

Nehezen tudjuk tudomásul venni, hogy mire ez a tanulmány megjelenik, a szerző már nem lehet közöttünk, akit mint embert atyai barátunkként és mint geofizikust mesterünként tiszteltünk.

Váratlan, hirtelen elhunyt előtt még néhány nappal ezen a tanulmányon dolgozott, hogy a kért határidőre pontosan átadhassa egy angol nyelven megjelenő, általunk szerkesztett monográfiához. A szakmai életműhöz, mint kerek egészhez ez volt az a kicsiny hozzájárulás, amellyel életének szinte utolsó percéig tanúsította, hogy a magas színvonalú szakmai tevékenység és a pontosság mennyire összhangban voltak egymással az egész munkássága során.

Ennek a tanulmánynak magyar nyelvű közreadásával a régi barátság jogán idézzük fel szakmai és emberi nagyságát, és a veszteség bizonyosságával, mely tisztelettel búcsúzunk BARTA professzortól.

Aczél Etelka és Pintér Anna

Földmágneses kutatások Magyarországon

A legkorábban felismert jellemző adata a földmágneses térnek a csillagászati és a mágneses észak által bezárt szög, a deklináció (mágneses elhajlás) volt. A XV. században a hordozható napórák készítői ismerték fel, és jelölték meg műszereiken ezt a szöveget. MÁTYÁS király 1467 körül udvarába hívta Hans DORN szász származású domonkosrendi műszerkészítőt, akinek itt készített műszereiről BARTHA Lajos meghatározta az 1470–85 közti időszakra az elhajlást. Szerinte a legnagyobb elhajlás Budán a XV. század közepén 14° keletre volt. Egy évszázaddal később a kitérés nullára csökkent. A török időkben csak kevés adat maradt fenn, azok is inkább Erdélyből.

A felszabadító háborúk során Luigi Ferdinando MARSIGLI olasz hadmérnök végzett térképészeti célból elhajlás méréseket a Dunával és a Tiszával párhuzamos hosszúsági körökön Buda, Baja, Eszék közelében, illetve Eger, Szolnok, Szeged és Titel mellett. A mérések szerint a fenti vonalakon az 1690-es években $9,5^\circ$, illetve 11° nyugati volt az elhajlás. Ezeket az adatokat Edmund HALLEY is felhasználta 1702-ben kiadott első modern izogon térképének szerkesztésekor.

A XVIII. század első felében MIKOVINY Sámuel végzett elhajlás méréseket térképező műszerek beállítására számára (DEÁK András). Ezek a mérések átvezetnek a jezsuiták nagyszombati egyetemén (utóbb a királyi egyetemen) kb. 1760-tól végzett alkalmi megfigyelésekig, amelyek utóbb Budán folytatódtak a XIX. századig. A „Societas Palatinae Meteorologicae” közleményei szerint.

Igen érdekesek HELL Miksa és SAJNOVICS János csillagászok Vardø szigetén a $70^\circ 22'$ északi szélességen végzett mérései. Az 1769 áprilisa és júniusa közötti mérések valószínűleg az első — sarkkörön túli — hosszabb, összefüggő megfigyelési sorozatok. A deklinációt naponta háromszor, néha azonban 8-12 esetben is leolvasták, háborgások megfigyelése céljából. (Kéziratban lévő anyagok, publikálás alatt, BARTHA Lajos közlése).

Rendszeres, mindhárom mágneses elemre kiterjedő, az egész Monarchiát felölelő országos mágneses alaphálózat-mérést KREIL Károly osztrák kutató végzett, és méréseit 1850.0 időpontra redukálta. A következő, az akkori Magyarországra kiterjedő —

1875.0-re redukált — mérést SCHENZL Guidó, a Meteorológiai Intézet igazgatója, ezt követően pedig — 1890.0-re redukálva — KURLÁNDÁR Ignác aligazgató végezte. A huszadik század 20-as éveire esedékes mérés a háborús és háború utáni nehézségek miatt elmaradt. Térképészeti okokból HOFHAUSER Jenő mérnök ezredes deklináció méréseket végzett 1934–36-ban. Majd ugyancsak ő és BARTA György Észak-Erdélyben végzett 1943-ban teljes (minden összetevőre kiterjedő) mágneses mérést.

A második világháború után újból rendszeressé váltak az országos alaphálózat-mérések. BARTA György (1950.0), ACZÉL Etelka (1065.0), LOMNICZI Tibor (1980.0). Látható, hogy az 1890 és 1950 között eltelt 60 éves kiesés ma már elég jól interpolálható, mert a múlt és jelen évszázad második felében végzett 3-3 mérés jól képviseli az időszakok változásának jellegét, és a két időszak összekötése — feltehetőleg — helyes közbülső értékeket ad.

Rendszeres obszervatóriumi észlelés is viszonylag korán, 1871-ben kezdődött Budán. A nagyváros fejlődése a további méréseket 1890-től megakadályozta. Az észleléseket 1893-ban áthelyezték a KONKOLY THEGE Miklós által 1871-ben alapított csillagászati obszervatóriumba, Ógyallára. A trianoni békeszerződéssel Ógyalla Csehszlovákiába került, a mágneses észlelések megszűntek, a deklináció megfigyeléseket 1924-ben újramegkezdtek. Mindhárom mágneses összetevő rendszeres mérése 1940 elején indult meg, és 1945-ig tartott.

Ogyalla pótlására 1949-ben Budakeszin kezdődtek földmágneses mérések, 1954-től a Tihanyi Geofizikai Obszervatóriumban folynak az észlelések, ahol a mágneses észlelések mellett a hangsúly a mágneses pulzációk és a tellurikus áramok regisztrálására tevődött át.

A múlt század második felében — az addig inkább a mérések eredményeit ismertető — monográfiák mellett SCHENZL Guidó és BÜKY Aurél a mágneses műszerekről írtak könyveket, KONKOLY THEGE Miklós pedig cikkben ismertette a századfordulón Ógyallán használt műszereket.

EÖTVÖS Loránd gravitációs mérései során mindig végzett mágneses méréseket is. Gravitációs torziós ingája mintájára a mágneses tér gradienseinek mérésére műszert is szerkesztett (mágneses transzlatomé-

ter). Igen érzékeny műszerével már a század elején téglák, égetett agyagtárgyak és kőzetek mágnesezett-ségét mérte. Érdeemes volna ezt a műszert felújítani, és vele mágnesez háborgások idején a mágnesez tér gradiensének változását mérni.

Fruška Gora-i mágnesez és gravitációs mérései alapján EÖTVÖS Loránd fogalmazta meg a köztömegek mágnesez és gravitációs hatása között — bizonyos esetekben — fennálló összefüggést. Megállapította, hogy a homogén mágnesezett tömeg által okozott mágnesez erőösszetevő arányos ugyanazon tömeg mágnesez irányába eső gravitációs összetevőjének gradiensével.

STEINER Lajos a mágnesez öbölháborgások saját-ságait vizsgálva jellegzetes eltéréseket talált a különböző napszakokban bekövetkező öbölháborgások vektordiagramjai között. A földmágnesez jelen-ségeket leíró 1923-ban megjelent könyve hézagpótló volt a magyar geofizikai irodalomban.

A Magyar Allami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet a 20-as évektől rendszeresen végzett földtani célú földmágnesez terepméréseket, ugyanilyen méréseket végzett a MAORT geofizikai részlege is. Ezekkel a mérésekkel főleg a vulkanikus kőzetek kimutatására törekedtek. Közvetett hatású a köolajkutatásra abban állt, hogy mágnesez anomáliákkal, vagyis vulka-nikus kőzetekkel borított területeken kizárták a köolaj előfordulását. Az olcsó módszer tehát a drágább módszerek összpontosított alkalmazását tette lehetővé.

Természetesen nyersanyag feltárására vezető eredmények is voltak. Mágnesez mérésekkel találták meg a perkupai gipszet. Érdekes volt a szarvaskői wehrli pontos helyének meghatározására végzett mérés. A szerző ugyanis itt talált hazánkban először nagy tömegű, fordítottan mágnesezett kőzetet.

Különleges feladat volt az 50-es évek elején a Béke-barlang helyének és bejáratának kitűzésére Jósfafő közelében végzett mérés. A mérésre új módszert kellett kidolgozni, amelyet más hasonló feladatoknál is sikerrel lehetett alkalmazni.

Országos jelentőségű volt a HAÁZ István által vezetett, 1,5 km távközű vertikális intenzitás mérés. Az egész ország területére kiterjedő, mintegy 50 ezer mérés jelezte és körülhatárolhatóvá tette a nagy földtani szerkezeteket és fontos adatokat szolgáltatott a hazai medencekutatás számára. Természetesen a vulkanikus kőzetek helyére és mélységére vonatkozóan is bővítette ismereteinket.

Az utóbbi fél évszázadban új mérési elvek, új műszerek jelentek meg. 1943-ban kezdték alkalmazni a tengeri háborgásban a folyamatosan mérő légi vontatású magnetométereiket. Ezek a műszerek kimutatták a hajókaravánokra leselkedő tengerallattjárók által okozott mágnesez teret. Lehetővé tették helyzetük meghatározását, és így a védekezést ellenük. A tengerallattjáró-háborgút tulajdonképpen ezek a műszerek döntötték el. Róluk mi csak a háborgú után néhány évvel értesültünk, hiszen létük és működési elvük a szövetséges haderők féltve őrzött titka volt. Egy atomfizikai jelenség (proton rezonancia) egészen új utakat nyitott meg a mágnesez térerősség méréséhez. Ezzel a mágnesez térerősséget az eddiginél gyorsabban, pontosabban és külső zavaró hatásoktól függetlenebbül lehetett meghatározni. Mindkét felfedezés nagymértékben átalakította az elméleti

és gyakorlati mágnesez kutatások módszereit, és növelte hatékonyságukat.

Már a századforulón ismeretes volt, hogy a vulkanikus kőzetek kihülésükkor mágnesezödnek a mindenkori mágnesez térnek megfelelően. Mágnesezett-ségük irányát (részben nagyságát is) geológiai korokon át megőrzik. A mérési módszerek finomodásával az ilyen vizsgálatokból egy egész tudományág — a paleomágnesez — fejlődött ki. A mérési eredmények sokasodásával kiderült, hogy mágnesez terünk a geológiai múltban sokszor átfordult, vagyis északi és déli pólusa nagyjából milliő évenként felcserélődött. Az utolsó néhány százmillió évet normális (mai, N) és ellenkező irányítottágű (R) mágnesez korszakokra osztották. Ismereteink gyarapodása ezt a besoztást állandóan finomítja.

EGYED László, az ELTE Geofizikai Tanszékének első vezetője, akinek földtágulási elmélete egyik előfutára a mai lemeztektonikának, felismerve az ezekben a kutatásokban rejlő lehetőségeket, felhívta fiatalabb munkatársainak a figyelmét az érdekes feladatokra. SZEMERÉDY Pál 1958-ban kezdte kísérleteit protonprecessziós obszervatóriumi magnetométerrel, az első mérések 1960-ban folytak a Tihanyi Obszervatóriumban. Hordozható — tranzisztoros — magnetométere 1962-ben készült el, s vele 1964-ben légi mágnesez méréseket is végeztek. A paleomágnesez mérések céljára szolgáló kőzetgenerátorát és lemágnesez berendezését az ötvenes évek végén, hatvanas évek elején fejlesztette ki.

Ugyanebben az időszakban kezdődtek MÁRTON Péter és SZALAY Emőke nemzetközileg is jelentős paleo- és archeomágnesez vizsgálatai. Többek között megállapították, hogy a Mecsek hegység a függőleges tengely körül kb. 90°-ot fordult el az óramutató járása irányában, a Mátra pedig 15°-ot billent az Alföld felé. Külföldi kutatókkal együttműködve, balkáni és itáliai geológiai képződmények mozgását vizsgálták a Pannon medencebeli mozgásokkal összehasonlítva. A vizsgálatokból kiderült, hogy a Pannon medence egyes részei a geológiai régmúltban az afrikai táblához tartoztak, és részt vettek annak mozgásában.

Ilyen és hasonló hazai és nemzetközi vizsgálatok vezettek a kontinens vándorlás elméletéhez, amelynek gyökereit az 1910-es években WEGENER munkáiban találjuk, de az elgondolás első nyomait már HALLEY és HUMBOLDT XVIII-XIX. századi munkái is őrzik. Annak idején azonban ezeknek a mérész, új gondolatoknak a jegyében nem lehetett méréseket végezni. Az elméleti tudományos érvekkel igazolni az 1957 közepétől 1958 végéig tartó Nemzetközi Geofizikai Év és az azt követő Geofizikai Együttműködés éveit alatt sikerült.

Az ionoszférának és a magnetoszférának nagy szerepe van a rádiózásban, visszaverik az elektromágnesez hullámokat, és a légkör elektromos folyamatait (villámok, elektromos kisülések) rádiózáj formájában megőrzik és továbbítják.

SZEMERÉDY Pál 1966-ban a Tihanyi Obszervatóriumban megkezdte az atmoszférikus rádiózáj intenzitásának regisztrálását 27 kHz-en. Egy sajátos rádiózáj a magnetoszféra közvetítésével hozzánk is eljutó, füttyszerű ún. whistler. Megfigyelése ugyancsak Tihanyban 1967-ben kezdődött, rendszeres regisztrálása 1969-től folyik.

A magaslégkörben folyó elektromos áramok a Föld kérgében is áramokat indukálnak. Az 50-es évek elején mind nagyobb teret nyert ezeknek az ún. tellurikus áramoknak a vizsgálata. Mérésük ugyanis lehetővé teszi a földrétegek elektromos ellenállásának meghatározását, és ezen keresztül a Föld belső szerkezetének kutatását. ADÁM Antal, a Magyar Tudományos Akadémia Soproni Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetének (MTA GGKI) kutatója ezeknek az áramoknak a mérésére műszert szerkesztett, és azzal nemcsak itthon, hanem Kínában is kőolajkutató méréseket végeztek. Mérései során felismerte 60–80 km mélységben a Ny-dunántúli jól vezető réteget. Ezt a jelentős földszerkezeti ismeretet — osztrákokkal együttműködve — a Dráva ausztriai szakaszára is kiterjesztette. A világon elsőként mutatta ki, hogy a Gutenberg-féle földrengési hullámok szempontjából kis sebességű zóna egyszerűen elektromos jólvezető is, és így egyértelművé tette az abban lejátszódó részleges olvadást. Kimutatta, hogy a zóna a Pannon medencében a nagy hőáram miatt lényegesen magasabban helyezkedik el, mint a környező, idős táblás területeken.

Az MTA GGKI-hez tartozó, 1957 óta működő Nagycenki Obszervatóriumban különösen gondosan mérték a földmágneses tér rövid periódusú változásait, a pulzációkat. VERŐ József a pulzációkat periódusidejük és amplitúdójuk alapján osztályozta, és előfordulásuk idejét és gyakoriságát statisztikai módszerekkel vizsgálta. (Az osztályozást a nemzetközi szervezet elfogadta, és a módszert azóta sok helyen alkalmazzák.) Kimutatta, hogy az ionosféra és az alsó magnetoszféra viszonyai jelentősen módosíthatják a pulzációs tevékenységet. Ezt később ausztráliai együttműködéssel közvetlenül is bizonyította. Bizonyos rezonancia kérdések tisztázására 1991-ben német és olasz együttműködéssel újabb állomáshálózatot szervezett.

A nemzetközileg elismert, jelentős kutatásokat az tette lehetővé, hogy a Nagycenki Obszervatórium 1957-től folyamatos észleléssorozata a világon a leghosszabb.

A rendszeres mágneses méréseket végző magyar obszervatórium sorsának rövid áttekintéséből látható, hogy rendkívül sok megszakítás tarkítja a méréseket. Kívánatos volt a nemzetközi mércével mérve is hosszú, de sokszor megszakított sorozatot hitele-

sen egységesíteni és a Kárpát-medencére egy jól összeillesztett és a hiányzó részeket lehetőleg tökéletes interpolációval kitöltött egységes sorozattal kiegészíteni. Ez a törekvés terelte a szerző figyelmét a mágneses évszázados változás vizsgálatának irányába. A magyar obszervatóriumok adatsorainak egységesítésére végzett számítások során azonban kiderült, hogy a mágneses vektor végpontja az évszázados változás során jó közelítéssel csavarvonalszerű térgörbét ír le. A szerző ezt követő vizsgálatai kimutatták, hogy ez a Föld többi obszervatóriumának adatsoraiban is megjelenik. A haladás irányába nézve a csavarvonal körüljárási iránya az egész Földön megegyezik az óramutató járásával. A jelenség az átlagos változáshoz képest az egész Földön egyidőben siet, illetve késik. Ezzel tehát bebizonyosodott, hogy az évszázados változás részjelensége is globális — a Földet mint egészet érintő — jelenség. Ráadásul további jellegzetes sajátágokat is lehetett találni. Megdőlt tehát a régen begyökerezett vélemény a mágneses évszázados változás lokális jellegéről.

Ennek további következménye volt, hogy nagyobb figyelmet kellett fordítani a Föld mágneses középpontjának már régen ismert excentrikus helyzetére és mozgására. A múlt század közepe óta már — mai értelemben is — pontos mérések alapján tudjuk, hogy Földünk mágneses középpontja több száz kilométerre van a földgömb geometriai középpontjától (jelenleg Marshall szigetek irányában), és 5 évenként 1°-kal vándorol nyugati irányba. 150 év óta ez a vándorlás jól követhető, bizonyos extrapolációval visszafelé 1550-ig is folytatható. Az adatokból megállapítható, hogy ennek a vándorlásnak a sebessége 1550 óta nem változott, vagyis mágneses terünk excentrikus helyzetű középpontja az első mérések óta a Csendes-óceán közepéről került a jelenlegi helyére. Az excentricitás legkisebb mértéke 224 km volt az 1600-as években, a legnagyobb ma, több mint 400 km.

A korántsem teljes összefoglalásból is látható, hogy az évszázados múltra visszatekintő hazai földmágneses kutatásban sok a nyitott kérdés. Ezeknek a megválaszolása és az eddigi felismerések továbbfejlesztése a következő generációk sokat ígérő feladata lesz.

Barta György