

A földi elektromágneses tér kutatása

ÁDÁM ANTAL

A szerző 1966 nyarán két hetet töltött Franciaországban mint a CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) ösztöndíjasa és tanulmányozta az elektromágneses földi tér kutatásánál ott kifejlesztett módszereket. A dolgozatban beszámol tapasztalatairól és több összehasonlítást tesz a magyarországi és franciaországi eredmények között.

Летом 1966 г. автор провел 2 недели во Франции, как стипендиант CNRS (Национального центра научных исследований) и изучал методы, разработанные там для исследования электромагнитного поля Земли. В работе описывается накопленный автором опыт и сопоставляются результаты Французских исследований с венгерскими.

Der Verfasser weilte im Sommer 1966 zwei Wochen lang in Frankreich als Stipendiat des CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) und studierte die für die Untersuchung des elektromagnetischen Erdfeldes in Frankreich entwickelte Methoden. Im Aufsatz wird über seine Erfahrungen berichtet und einige Vergleiche mit den diesbezüglichen ungarischen Verhältnissen ange stellt.

I.

1966 nyarán két hetet (jún. 6–20) töltöttem Franciaországban, mint a CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) ösztöndíjasa. Ez a tanulmányút a H. Fournier francia geofizikussal kötött ismeretség alapján született meg, aki 1961–62 óta értékes tudományszervezést végez a magnetotellurika (MT) területén nemzetközi méretekben és a mi eredményeinknek is jelentős propagátora. Fournier a párizsi egyetem Földfizikai Intézetében (Institut de Physique du Globe) dolgozik. Minthogy ő szívesen vállalta kalauzolásomat, az én törzshelyem is a két hét alatt ebben az intézetben volt.

Az intézet igazgatója a kőzetmágnesség neves tudósa: Thellier professzor is nagy és sokrétű elfoglaltsága ellenére barátságosan fogadott és a szűkebb értelemben vett programomon, a földi elektromágnesség kutatásának tanulmányozásán kívül, lehetővé tette, hogy az ő kőzetmágnességi kutatásaiba is betekintsek.

Párizsban a következő intézményekben folyó elektromágneses kutatásokról tájékozódhattam:

1. Institut de Physique du Globe a., Service de Magnétisme (Fournier MT-munkái);
2. Centre Nationale d'Études des Télécommunications (Gendrin pulzáció (pc_1) és ELF kutatásai);
3. Laboratoire de l'ORSTOM (Office des Recherches Scientifiques et Techniques en Outre Mer) (Godivier MT-műszerszerkesztési munkái).

Vidéken meglátogattam a

1. Chambon-la-Forêt-i elektromágneses obszervatóriumot (Institut de P. du G. obszervatórium) és a
2. Centre d'Études Géophysiques (Garchy)-t, Cagniard professzor mammut intézetét,
3. Plancher-en-Morvan-ban Fournier mozgó magnetotellurikus állomását.

Amint az előbbi felsorolásból is látható, majdnem minden napra új intézet jutott és ennek megfelelően általában nem tudtam kellő mélységig betekinteni az intézmények munkájába. Az elektromágneses tér kutatásának főként két területe érdekelt közelebbről itthoni érdeklődési körömmel és a Laboratorium kutatási témáinak megfelelően:

1. a pulzációkutatás, különös tekintettel a pc_1 -re (periódus: $0,2 - 5$ sec) és a határterületen levő *ELF*- (frekvenciatartomány: $8 - 1000$ Hz)re,

2. az elektromágneses tér alkalmazása a Föld elektromos felépítésének vizsgálatában, azaz a magnetotellurika helyzete szülőhazájában Franciaországban. Ezekről a tudományszervezési kérdéseken kívül, néhány tudományos és technikai érdekességet is megemlítek.

2. *Elektromágneses pulzációkutatás* Franciaország megtekintett intézményeiben

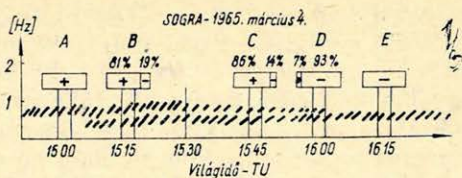
Az elektromágneses pulzációk és fizikai hátterük tanulmányozása lényegében két nagy intézményben folyik Franciaországban: az Institut de Physique du Globe-ban és a Centre Nationale d'Études des Télécommunications-ban. A kutatások párhuzamossága a pc_1 -vizsgálatában csúcsosodik ki. Ez a jelenség (pc_1) ma a tudományos érdeklődés homlokterében áll, érthető tehát, hogy az állam ezeket a kutatásokat több, sokszor teljesen elkülönülő csatornán keresztül is finanszírozza. A pc_1 kutatásával kapcsolatos területek azonban a két intézményben különbözőek. Míg a távközlés számára az ionoszféra az elsődleges fontosságú és a pc_1 vizsgálatához ezen keresztül jutott el, tehát a pc_1 -éhez csak a nagyobb-frekvenciás elektromágneses jelenségek vizsgálatát kapcsolja (*ELF*, *VLF* stb.), addig a „földfizikusokat” a teljes spektrum érdekli a „hagyományos” lassú változásoktól kezdve a pc_1 - pc_5 és pi_1 - pi_2 -ön keresztül az ionoszférás jelenségekig. Mindkét intézmény igen jelentős anyagi eszközökkel rendelkezik és ennek révén a legkorszerűbb technikától kezdve a személyi állományig minden szükségesséssel el vannak látva. A kutató csoportok vezetői a francia tudományos élet fiatal erősségei, akik igen kemény versenyeken jutottak az élre. Így a földfizika vonalán Schlicht, a távközlési kutatóintézetből Gendrint említeném csupán, akiknek a neve a pulzációirodalomban jártas kutatóknak sokat mond.

Az Institut de Physique du Globe kiterjedt obszervatóriumhálózattal rendelkezik nemcsak Franciaországban, hanem Afrikában, a déli félgömb több szigetén, valamint az Antarktiszon is (*1. ábra*). Az intézet obszervatóriuma egyébként a jól ismert Chambon la Forêt-i is és Cagniard tudományos központjában, Garchyban is vannak felállítva pc_1 -műszereik. Érdekes azonban az, hogy egy dél-franciaországi obszervatóriumtól eltekintve, amelynek konjugált pontja Hermanusban (Délafrikai Köztársaság) van, az előbb említett franciaországi obszervatóriumok nem Schlich, hanem a Service de Magnétisme vezetője, Selzer a kezében vannak. (Selzer, aki indukciós szondájáról nevezetes, jelenleg tudományos ambícióit nem a pc_1 kutatására fordítja, hanem a mélytengeri elektromágneses mérésekre).

Az obszervatóriumokról még annyit, hogy a volt, vagy jelenleg francia kézben levő gyarmatok obszervatóriumait az *ORSTOM* szervezi.

A távközlési kutatóintézet szintén többnyire a fenti obszervatóriumokban állította fel berendezéseit, de ugyanakkor több mozgó obszervatóriuma is működik főként a Szovjetunió területén, ahol a déltengeri szigetvilág konjugált

2. ábra. Összevont szonogram a konjugált pontokban végzett pc_1 mérésekről a polarizációs iránynyal együtt (Gendrin és munkatársainak eredménye)



Фиг. 2. Сводные сонограммы по измерениям pc_1 , проведенным в сопряженных пунктах, с направлением поляризации

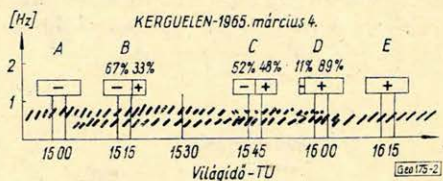


Fig. 2. Zusammengefasstes Sonogramm von pc_1 -Messungen an den konjugierten Punkten, begleitet von der Polarisationsrichtung (Resultate von Gendrin und seinen Mitarbeitern)

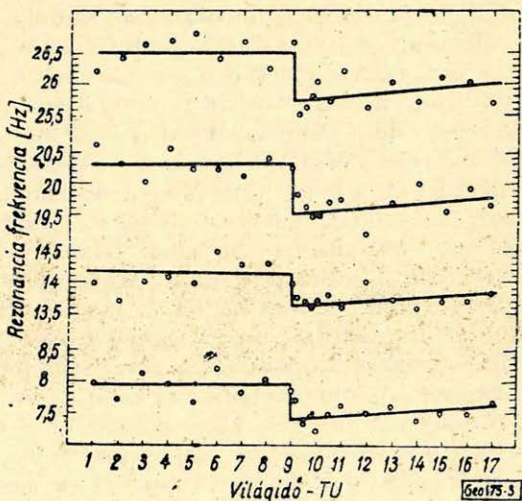
A Gendrin-féle kutatócsoportnak még az ELF-el kapcsolatos eredményeiből szeretnék egy ábrát (3. ábra) bemutatni. 1962. júl. 9-én a magas atmoszférában végrehajtott termonukleáris robbantás hatását vizsgálták a Föld-ionoszféra üregrezonátor alapharmonikusában (8, 14, 20, 26 Hz). Az ábrán látható, hogy az alapharmonikusok ugrásszerűen megváltoztak a robbantás időpillanatában. A visszaállás fokozatos. — Minthogy a változás mindössze 0,5 Hz, az alkalmazható berendezésnek igen szelektívnek és stabilnak kell lennie. Nagy stabilitást kíván ugyanakkor a szonogramos analízis eljárás is, amelynek frekvenciasokszorosítást kell előzetesen végezni pl. a magnetofonos regisztrátum többszörös átjátszásával, felgyorsításával. A nekem is bemutatott berendezés a 8 Hz-es alapharmonikus frekvenciaváltozásait 20 db 0,05 Hz-es szűrővel méri 7,5 és 8,5 Hz között. Ezeknek a szűrőknek a stabilitását úgy biztosítják, hogy az egész berendezést termosztátba építik. A szűrők kimenetén direktíró, vagy magnetofont alkalmaznak.

Még néhány szót a földmágneses pc_1 (és a vele határos ELF -) regisztrálás technikájáról, amely tudvalevően $m\gamma$ ($10^{-3}\gamma$) nagyságrendű érzékenységet igényel. Az érzékelő rendszer pl. Gendrin csoportjánál ferritmagos ($\mu/\mu_0 = 1800$) tekercs. Ezután fotocellás galvanométererősítő következik kapacitív

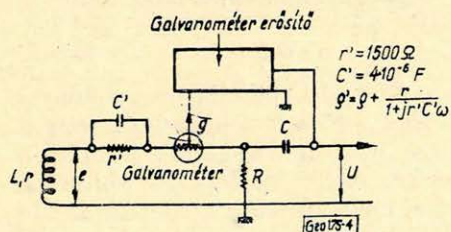
3. ábra. A Föld-ionoszféra üregrezonátor alapharmonikusainak megváltozása termonukleáris robbantáskor (Gendrin és Stefant eredménye)

Фиг. 3. Изменение основных гармонических объемного резонатора Земля — ионосфера при термоядерных взрывах

Fig. 3. Änderung der Grundfrequenzen des Hohlraumresonators Erde-Ionosphäre im Falle einer thermonuklearen Sprengung (Resultat von Gendrin und Stefant)



visszacsatolással (4. ábra). Ezzel integrálják a tekercs kapcsain megjelenő feszültséget s eltolják a nagyobb frekvenciák felé a rendszer levágási frekvenciáját és így pl. 0,01 és 30 Hz között közvetlenül a mágneses térerősséget kapják. (Egyébként a vágást egyedül a tekercs önindukciója és a galvanométer inerciája szabná meg.) A felvétel kissebességű magnetofonra történik (0,475 cm/sec). A mágnesszalag telítődésének elkerülése végett a pc_{2-5} és pt pulzációkat kizárják, tehát a sávot 0,01 Hz-es alsó határról megfelelő kapacitásokkal 0,2 Hz-re állítják be. A mérési anyag analizálása sonográfival történik a szalag többszörös átjátszása és felgyorsítása után.



4. ábra. Integráló erősítő kapcsolási vázlatja (Gendrin és Stefant munkája)

Фиг. 4. Схема интегрирующего усилителя
Fig. 4. Schema einer integrierenden Verstärkerschaltung (von Gendrin und Stefant)

3. Magnetotellurikus kutatások Franciaországban

Mint ismeretes, a magnetotellurikus kutatások matematikai alapjait Cagniard francia professzor fektette le 1953-ban. Bár Tyihonov (1950) nevét együtt szokták emlegetni Cagniardéval, mivel 1950-ben Cagniardhoz hasonlóan kutatásokat végzett a Föld elektromos felépítésének tanulmányozására, kétségtelen, hogy a ma is használatos matematikai formulákat először Cagniard írta le. Ennek elismeréseként éppen Fournier javasolta, hogy a földi elektromos és

mágneses tér hányadosából számított impedancia (Z) dimenzióját a $\left[\frac{mv/km}{\gamma} \right] \cdot t$

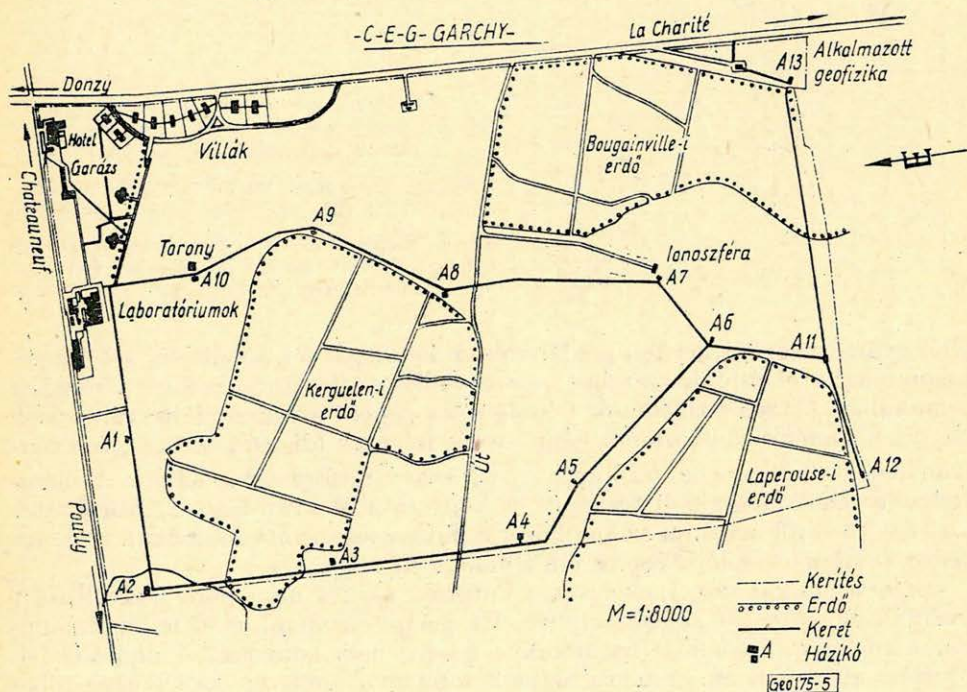
nevezzék Cagniardnak. Cagniard nagy elméleti tudása mellett igen praktikus gondolkodású ember és módszerének kidolgozásakor is elsősorban, vagy talán kizárólagosan is annak ipari alkalmazására gondolt. Több szabadalmat jelentett be erre nézve, az elvitől a gyakorlati megvalósítást biztosító műszerekig. Mint tudjuk, a magnetotellurikus módszer első eredményei csupán az ötvenes évek végén, de inkább a hatvanas évek elején jelentkeztek nemcsak általában a tudományos világban, hanem a módszer szülőhazájában, Franciaországban is. (Megjegyzem, hogy mi is Magyarországon szinte egyidőben kezdtünk kísérletezni, és konkrétan mérni). Jogosan vetődik fel a kérdés, hogy mi ennek a szinte egy évtizedes halogatásnak, lemaradásnak az oka? – A módszer mérőműszer nélkül használhatatlan. Amennyire rekonstruálni tudtam Cagniard munkatársainak elbeszéléséből, a magnetotellurika terepi alkalmazását elsősorban az hátráltatta, hogy Cagniard rossz műszerelképzeléssel próbálkozott. Kisfilmes regisztrálója (35 × 24 mm) a hangos filmek hangcsikjának technikáján alapszik. A film feketedése az elektromos, illetve mágneses tér változásának amplitúdójával arányos. Ugyanazon filmre veszi fel valamennyi komponenset. Összesen 8 csatornája van, tehát tartalékkal is rendelkezik. Regisztrálási sebessége 12 mm/perc. A műszert sokéves kísérletezés után alkalmatlannak minősítették a magnetotellurika céljaira.

A magnetotellurika ipari alkalmazhatóságát illetően ma Cagniard professzor mammut-intézetében, a Garchy-i Centre d'Études Géophysiquesben folynak a kísérletek. Mielőtt a szűkebb értelemben vett szakmai ismertetést folytatnám a rendelkezésemre bocsátott leírásból egy térképpel bemutatom ezt az intézményt (5. ábra). Erről fogalmat alkothatunk a méretekről.

Visszatérve a magnetotellurikára először műszerteknikai kérdésekről írok néhány szót.

Mágneses érzékelő rendszerként a felhasználási területnek (periódus-intervallum) megfelelően indukciós tekercseket és mágneses variométereket használnak. Külön érdeklődésre tarthat számot részünkről a mágneses variométer, amelyet M. Jolivet nevű kutató a magyar elképzelésnek is megfelelően folyadécsillapítással (immerziós), tehát rezgésmentesen, negatív visszacsatolással alakított ki. Fényelektromos átalakítója azonban, eltérően a mi fényellenállásainktól, differenciál-fényelem és így erősítőt is kénytelen használni a kívánt érzékenység elérésére. — A műszernek nagy a népszerűsége Franciaországban a normál obszervatóriumi földmágneses regisztrálásoknál is (pl. Schlich állomásai), bár hőmérsékletjárását illetően különböző vélemények alakultak ki szakkörökben.

Garchyban két *MT*-csoport dolgozik. Az egyik (Dupis, Benderitter) a nyersanyagkutatás számára érdekes alapközet feletti üledék kutatásával foglalkozik, a másik (J. Bureau) az *UMP*-nek megfelelően a napi elektromágneses tér változását próbálja hasznosítani. Feladataiknak megfelelően alakították ki mérő és feldolgozó műszereiket, berendezéseiket is.

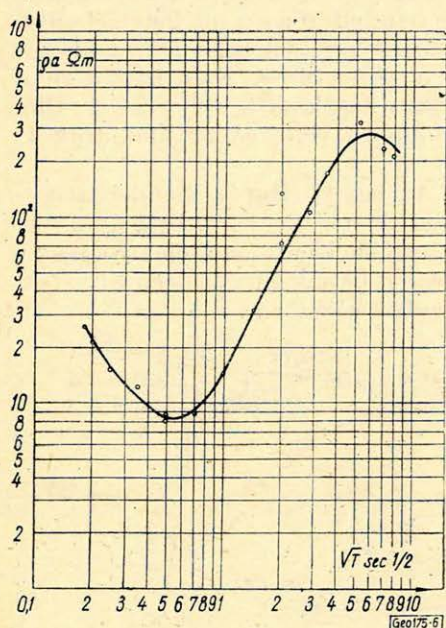


5. ábra. Cagniard intézetének helyrajza

Fig. 5. План расположения института Каньярд

Fig. 5. Lageplan des Instituts von Cagniard

Dupis, Benderitter készüléggel bocsátották rendelkezésemre legújabb kutatásukról készült jelentésüket, valamint egy jellegzetes szondázási görbéjüket (6. ábra). Az üledékes öszszlet felbontására felhasznált periódustartomány, amint az az *MT*-szondázási görbékből is látható, $\sim 50 - 0,01$ Hz-ig terjed. Mágneses érzékelőjük (felvevőjük) ennek megfelelően indukciós tekercs (2 m hosszú, $\varnothing 3$ cm, mumetal, $R_p = 5000 \Omega$). Mind a tellurikus, mind a mágneses csatornák elemei az érzékelők után a következők: 50 Hz-es szűrő, egyenáramú kompenzátor, előerősítő, szélessávú szűrő, erősítő. Ezután 4 sávszűrőt (4–100 Hz, 4 sec–4 Hz, 60 sec–4 sec, 900 sec–60 sec) váltakozva kapcsolnak a felerősített jelet tartalmazó magnetofon és a regisztráló közé. A fényképen látható műszerfalat egyébként a nyugati tőkés államokban egy-egy műszerfaj-



6. ábra. Magnetotellurikus szondázási görbe Garchy környékéről 50–0,01 Hz tartományban (Dupis és Benderitter készítette)

Фиг. 6. Комплекс магнитотеллурической аппаратуры (без чувствительных элементов)

Fig. 6. Magnetotellurische-Sondierungskurve aus der Gegend von Garchy im Bereich von 50–0,01 Hz (entworfen von Dupis und Benderitter)

tából gyártott legkorszerűbb példányokból építették fel, tehát egy soknemzetiségű műszerrel állunk szemben. Ez egyébként általános szokás a nyugati technikában. A regisztrátumok feldolgozása egyedi szinuszosidális változások közvetlen kimérésével történik gépi adatfeldolgozás (digitális szűrés, frekvenciaanalízis, $q(\sqrt{T})$ görbe számítása, mesterséges térforgatás) nélkül. A mérés eredményeként megrajzolt térképük a Loire és a Morvan-hegység közötti terület egy részéről megadja az alapkőzet domborzatát szintvonalakkal. (A Loire medre az alapkőzet lépcsőzetes elmélyülésében van).

Más technikát követnek azok a kutatók, akik a napi potenciálváltozást kívánják felhasználni *MTSZ* céljaira. Itt a napi harmonikus és felharmonikusainak meghatározásához (harmonikus analízishez) közvetlenül digitális jelrögzítést alkalmaznak. A térváltozásokat felvevő rendszer gépi lyukasztóberendezésre dolgozik. Van egy analóg direktíros kontrollműszerük is. Éppen saját vizsgálataink alapján kételkedem azonban a módszer hasznosságában. A *MTSZ* céljaira csak mágneses tevékenységtől mentes, nyugodt, ún. Q-napokon

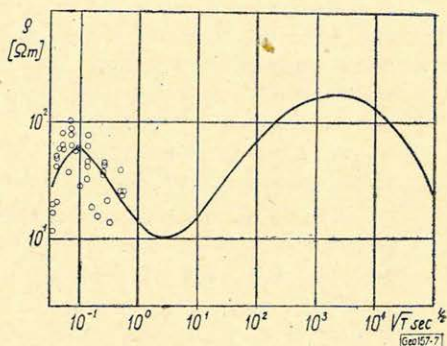
mért térváltozások (S_q) használhatók fel, tehát valamennyi napi adat feldolgozása csak zavart kelt. Célszerűbb lenne a Schlich csoportjánál megismert és a regisztrátumok nyomónkövetésével digitalizáló rendszert felhasználni megfelelően válogatott napokra.

A *MTSZ*-i technika terén szólni kell Fournier „lysographjáról” is, amelyet Chambon la Forêt-ben tekintettem meg. Fournier 30 perc alatt készít ezzel a lényegében sokcsatornás szűrő és integráló (kondenzátoros), valamint oszcilloszkópos kijelző rendszerrel egy *MTSZ*-t, jelenleg 2 és 28 Hz között, amint ez a cikkéből bemutatott ábrán nagy körökkel van megjelölve (7. ábra). Az alkalmazott technika röviden a következő: Az összetartozó tellurikus és mágneses komponenszt felerősítik. Az erősítők kimenetén 16–16 csatornás analízátor van (2...28 Hz-ig). A kiszűrt jeleket kondenzátorral integrálják. Az integrálási idő változtatható 10 sec-től 10–20 percig. A 16 pár kondenzátort (tellurikus és mágneses komponensre) 10 sec alatt kisütik pl. egy kétsugaras oszcilloszkópra és lefényképezik. (Egy kisütés ideje tehát 10/16 sec). Kimérés után számítható az impedancia, illetve ρ . Ez a technika azonban ma még terepi használatra nincs kidolgozva és elég sok bonyodalmat okoz a műszer hitelesítése. — Az eljárás sokban hasonlít az *S*-intervallum részére általunk kidolgozott totális számlálóéhoz.

7. ábra. Fournier lysograph-jával kapott adatok a Chambon la Forêt-i *MTSZ*-görbén (nagy körök)

Фиг. 7. Кривая магнитотеллурического зондирования, полученная в районе Гарши в диапазоне частот 50–0,01 гц

Fig. 7. Angaben gewonnen mit dem Lysograph von Fournier an der magnetotellurischen Sondierungskurve von Chambon la Forêt (grosse Kreise)



Pár szót még az *ORSTOM*-ban látott 5 csatornás digitál analóg kis-filmes (35–24 mm) magnetotellurikus berendezésekről, amelyeket, mint említettem, a volt francia gyarmatok részére készítenek. 5 db Picard-rendszerű galvanométer szolgál az elektromos (tellurikus) és elektromos jellé alakított földmágneses térváltozások indikálására egy nagyméretű regisztráló berendezésben. A galvanométerek lengő rendszerük elfordulásakor egy filmen levő digitális jelrendszernek különböző részeit képezik le a kislemezre. Ugyanekkor analóg regisztrálás is történik tájékoztató jelleggel. Egy optikai rendszer az 5 csatorna adatait egyetlen kislemezre, egymás mellett rögzíti. A kislemezről elektronoptikai berendezéssel közvetlenül szalagra lyukaszthatók az adatok, tehát elektronikus számítógépbe táplálhatók be. — Ezzel a technikával lényegében sokkal korszerűbb szinten megvalósult Cagniard professzor kislemez *MT*-regisztrálási elképzelése.

Befejezésül csak annyit, hogy a Franciaországban látott tudományos-vezetés, technikai felkészültség, valamint az ezzel elért tudományos eredmények őszinte tiszteletet ébresztettek bennem a francia geofizikusok munkáját illetően, meg kell azonban jegyezni, hogy a magyar geofizikusok munkái nem maradnak el invenció tekintetében francia kollégáiké mögött: a különbség a francia ipari nagyhatalom technikai bázisának fejlettségéből adódik, amelyet mint az előadás ilyen vonatkozású részeiből leszűrhető, a francia geofizikusok szerencsésen használnak ki.

Nyomdai kézirat elkészítésének előírásai

A Magyar Geofizika szerkesztősége csak az alábbi módon elkészített kéziratot fogadja el:

A kézirat A/4-es papíron (normál irodapapír) két példányban küldendő be. Ezek közül az egyik példány első gépelés legyen. (Indigóval készült másolatot a nyomda nem fogad el.) A papírlapon csak az egyik oldalra lehet gépelni 2-es sortávval. Egy-egy sorban 50 betűhely lehet. A bal margót az írógép 20-as beosztására kell állítani. Egy oldalon 25 sor gépelés lehet. A gépelt szövegben minden szükséges ékzetet fel kell tüntetni, amelyik nincs az írógépen, azt tollal utólag kell felrakni.

A táblázatokat külön lapra kell gépelni, helyüket a folyamatos szöveg baloldali margóján is fel kell tüntetni.

A rajzokat tussal kell megrajzolni pausz vagy fehér papíron. A különböző jelölések csak csikozással, pontozással oldhatók meg, színezett rajzok nem közhathatók. Csak kemény, kontrasztos fényképfelvételek fényes papírra készült másolatai alkalmasak a közlésre. Térképeken, szelvényrajzon a léptéket rajzos léptékben adjuk meg. Az ábrák aláírását, lábjegyzeteket külön lapra kell gépelni, sorrendjüknek megfelelően.

Minden rajzon, fényképen fel kell tüntetni az ábrák számát, valamint nyíllal meg kell jelölni a felső szélét.

A kéziratban a görög, gót betűket, matematikai ábrákat és képleteket rajzolt betűkkel (nem folyóírással) kell feltüntetni.

A cikkhez a lapban orosz, valamint német kivonatot közlünk. Kérjük a szerzőt, hogy ezek szövege röviden ismertesse a tanulmányt úgy, hogy az az összefoglalás alapján érthető legyen.

Amennyiben az idegen nyelvű összefoglalást a szerzőnek nem áll módjában a fenti két idegen nyelvben megadni, úgy kérjük annak fordításra alkalmas magyar nyelvű kivonatát 3 példányban.

A fordítás költségét, valamint a nem szabvány formában érkező kézirat gépelési költségét a szerzői díjából térítjük meg.

SZERKESZTŐSÉG

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Г. Фанзеллау</i> : Интерпретация глубинного геомагнитного зондирования | 57 |
| <i>П. Мартон — Э. М. Салаи</i> : Палеомагнитное исследование образцов венгерских базальтов | 67 |
| <i>Ф. Х. Вагнер</i> : Исследование магнитных свойств серпентинитов | 77 |
| <i>Х. Фольштедт</i> : Применение минералогических и рентгенооптических методов для изучения палеомагнитной устойчивости горных пород | 86 |
| <i>П. Эгерсези</i> : Критический обзор электроразведочных методов удельного сопротивления с различными установками электродов | 92 |
| <i>З. Барлаи</i> : Комплексное применение каротажных методов сопротивления при разведке на углеводороды | 100 |
| <i>Т. Бодоки — А. Мешко — И. Польц</i> : Исследование некоторых простых двумерных конфигураций группирования сейсмоприемников | 111 |
| <i>А. Адам</i> : Исследования по изучению электромагнитного поля Земли во Франции | 116 |

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----|
| <i>G. Fanselau</i> : Zur Interpretation der Ergebnisse geomagnetischer Tiefensondierungen | 57 |
| <i>P. Márton — E. M. Szalay</i> : Paleomagnetische Untersuchungen an einheimischen Basalten | 67 |
| <i>F. Ch. Wagner</i> : Gesteinsmagnetische Untersuchungen an Serpentiniten | 77 |
| <i>H. Vollstädt</i> : Anwendung mineralogischer und röntgenoptischer Verfahren zur Klärung der paleomagnetischen Stabilität von Gesteinen | 86 |
| <i>P. Egerszegi</i> : Eine kritische Untersuchung von geoelektrischen Messmethoden des spezifischen Widerstands im Falle verschiedener Messanordnungen | 92 |
| <i>Z. Barlai</i> : Kombinatorische Anwendung der Widerstands-Bohrlochmessung in der Kohlenwasserstoff Erkundung | 100 |
| <i>T. Bodoky — A. Meskó — I. Polcz</i> : Untersuchung einiger einfachen Zweidimensions-Geophongruppen | 111 |
| <i>A. Ádám</i> : Untersuchungen des Elektromagnetischen Erdfeldes in Frankreich | 116 |

