

# A MTA Geofizikai Laboratóriumának a Föld elektromágneses jelenségeire és szerkezetére vonatkozó kutatásairól

T ÁRCZY-HORNOCH ANTAL

*Szerző a laboratórium tellurikus, földmágneses és lélegektromos obszervatóriumainak kutató munkáit tekinti át, az elért legfontosabb eredményekkel, különös tekintettel a Föld elektromágneses terének kutatására és a Föld geoelektromos felépítésének vizsgálatában való alkalmazására. Kiemeli a pontossági vizsgálatok jelentőségét a geofizikai kutatásokban.*

*Описываются работы, проводящиеся в теллурической, геомагнитной и аэроэлектрической обсерваториях Геофизической исследовательской лаборатории, с указанием полученных основных результатов, причем особое внимание уделяется изучению электромагнитного поля Земли и использованию данных последнего для изучения электрического строения Земли. Рассматривается вопрос о значении изучения точности работ в геофизических исследованиях.*

*Verfasser gibt eine Übersicht der Forschungsarbeiten der tellurischen, erdmagnetischen und luftelektrischen Observatorien des Laboratoriums, samt den erhaltenen wichtigsten Resultaten und mit spezieller Hinsicht auf die Erkundung des elektromagnetischen Feldes der Erde und ihre Benützung in der Forschung des geoelektrischen Aufbaus der Erde. Es wird auf die Bedeutung der Genauigkeitsuntersuchungen in den geophysikalischen Forschungen hingewiesen.*

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma szinte együtt jubilálhat az Egyesülettel, mivel önálló statutummal 1955 eleje óta működik. Az eltelt közel tíz esztendő alatt kiforrott és megizmosodott az a tudományos kutatási program, amely a Laboratórium munkájának értelmet és célt adott az elmúlt években és komoly perspektívát ad a jövőre nézve. Ezt az *Országos Távlati Tudományos Kutatási Terv* röviden

„A földmágnesség, a földi áramok és az ionoszféra vizsgálata” címen foglalja össze.

Ez a cím, mint ismeretes, ma már igen tág és nagyon sok kutatás gyűjtőneve pl. a földmágneses sarkokon, konjugált pontokban való vizsgálatoktól kezdve, a sugárzási övek közvetlen szputnyikos megfigyelésén keresztül az elektromágneses indukció tanulmányozásáig az *Upper Mantle Projects* keretében stb. Felvetődik a kérdés, hogy a Laboratórium ezen

igen tág terület milyen részeivel és milyen eredménnyel foglalkozott eddig. Előadásomban ezt szeretném röviden felvázolni.

A Laboratórium első és egyben alapvetően fontos tudományos programja volt a Nagycenk melletti elektromágneses obszervatórium felépítése és műszerezése. Itt ma a földi elektromágneses tér valamennyi komponensét (tehát a 3 földmágneses, 2 földiáram és a lélegektromos komponens) rendszeresen regisztráljuk és ezek eredményeit tanulmányozzuk. A regisztrátumokat analitikusan sokrétűen feldolgozzuk, előkészítjük a tudományos kutatások számára. Adatainkat évenként jelentésekben is közöljük, hogy a nemzetközi tudományos világ rendelkezésére álljon. Ezen munka jelentőségére mutatott rá a német geofizikusok 1958. évi lipesei közgyűlésén *Fanslau* professzor is, aki szerint ez az obszervatórium a megfigyelési hálózat addig fennál-

lott jelentős hiányosságát szüntette meg (Bergakademie, 1958. év, 444. old.). Továbbá 1964 júniusában a szocialista országok geofizikusainak VII. konferenciáján Puskov professzor, az IQSY szervezője, amikor éppen hazánkat kérte fel az eurázsiai régióban a földi-áram-regisztrátumok analitikus központjának felállítására.

A földi elektromágneses tér spektruma igen széles. Mint ismeretes, az évszázados változástól az extra-terresztrikus rádióhullámokig terjed. Ebből a Laboratórium a következő periódusokat vizsgálja rendszeresen, lehetőség szerint mind a 6 komponensben:

1. a térerősség napi, de főként nyugodt napi változását ( $S_q$ ),

2. 2–60 perces szabályos (pl. öbölháborgás) és szabálytalan változásokat,

3. 0,2–300 sec periódusú ún. pulzációkat,

4. 8–1000 Hz ELF-tartománynak megfelelő periódusokat.

Természetesen a regisztrálási és az adatfeldolgozási rendszer is ehhez alkalmazkodik.

A földi elektromágneses térerősségnek az előbbieken említett változásaiban jelentkező periodicitások mellett meg kell különböztetnünk a földi elektromágneses tevékenységben jelentkező további periodicitásokat. Ez utóbbiak közül különösen a pulzációk, a 2–60 perces szabályos és szabálytalan zavarok és az  $S_q$  tevékenységét illetően kutattuk:

1. a naptevékenység 11 éves ciklusát,

2. az évi változásokat,

3. a Nap forgásából származó 27 napos visszatérési tendenciát,

4. a Hold keringéséből adódó 28 napos ciklust,

5. és a Föld tengelye körüli forgásából adódó napi menetet.

Néhány érdekesebb kutatást és eredményét a fenti sorrendben megemlítünk:

a) Mind nemzetközileg, mind az általunk definiált nyugodt napi potenciálban sikerült kimutatni a komponensek aránya alapján a tevékenységek hatását. Ezzel kapcsolatban kutattuk a napfoltmaximum idején különösen a 24–60 perc periódusú sávban jelentkező és az  $S_q$ -ra jelentős befolyást gyakorló déli tevékenységi csúcs okát is.

b) A 2–60 perces sávban több paraméter alapján jól elhatároltuk a tevékenységek hordozóinak tekinthető 2–6 perces és 24–60 perces (ún. elsődleges) sávokat az 1957–58-as napfoltmaximum éveinek adatai alapján.

c) Meghatároztuk a pulzációkkal kapcsolatban többek között:

$\alpha$ . a spektrum változását a tevékenységekkel, napfoltcikluson belül, napszakonként (3 óránként) stb.

$\beta$ . Az éjszakai és nappali típusú pulzációk sajátosságait, hajnali átmenetét egymásba.

$\gamma$ . A pulzációk kapcsolatát az ionoszféra paramétereivel.

$\delta$ . A pulzációk elterjedését a Földön a földrajzi szélesség- és hosszúságkülönbség függvényében, továbbá a  $p_c$  és  $p_i$  típusú pulzációk egymásba való átalakulásának lehetőségét.

$\epsilon$ . A keletkezési mechanizmusokat (hidromágneses hullámokat) az előbbi vizsgálatok tükrében.

d) A Föld-ionoszféra üregrezonátorban terjedő sferics-ek alacsonyfrekvenciás komponenseiben, az ún. ELF-tartományban megvizsgáltuk az alapharmonikus 8 Hz-es jel, valamint két felharmonikusának gyakoriságát, amplitúdóváltozását és felvilágosítást kaptunk a világzivatartevékenység napi eloszlására és az alsó ionoszféra által határolt üregrezonátor jóssági tényezőjére nézve.

e) Kimutattuk a légköri potenciálgradiens órás átlagértékeiben, valamint a lélegektromos nyugtalanságban a különböző meteorológiai elemek szerepét.

f) Kimutattuk a 27 napos visszaterési hajlamot az elsődleges és másodlagos frekvenciasávokban és elemeztük az autokorrelációs tényező változását a napfolteikluson belül. Ez utóbbi a napfoltmaximum idején az elsődleges sávban lényegesen nagyobb, míg a napfoltminimumban a két sávban közel egyenlő. Oka feltehetően a mágneses tevékenység jellegének megváltozásában (M-régió) van.

g) Vizsgáltuk a holdhónapi (és holdnapi) hullámokat a 2–60 perces sávban és a holdhónapi menetre határozott kettős hullámot kaptunk.

A fenti ismertetés a földi elektromágneses tér időbeli változásának kutatása terén végzett munkáinkat illetően nagyon vázlatos és nem törekedhet a rövid előadás keretein belül teljességre. Egy-egy részproblémáról a Laboratórium kutatói a szimpóziumon még külön és részletesebben számolnak be: jelen előadásunk ezért – az ismételések elkerülése céljából – inkább csak összefoglalás, szintézis kíván lenni.

Összefoglaló képet szeretnék adni még azokról a kutatásainkról is, amelyek a Föld belső szerkezetének, elektromos felépítésének megismerésére irányultak.

A földi elektromágneses térnek általunk vizsgált spektruma a skineffektus révén lehetőséget ad részben a meglévő obszervatórium-hálózat révén, részben pedig mozgó obszervatóriumok telepítésével a Föld magyarországi kéregrézésének és felső köpenyének vizsgálatára.

Módszertanilag felhasználtuk, és inhomogén anizotróp közegre általánosítottuk az irodalomból ismert magnetotellurikus módszert. Kifejlesztettük a vertikális mágneses kom-

ponens anomális viselkedésén alapuló kutatási eljárást. Kidolgoztuk ugyanakkor a relatív tellurikus frekvenciaszondázás módszerét. Ez utóbbi alkalmazására tág lehetőséget adtak az országban eddig végzett ipari tellurikus mérések bázisregisztrátumai is.

A Laboratórium különös figyelmet szentelt az ország elektromos inhomogenitásainak tanulmányozására a felszíntől kiindulva mintegy 250–400 km mélységig. Ezen kutatások néhány eredménye a következőkben foglalható össze:

a)  $T = 25$  sec-os változások segítségével mintegy 60 hálózatosan elhelyezett pontban a tellurikus relatív ellipszis területének meghatározása útján az alapkőzetnek, azaz az első jelentős ellenállás-anomáliának szerkezeti viszonyairól országos méretekben áttekinthető képet kaptunk.

b) A relatív tellurikus frekvenciaszondázási görbék  $T = 25$  és  $100$  sec-os szakasza alapján következtetéseket szűrtünk le az alapkőzet-típusok országos eloszlására nézve is.

c) Megállapítottuk, hogy az ország több pontjában mintegy 60 km-es átlagmélységben egy jólvezető réteg jelentkezik a magnetotellurikus frekvenciaszondázási görbéken. Ezt a különben az ország központi részén jelentkező réteget feltehetően hőmérsékleti és kőzettani anomália hozza létre. Vizsgáltuk ennek a rétegnek elterjedését az országban a relatív tellurikus frekvenciaszondázási görbék  $T = 100$  és  $500$  sec közötti szakasza alapján is.

d) A napi potenciálváltozás és felharmonikus segítségével megállapítottuk mintegy 250–400 km-es mélységtartományban a Rikitake által jelzett jelentős ellenállás csökkenést a felső köpenyben.

e) Elektronikus számológéppel fel dolgoztuk az eddig bemért országos földiárampontok adatait és kiszámítottuk a relatív ellipsziseknek meg-

felelő tenzorok komponenseit. Ez utóbbiak súlyozott középértéke megadta az átlagos országos relatív ellipszist. Ezzel korrigáltuk a Nagycenk melletti obszervatórium abszolút ellipsziséit, amely kapcsolatba hozható az ország egyik fő tektonikai vonalával. Itt említjük meg, hogy a tellurikus állomásellipszisek meghatározására a szabályos mérési hibákat jobban kiküszöbölő, ún. érintő módszert, s az ezzel kapott mérési eredmények feldolgozására egyszerűbb számítási eljárásokat vezettünk be.

f) A  $\Delta H_z / \Delta H_\theta$  hányados alapján – ahol  $H_z$  a vertikális földmágneses,  $H_\theta$  pedig a horizontális komponens – megrajzolt ellenállás növekedési irányok ugyanazt az ellenállás-anomáliát mutatják az ország középső részén, mint amelyet a relatív tellurikus frekvenciaszondázásokkal körvonalaztunk. Így a kétféle mérési és számítási módszer eredményei kölcsönösen igazolják egymást. A földi elektromágneses tér időbeli változásainak kutatásához hasonlóan ezen a kutatási területen is csak vázlatos képet adhattunk. A képet teljesebbé itt is a már említett előadások teszik.

Az eddigiekben tárgyalt problémák esetében éppen úgy, mint a geofizika számos más területén fontos szerepet

játszik a kapott értékek realitásának, megbízhatóságának vizsgálata. Erre a korrelációs faktorok mellett a szóráskból adódó középhibák is jól felhasználhatók, mert megmutatják, hogy a kapott értékeknek és ezek függvényeinek mennyi a reális tartalmuk. Ezek igen fontos eredmények. De még fontosabb ennél, hogy támpontokat kaphatunk ezekből az egyes mérési módszerek pontossági összehasonlítására, a mérési helyek célszerűbb elrendezésére stb. Időhiány miatt itt csak a Laboratórium által a szakfolyóiratokban megjelentetett ilyen irányú tanulmányokra utalunk. Örvendetes, hogy újabban a nemzetközi geofizikai irodalom is egyre jobban foglalkozik a középhibaszámitással kapcsolatos problémákkal és az ezekből leszűrhető következtetésekkel.

A rendelkezésre álló rövid idő miatt a Laboratórium munkájáról adott kép csak vázlatos lehet, s inkább csak az átfogó keretet adja meg. Kiegészítik azt ezen előadás nyomtatásban való megjelenésénél a vonatkozó már megjelent tanulmányokra való hivatkozások, valamint az újabb kutatásokkal kapcsolatban az ezen a szimpóziumon a Laboratórium részéről elhangzó előadások.