Geophys.
2. Annales de Géophysiques Tome 16. (1960).
3. Chemie der Erde Bd. 19. (1958) Bd. 20. (1959)
4. Földtani Közöny 61. k. (1932) 71. k. (1941) 85. k. (1955) 91. k. kötettől (1961) rendszeresen
5. Freiburger Forschungshefte C-88 (1960).
6. Freiburger Forschungshefte Kultur und Technik D-41 (1961) D-42 (1962) D-37 (1963)
7. Geofisica pura e applicata v. 50 (1961/III).
8. Geologische Rundschau Bd. 45. (1956) Heft 1, 2.
9. Geophysical Abstracts n. 164 – 167 (1956)
10. Izvestija Akademii Nauk SzSzsR Szerija Geofiziceszkaja. 1953 – 1959-ig.
11. Mezsduarodnŭj Geofiziceszkij God – Informacionnŭj Bŭlleten Izd-vo AN Ukranszkoj SzSzsR, Kiev n. 3, n. 4. (1961).
12. Quaderni di geofisica applicata v. 21. (1960).
13. Zapiszki Vseszozjuznogo Mineralogiceszkogo Obszesztva – Moszkva Vŭp. 1, 2. (1954) Vŭp. 3. (1955).
14. Zbornik Geodeskog Instituta – Beograd n. 1. (1958) n. 2. (1959).

\*

### *Könyvjegyzék*

- Alföldi László:* A szomjazó sivatag.
- Apáczai Csere János:* Magyar enciklopédia 1. köt: Logika.
- Asinger P.:* Bevezetés a petrolkémiaába.
- Aujeszky László:* A légkör fizikája.
- Bányászati Kézikönyv* 2. köt. Szerk. Boldizsár Tibor.
- Bányászati Kézikönyv* 3. köt: Ásványok és kőzetek, földtan és . . .
- Baráti látogatás* A Szovjet párt- és kormányküldöttség Magyarországon
- Barta György:* Földmágnesség.
- Barta György:* A földmágnességi erő változásai Magyarországon.
- Beckenbach, E. F.:* Modern matematika mérnököknek.
- Békéért és a népek szabadságáért. N. Sz. Hruscov és Kádár János beszéde az ENSZ XV. közgyűlésén.
- Bendefy László:* Szintezési munkálatok Magyarországon 1820 – 1920.
- Berty József:* Az ásványolaj kémiai feldolgozása.
- Brockhaus:* ABC der Naturwissenschaft und Technik.
- Budapest: Idegenforgalmi útmutató.
- Budapest statisztikai évkönyve 1960.
- Budapest statisztikai zsebkönyve 1957, 1959, 1960, 1961-től.
- Budapest a szocializmus újtán 1950 – 1960.
- Budapesti zsebkalauz, 1959.
- Csillagászati évkönyv az 1961. évre.
- Dicső napok 1919.
- Di Gleria J. (Klimes – Szmik A.):* Talajfizika és talajkolloidika.
- Egyed László:* A Föld fizikája.
- Egyed László:* Geofizikai alapismeretek.
- Élet és Tudomány; (–) – tudományos kalendárium – 1961. és 1962.

Brockhaus Vlg. ENTWICKLUNGSGESCHICHTE der Erde, Die - .

*Eötvös Loránd*: összegyűjtött munkái (Selényi Pál)

*Erdélyi János*: Kristályszerkesztés és kristályszámitás.

*Erdey-Grúz Tibor*: Az anyagszerkezet alapjai.

Étikett, társasélet és protokoll. A hazai és nemzetközi érintkezés szabályai.

Europe 1 : 5 000 000 (térképlap).

*Evszev, Sz. V.*: O nekotorih zakonomnosztjah gravitacionogo polja zemli i ih znacsennii dlja geodezii i geofiziki (Kiev, 1957).

*Facsinay László*: Gravitációs mérések és izosztázia.

*Facsinay (Posgay) Szénás*: Szeizmikus mérések a feltalajkutatásban.

*Fazekas Ferenc*: Komplex függvénytan (Műsz. Mat. Gyak. B. 4.)

*Fehér Dániel*: Talajbiológia.

*Fényes Imre - Nagy M.*: Mikrofizika.

*Föld, A - Szerk. Tasnádi Kubacska András.*

*Föld országai A - az emberiség története (A kultúra világa).*

Földrajzi zsebkönyv 12 évf.

Geofizikai eljárások a köszénkutatás szolgálatában (Kézirat). Összeállították.: Facsinay L. és Renner J.

Grimsehl Lehrbuch der Physik 1.

1. Bd.: Mechanik, Wärmelehre . . .

2. Bd.: Elektromagnetische Feld.

4. Bd.: Struktur der Materie.

Gyakorlati elektrotechnika. Szerk. Jesch László.

*Györgyi Géza*: Elméleti magfizika.

*Haalck, H.*: Physik der Erdinnern.

*Hajós György*: Bevezetés a geometriába.

*Hartenstein, E.*: Évezredek homályában.

*Hazay István*: Földi vetületek.

Helyesírási tanácsadó szótár - Szerk. Deme L. - Fábíán P.

*Hevesi Gyula*: Egy mérnök a forradalomban.

*Holtmann, F.*: Geometrische Aufgaben.

*Horváth Árpád*: Csillagnézők. A csillagászat regénye

*Horváth János*: Mikrobiológia.

*Hruscov, N. Sz.*: A békés egymás mellett élésért. Beszédék és . . .

Izotópok felhasználása a szovjet talajtani és növényélettani kutatásokban.

*Jantsky Béla*: Geológuskalapáccsal az ércek nyomában.

*Joos, Georg*: Lehrbuch der theoretischen Physik.

*Jordan Károly*: Fejezetek a klasszikus valószínűség-számitásból.

*Jordan Károly*: Hétjegyű logaritmustábla.

*Kádár János*: Szilárd népi hatalom: független Magyarország.

*Kessler Hubert*: Föld alatti ösvényeken.

*Kézdí Árpád*: Talajmechanikai praktikum.

*Kohlrausch, F.*: Praktische Physik Bd. 1., Bd. 2.

Kommunizmus építőinek kongresszusa, A - 1961.

Köölajkutatás és feltárás módszerei Magyarországon, A - Szerk.: Szurovy Géza

*Kosztov, Ivan*: Krisztallografia.

Közgazdssági Kislezikon (Kozlov - Pervusin szerkesztők).

Külkereskedelmi Évkönyv 1938, 1949 - 1958.

*Lenin*: „Baloldaliság” a kommunizmus gyermekbetegsége.

*Lindner, Helmut*: Lehrbuch der Physik für Techniker und Ingenieur. Teil 1, und 2.

Magyarország 1945 - 1960.

Magyarország ásvány- és gyógyvizei. Írták: Csajághy (Frank), Papp és mások.

Magyarország autóatlasza 1 : 360 000.

Magyarország címtára (1961) Szerk. Pálos István.

Magyarországi kéziratok vízrajzi térképek katalógusa 1867-ig.

Magyar - orosz földtani és földrajzi szótár (Fiosina-Geiger).

Magyar statisztikai zsebkönyv 1959, 1960, 1961, 1962.

Magyar Tanácsköztársaság művelődéspolitikája, A -

Magyar Tudomány tíz éve, A - 1945 - 1955.

*Maloviczko, A. K.*: Osznovnoj kursz graviravzedki.

*Markó Ivánné*: A német nyelvtan gyakorlati útmutatója.

*Marx - Engels*: Marx és Engels Művei.

1. köt: 1839 – 1844.
2. köt: 1844 – 1846.
3. köt: 1845 – 1846.
4. köt: 1846 – 1848.
5. köt: 1848.
6. köt: 1848 – 1849.

*Marx – Engels: A Kommunista Párt Kiáltványa.*

*Marxista filozófia alapjai, A –*

*Marxista – Leninista esztétika alapja, A –*

*Marxizmus – Leninizmus alapjai, A –*

*Méhes Kálmán: Radiogeológia és radiometria.*

*Mélyfúrású geofizikai szakmunkás, A – Összeállította a Magyar Geofizikusok Egyesületének Nyaknizsai Csoportja.*

*Mezőföld természeti földrajza, A – Szerk. Ádám László, Marosi S., Szilárd J.*

*Mosonyi E. – Papp F.: Műszaki földtan (Mérnökgeológia).*

*Műszaki Bibliográfia 1956 – 1960.*

*Műszaki értelmező szótár:*

2. köt: Általános elektrotechnika.

13. köt: Általános geodézia.

16. köt: Finommechanika, optika.

*Műszaki Nyelvőr.*

*Nádor György: A természettörvény fogalmának kialakulása.*

*Nagy találkozó, A –, Hruscov és Eisenhower beszédei.*

*Nemzetközi Almanach 1960 (Szerk. Radó Sándor).*

*Obádovics József Gy: Matematika.*

*Oparin, A. L.: Az élet keletkezése a Földön.*

*Pach Zs. Pné|Frey Tamás: Vektor és tenzoranalízis.*

*Pécsi Márton: A Magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalakulása.*

*Pécsi Márton: Magyarország földrajza.*

*Pintér I. – Szabó László: Szenzációk nyomában.*

*Politikai és gazdasági világtalasz (Kartográfiai Vállalat).*

*Politikai gazdaságtan 4. kiadás.*

*Rádiótechnikai kislexikon (Szerk. Szabó Gy. – Magyarai B.)*

*Ránki Andor: Természettudományi és műszaki rövidítések, jelek, jelölések.*

*Rédei László: Algebra 1. köt.*

*Réthly Antal: Időjárás események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig.*

*Réthly Antal: A Kárpátmedencék földrendései (455 – 1918).*

*Rothmayer Rolf: Rakéta-szputnyik-űrhajó, 100 kérdés. 100 felelet.*

*Salgótarjáni iparvidék, A – Szerk. Gajzágó Aladár.*

*Statisztikai évkönyv 1959.*

*Storig, Hans J.: Kleine Weltgeschichte der Wissenschaft.*

*Szádeczky-Kardoss E.: Geokémia.*

*Szemere Gyula: Hogy is írjuk ?*

*Szilárd József: Bányagépesítés (Mérnöki Továbbképző: 3591)*

*Szilárd József: Szállítás gépesítése a szénbányászatban.*

*SZKP XXII. Kongresszusa, Az – 1961. okt. 17 – 31.*

*Szovjetunióról, A – Kérdések – feleletek.*

*Szovjetunió és az Egyesült Államok gazdasági versenye, A –*

*Szovjetunió Kommunista Pártjának története, A –*

*Tasnádi-Kubacska A.: Nagy magyar természettudósok.*

*Tasnádi-Kubacska A.: Ósállatok nyomában.*

*Teller, E|Latter, A.: Ausblick in das Kernzeitalter.*

*Természettudományok zsebkönyve, A –*

*Új magyar lexikon 1 – 5. köt.*

*Vadász Elemér: Elemző földtan (Bevezetés a földtanba)*

*Vadász Elemér: A földtan fejlődésének vázlata.*

*Vadász Elemér: Földtörténet és földfejlődés.*

*Vadász Elemér: Magyarország földtana. 1. és 2. kiadás.*

*Vándor József: Bevezetés a rheológiába (Mérn. Továbbképző 264)*

*Vendel Miklós: A közetmeghatározás módszertana.*

*Vendl Aladár: Geológia 1. köt.*

*Világtalasz, Kartográfiai Váll. 1959.*

*Világűr kapujában, A –*

*Volodcsenko, K. G.*: Kutató magfúrás.

Voproszú obrabotki i interpretacii geofiziceszkih nabljudenij Szbornik sztatej n. 2. (Perm, 1961).

Weltatlas, Die Staaten der Erde und ihre Wirtschaft, 1960.

*Zimmermann, Helmud*: A kristályok világa (Szerk. Peukert).

*Zippel, Manfred*: Die Entwicklung der Produktivkraft Kernenergie in den Fesseln des Westdeutschen Monopolkapitals.

Zsebatlasz, Kartográfiai Váll. 1958.

\*

#### *Különlönyomatok*

*Ádám A. – Verő J.*: Tellurikus kutatás erősen töredezett tektonikájú területen.

Amplitude measurements of ultrasonic waves in bore holes The Hague, 1961.

*Balavazde, B. K.*: Gravimetrija i gravirazvedka (1957).

*Balavazde, B. K.*: Gravitacija i gravirazvedka (1956).

*Balavazde, B. K.*: K metodike opredelenija vertikal'nogo gradienta szilü tjazseszti (1955).

*Balavazde, B. K./Sengelaja, G. S.*: Opredelenie plotnoszti szloev putem podzsemnüh izmerenij szilü tjazseszti (1958).

*Balavazde, B. K./Sengelaja, G. S.*: Osznovnüe csertü szstrukturü zemnoj korü bolsogo Kavgeza po gravimetriescszkim dannüm.

*Balavazde, B. K.*: O vitjanii topograficeszkih maszsza vertikalnüh gradient szilü tjazseszti (1957)

*Balavazde, B. K./Tvalvadze, G. K.*: Sztroenie zemnoj korü Zakavkazsz Kaszpiszkoj vpadinü po geofiziceszkim dannüm.

*Bence Pál*: Über die Zusammenhang zwischen Blitzschlagstellen und geologischer Struktur.

*Balavazde, B. K.*: K voproszú o vücsiszlenii vertikal'nogo gradienta szilü tjazseszti (1955).

*Baranov, V./Kunetz, G.*: Construction et utilisation des films synthetiques (1959).

*Baranov, V./Kunetz*: Distribution du potentiel dans un milieu stratifié.

*Baranov, V./Kunetz*: Films synthétiques avec et sans réflexions multiples (1959).

*Baranov, V./Kunetz*: Film synthétiques avec réflexions multiples théorie et calcul pratique.

*Baranov, V./Richard, H.*: Application des procédés modernes de calcul à la géophysique.

*Delaplanche, J./Ledoux, Y.*: L'analyse des films reels et leur comparaison avec les films synthétiques.

*D'erceville, I.*: Courants telluriques et pulsations magnétiques associées en module sphérique.

*D'erceville, I./Kunetz*: Some observations regarding natural electromagnetic fields in applied geophysics.

*Desaint, R./Richard, H.*: Quelques développements récents de la prospection géophysique.

*D'Hoeraene, J.*: Filtrage compensateur en sismique reflexion.

*Favre, B./BMorin, P./Utzmann, R.*: Utilisation des modèles métalliques pour l'étude des champs telluriques sur structures cylindriques.

*Gery, C./Kunetz, G.*: Potential and resistivity over dipping beds.

*Gutenberg, B.*: In memoriam Joseph Geszti.

*Janetzky, D.*: Refraktionsseismische Untersuchungen am Abbruch von Wittenberg.

*Kunetz, G.*: Les courants telluriques et leur application à la prospection.

*Kunetz, G.*: Einfluss vertikaler Schichten auf elektrische Sondierungen.

*Kunetz, G.*: Grundlagen und Anwendung der tellurischen Prospektionsmethods.

*Kunetz, G./Géry, J.*: Exemples d'application de la representation conforme a l'interpretation du champ telluriques.

*Kunetz, G./Richard*: Comparaison des variations rapides du champ tellurique entre stations situées à grande distance.

*Loeb, J.*: Impédances et matrices caractéristiques en prospection électromagnétiques.

*Martin, Hans.*: Ergebnisse der Setzungsmessungen im untersten Kontrollgang der Rappbodesperre.

*Martin, Hans*: Setzungsmessungen mit Hilfe der Schlauchwaage in den untersten Kontrollgängen der Rappbodes.

*Martin, Hans*: Sprengung der beiden Türme der Ulrichskirche in Magdeburg am 5. 4. 1956.

*Meissner, R.*: Wave-front diagrams from uphole shooting.

*Migaux, J. L.*: Un essai de détermination expérimentale de la résistivité électrique des couches profondes de l'écorce terrestre.

*Migaux, L./Kunetz*: Apports des méthodes électriques de surface à la prospection pétrolière.

*Oelsner, Ch.*: Schweremessungen unter Tage.

*Reinhardt, H. G.*: Korrelation eines vermutlich an der Zechsteinbasis liegender reflexionsseismischen Horizontes im Nordwestteil der DDR.

*Reinhardt, H. G.*: Seismische Erkundungsarbeiten in Westbrandenburg.

*Repal, S. N./Bouchon, M.: Étude téllurique dans le bassin du Hodna.*

Role de la Géophysiques dans la découverte du pétrole au Sahara Compagnie. Générale de Géophysique – Paris.

*Stelzner, J.: Bestimmung der Magnitudengleichungen für die seismische Station Potsdam.*

*Siemens, G.: 2. Geologische Entwicklung des Raumes von Brandenburg (Übersicht).*

Synthetic seismograms. A special feature of Compagnie Générale de Géophysique.

*Schwaetzer, T.: Seismosondages et calage des logs de vitesse.*

*Veró, J.: Die Bestimmung der tellurischen Stationsellipsen.*

*Veró, J.: Earth-current variations of different period in the observatorium near Nagycenk.*

*Veró, J.: Über einige Ergebnisse des Erdstrom-Observatoriums bei Nagycenk in Ungarn.*

*Zidarov, D.: Détermination du moment magnétique de gídements de mineral de fer.*

*Zidarov, D.: Prolongement expérimental des fonctions harmoniques et son applications dans la géophysique.*

\*

#### *Prospektusok*

Compagnie Générale de Géophysique, Paris:

- Le film synthétique complet avec réflexions multiples.
- References of CGG – Oil companies who have used its services during period 1945 – 1959.
- The complete synthetic seismogram with multiple reflections.
- To find it out.

\*

Konferenciák anyaga:

- Magyar Geofizikusok Egyesülete VIII. Szimpoziium. Budapest, 1962. október 17 – 19.
- Olajbányászati Tudományos Ülésszakok. Budapest, 1962. október 8.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Гравиразведочная рабочая группа</i> : Современные точки зрения приборы и интерпретацию с особым уклоном на состояние гравиметрии в стране .....	97
<i>Доктор Хааш Иштван</i> : Некоторые результаты наших исследований земного магнетизма, развитие методов и наши дальнейшие задачи .....	113
<i>Комароми Иштван</i> : Новейшие приборы практического исследования земного магнетизма .....	123
<i>Семереди Пал</i> : О ядерных магнетометрах .....	129
<i>Сейсморазведочная рабочая группа</i> : Положение и задачи сейсмической разведки в Венгрии .....	135
<i>Саламон Батур</i> : Применение в геофизике сцинтилляционных измерений .....	143
<i>Тихани Ласло</i> : Естественные гамма-спендры .....	157
<i>Шеффер Виктор</i> : 25-и летний юбилей венгерской нефтяной промышленности .....	165
<i>Немеш Ласло</i> : Об интерпретации данных наблюдений теллурических токов .....	167
<i>Валлер Акош</i> : Методы обработки данных наблюдений магнитного поля Земли и сравнение полученных данных в обсерватории около г. Надьценк .....	177
<i>Марц Ференц</i> : Геоэлектрические числовые характеристики и электромагнитное поле Земли .....	187
<i>Халло Лайош</i> : Исследование периодичностей повторяющихся через 27 суток в группах различных частот теллурических изменений и в солнечной деятельности .....	194

## INHALT

<i>Gravitations-Arbeitsgemeinschaft</i> : Moderne Gesichtspunkte in der Gravitationsmessung, Apparate und Aufarbeitung mit besonderer Rücksicht auf die heimische Lage .....	97
<i>Dr. István Haász</i> : Einige Ergebnisse unserer erdmagnetischen Forschungen, die Entwicklung unserer Verfahren und weitere Aufgaben .....	113
<i>István Komáromi</i> : Die neuen Apparaturen unserer praktischen erdmagnetischen Forschungen .....	123
<i>Pál Szemerédy</i> : Über die atomphysischen Magnetometer .....	129
<i>Seismische Arbeitsgemeinschaft</i> : Die Lage und Aufgaben der ungarischen seismischen Forschung .....	135
<i>Batur Salamon</i> : Geophysikalische Anwendungen der Szintillationsmessung .....	143
<i>László Tihanyi</i> : Natürliche Gammasppektren .....	157
<i>Viktor Scheffer</i> : Das 25jährige Jubiläum des ungarischen Erdölbergbaus .....	165
<i>László Nemesi</i> : Über die Auswertung der tellurischen Messungen .....	167
<i>Ákos Wallner</i> : Die erdmagnetischen Aufarbeitungsmethoden des Observatoriums bei Nagycenk und Vergleich der Ergebnisse mit den tellurischen Daten .....	177
<i>Ferenc Márcz</i> : Elektrische Charakterzahlen und das elektromagnetische Feld der Erde .....	187
<i>Lajos Holló</i> : Untersuchung der Periodizitäten innerhalb der 27tägigen Rückkehrneigung in den verschiedenen Frequenzklassen der tellurischen Änderungen und in den sonnenphysikalischen Daten .....	194

