

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1978. XIX. ÉVFOLYAM, 4. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Barta György</i> : A magyar geofizika úrkutatási vonatkozásai	121
<i>Mártonné Szalay Emő—Márton Péter</i> : A Dunántúli-középhegység és a Villányi-hegység mezo- zóos paleopólusainak eltéréséről	129
<i>Kiss E. Zoltán</i> : A mélyfúrás geofizika szerepe a budapesti metróépítés talajkutató fúrásai- ban	137
<i>Salamon Batur</i> : Az SI nemzetközi mértékegység-rendszer geofizikai bevezetése I. rész	144
<i>Gyulai Ákos</i> : Széntelegek tektonikai zavarai kétdimenziós modellezésének háromdimenziós kiterjesztése	154
Lapszemle	128, 143, 160

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bokody Tamás, Czeglédi István, Deres János,
Gellért Tamás, Gerzson István, Dr. Horváth Ferenc, Hursán László, Lakatos Sándor,
Marton Tibor, Dr. Posgay Károly, Rádler Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók 240.

A magyar geofizika úrkutatási vonatkozásai*

DR. BARTA GYÖRGY**

Az általános geofizikai kutatások már évszázadok óta kapcsolatban álltak űrjelenségekkel. Régóta ismeretesek pl. a naptevékenység és a földmágnesség jelenségei között mutatkozó összefüggések. Eme összefüggések kutatásában magyar kutató (Steiner Lajos) is figyelemreméltó szerepet játszott.

A korszerű űrkutatás során az összefüggések egész sora vált ismertté és a kapcsolatok mély volta egyre jobban nyilvánvalóvá lesz. Az előadás áttekinti az ezen a téren magyar kutatók által elért – részben alapvető fontosságú – eredményeket.

Befejezőben a dolgozat megállapítja, hogy Földünkéről az űrkutatás eredményei alapján sok különböző irányban nyerhetünk fontos, új ismereteket, és ezek az ismeretek egy kis nép kutatói számára is elérhetők, sőt saját kutatásaikkal azokhoz csatlakozni lehet.

General geophysical investigations presented connections with space phenomena since many centuries. So the connections between solar activity and terrestrial magnetic phenomena have been well known for ages. With the research of these connections a Hungarian scientist (Lajos Steiner) had played also an important part.

In the course of modern space research a score of relations have become known and the intrinsic character of these connections becomes more and more evident. The lecture gives an account of the results achieved by – partly of paramount importance – Hungarian workers in these topics.

In conclusion the author states that basing on the results of space research we are able to get various new and important informations concerning our globe and these informations are available also to a small nation and what is more, these small nations can join in with their own studies into the world wide research.

Исследования по общей геофизике уже в течение многих веков имеют тесную связь с космическими явлениями. Давно известна, например, взаимосвязь между солнечной активностью и земным магнетизмом. В исследовании этой взаимосвязи сыграли существенную роль и работы венгерского ученого (Л. Штейнер).

В процессе современных космических исследований стал известным целый ряд таких закономерностей. В докладе приводится обзор результатов достигнутых венгерскими учеными в этой об ласти, причем часть этих результатов является первоначально важными.

В заключение в работе устанавливается, что результаты космических исследований дают многостороннюю, важную, новую информацию о нашей Земле, причем в добывание этой информации большой вклад могут внести и малые страны.

Az általános geofizikai kutatások – habár tudattalanul – már több száz év óta kapcsolatban álltak űrjelenségekkel. Például már régen ismeretes volt a földmágnesség erőter időbeli változásának összefüggése kozmikus hatókkal. Celsius Uppsalában és Graham Londonban egyidejű mágnesség megfigyelések alapján 1741-ben felfedezik a mágnesség háborgások és a sarki fény közötti kapcsolatot. 1759-ben Canton megállapítja, hogy a napi menet amplitúdója nyáron nagyobb mint télen. 1850-ben Kreil Károly a prágai elhajlás adatokban kimutatja a Hold napi hullámot. Ugyanebben az időben Lamont felfedezi az összefüggést a földmágnesség erő változásának átlagos napi amplitúdója és a napfoltok relatív száma között. Egy évtizeddel később Carrington megfigyeli a mágnesség háborgások összefüggését a naperupciókkal.

Mindezek az összefüggések arra mutattak, hogy a naptevékenység, a magaslégréteg és a földmágnesség jelenségei szoros kapcsolatban vannak egymással.

* Előadás az MGE tisztújító Közgyűlésén 1978. április 7-én.

** ELTE Geofizikai Tanszék

Balfour Stewart 1882-ben a földmágneses tér napi változásából a magaslégtérben levő elektromos vezető rétegre következtetett. Heaviside és Kennelly 1902-ben rádióhullámok terjedéséből ugyannerre a következtetésre jutott. Appleton 1925-ben rádióhullám visszaverődésével megméri a réteg magasságát. A gondolatkör kialakulásán jól lemérhető, hogyan fejlődött a gyakorlati hasznosítástól rendkívül távol álló egyszerű összefüggés megállapítása pontos méret- és oksági összefüggések feltárásáig és az ismeretek gyakorlati hasznosításáig. Ezekben a jelenségeken keresztül már a régi földmágneses vizsgálatok is kozmikus kutatás jellegét nyertek.

Magyarországon a földmágneses megfigyelések több mint 100 éve kezdődtek és a különböző ilyen vizsgálatok a záradfordulón már elég gyakoriak voltak. Nemzetközileg jelentős Steiner Lajos munkája, aki 1906-tól 1917-ig feldolgozta az ógyallai öbölháborgásokat. A felhasználta 428 pozitív és 103 negatív öböl időbeli lefutásából megállapította, hogy az éjjeli pozitív öblöknél a háborgási vektor vízszintes összetevője éjjel előtt északkeleti, éjjélkor és éjjel után északnyugati irányú. Nappal 8-tól 16 óráig pozitív öblöt nem észlelt.

A tihanyi obszervatórium észlelés anyagában 1957. április 16-án délben egy különös mágneses háborgást észleltünk. A háborgás csak a mágneses vertikális intenzitásban jelentkezett, vízszintes összetevője nem volt. Összegyűjtve a szomszéd obszervatóriumok adatait, meg lehetett állapítani, hogy a háborgást egy olyan SFE köráram okozta, amelynek pontosan a középpontjában volt az obszervatórium. Tihanytól 200 km-re fekvő obszervatóriumok már erős vízszintes összetevő háborgást jeleztek. A jelenséget ionoszféra-magasság mérésekkel összevetve Flórián Endrével közös cikkben magyaráztuk.

Nagyon hasznos a kutatásokban az egymáshoz közel eső obszervatóriumok regisztrálásainak összehasonlítása. Emlékszem, hogy amikor 1955-ben alkalmam volt budakeszi és tihanyi regisztrálásokat összehasonlítani, mély benyomást tett rám, hogy a szemmel éppen csak kivehető parányi mágneses háborgás mind a két regisztrátumon jelentkezett. Ez élesen rámutat arra, hogy a mágneses tér időbeli változásai mögött hatalmas méretű természeti jelenség húzódik meg és tulajdonképpen minden mágneses háborgást érdemes volna részletesen megvizsgálni. Természetesen ez a megfelelő kutatói létszám, idő és felszereltség hiányában lehetetlen.

A tudatos űrkutatás megindulása a nemzetközi geofizikai év során a mesterséges holdak fellövésével kezdődött. Ismeretes, hogy a magnetoszféra (az ionoszféra fölötti tértartományok) felfedezése bizonyos véletlen elemeket is tartalmazott. A fellőtt sugárzásjelző műszerek ugyanis túl érzékenyek voltak és az erős sugárzás következtében a műszerek túlterhelődtek, amit a földi észlelők a műszerek elromlásának tulajdonítottak. Csak többszöri kísérlet után, egészen érzéketlen műszerek fellövésekor derült ki, hogy a sugárzásmérő műszerek igen erős sugárzással telített tértartományba kerültek. A megindult vizsgálat jól körülhatárolta a tértartományt és kiderült, hogy a Föld mágneses tere a Napból kiinduló töltött részecskék áramlatát a Föld körüli kényszerpályára tereli és kialakítja Földünk körül a manapság magnetoszférának nevezett sugárzási övet.

A világszerte folyó igen nagy anyagi befektetéssel járó vizsgálatok azt a pesszimiztikus felfogást sugallják, hogy hazánkhoz hasonló kis lakosságszámú és korlátozott anyagi lehetőségekkel rendelkező ország ilyen kutatásokban legfeljebb statisztika szerepe van kárhoztatva. A következőkben röviden összefoglalok néhány most folyó munkát és annak eredményét annak a bizonyítására,

hogy kis ország is bele tud eredményesen kapcsolódni az ilyen típusú nagy nemzetközi együttműködésbe. Természetesen a bekapcsolódáshoz szükséges, hogy az eredményesen művelt területeken szellemileg felzárkózzunk az élvonalhoz és kivívott pozíciónkat újabb kutatással mindig újból megerősítsük.

A fentiekben vázolt mágneses időbeli változások részletvizsgálatai is megindultak hazánkban, éppen a tárgy most már vitathatatlanul tudományos és gyakorlati fontossága miatt. Az ismeretek bővülése lehetővé tette a fizikai háttér mind jobb megismerését és az erre irányuló törekvésekben jelentős szerepet játszott az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, a Föld felső légkörével, valamint a magnetoszféra és a napszél közötti kölcsönhatással kapcsolatos kutatásaival. Ezek a vizsgálatok részben az Interkozmosz program keretében történnek.

A Föld felső légkörével kapcsolatos kutatások során az Intézet részt vett az 1977. októberében a Vertikál 6 geofizikai rakétán magyar-szovjet együttműködéssel végzett kísérletek előkészítésében és ezek feldolgozásában. A kísérletek a Nap extrém ultraibolya sugárzásának, illetve a felsőlégkör elektromosan semleges állapotú gázai összetételének, továbbá az ionok összetételének és az ionhőmérsékletnek a meghatározására irányultak. A rakétán erre a célra elhelyezett két mérőberendezés elektronikája az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében készült.

A Nap extrém ultraibolya sugárzásának mérésére készült fotoelektroanalizátor adatainak segítségével a sugárzás intenzitásának, illetve a molekuláris oxigén koncentrációjának változását a magassággal és ebből effektív abszorpciós hatáskeresztmetszeteket állapíthatunk meg. Ennek pontos ismerete a felső légkör energetikájának vizsgálata szempontjából elengedhetetlen. Az ionok összetételének és az ionhőmérsékletnek a mérésére szolgáló pozitív ionanalizátor e két mennyiség meghatározásán kívül az ionok driftjének az észlelését is lehetővé teszi. Az ionok driftjének vizsgálata alapján pedig, mint ismeretes, az elektromos tér határozható meg. Az ionösszetételnek és az ionhőmérsékletnek a vizsgálata részben az ionoszféramodellek ellenőrzése, továbbá a felsőlégkör energiamérlegének az előzőekben már említett tanulmányozása szempontjából fontos.

A kísérleteknél arra törekednek, hogy egyidejűleg minél több paramétert mérjenek és ezeket is többféle módszerrel. Így az adatok megbízhatósága ellenőrizhető és a kutatások köre is bővíthető. Az adatok feldolgozása az Intézetben még folyamatban van. A Vertikál 6-on magyar-szovjet együttműködéssel végrehajtott mérések jelentőségét kiemeli az a tény, hogy ezek voltak az első magyar részvétellel végzett, hazánkban kiértékelt sikeres űrkísérletek (Benceze Pál).

Az ionoszférakutatás terén a földmágneses háborgásokat követő, az alsó ionoszférában fellépő utóhatást tanulmányozták mesterséges holdak méréseinek segítségével. Az eredmények azt mutatják, hogy ez az utóhatás nagyrészt a a magnetoszférán kívül észlelt 40 keV-nél nagyobb elektronok fluxusával függ össze. Ezeknek az elektronoknak a fluxusa a napkitörések erősségének növekedésével nő. További vizsgálatok szerint a legerősebb utóhatás akkor lép fel, ha a napkitörés a Nap középponti meridiánjának közelében volt, még akkor is, ha ebben az esetben a fluxus gyengébb, mint ettől nyugatra észlelt napkitöréseknél (März Ferenc).

A Föld magnetoszférája és a napszél közötti kölcsönhatás vizsgálatával kapcsolatban a földmágneses pulzációk kutatása a kezdeti morfológiai vizsgálatok után két irányba koncentrálódott. Egyrészt vizsgálják a pulzációk eloszlását a

Föld felszínén különböző állomásokon, másrészt pedig a pulzációkat a magnetoszféra és a földkörüli térség paramétereinek leírására igyekeznek felhasználni.

A földmágneses pulzációk felszíni eloszlásáról, elsősorban pedig a periódusok változásáról a földrajzi szélesség függvényében még ma sincs egységes vélemény. Ez nem is véletlen, mert úgy tűnik, hogy bizonyos esetekben a periódus elég nagy tartományban állandó, majd elég gyorsan, szinte ugrásszerűen megváltozik. Ennek a különös és elméleti szempontból is alapvető fontosságú jelenségnek a vizsgálata nagyon nehéz más obszervatóriumok mérési anyagát felhasználni, mert például Európában már alig van olyan — a földi áramokat zavartalanul regisztráló — obszervatórium, mint Nagycenk. Így részben hazai időleges állomásokkal, részben néhány külföldi együttműködő partnertől kapott anyaggal lehet csak eredményt elérni. Kiderült, hogy nagy távolságban levő állomások között a tevékenységben egészen rövid, néhány perces időszakokra vonatkoztatva, továbbá hosszú, napos átlagok tekintetében is elég szoros kapcsolat található. Különös azonban, hogy órás vagy néhány órás átlagos tevékenységben nincs szoros kapcsolat. Mai ismereteink szerint mindkettő az interplanetáris mágnes tér és a napszél paramétereinek különböző időskálájú változásait tükrözi. Közepes hosszúságú, pl. órás átlagok esetében az ilyen korrelációk azért gyengék, mert a pulzációk kialakulásának gyakoriságában a helyi idő hatása döntő tényező.

A pulzációk paramétereit között egymástól messze fekvő állomások esetében talált kapcsolat teszi lehetővé, hogy a pulzációk tevékenységet globálisan leírjuk, hogy ennek megközelítéseként egyetlen állomás adatait általános értékeknek tekintsük. Ilyen alapon kereshető kapcsolat a pulzációk és a földkörüli térség paramétereit között. Sikertült — csak a Nagycenk melletti obszervatórium adatait felhasználva — a napszél sebességére pontosabb becslést adni, mint amilyen eddig a felszíni adatok (a földmágneses tevékenység szintje) alapján lehetséges volt. A magnetoszféra méretére kapott becslést is annak figyelembevételével lehetett jelentékenyen megjavítani, hogy ez lassan változó paraméter lévén, hosszú időre (egy-egy napra) vonatkozó átlagokból jobban becsülhető. A napszélbe ágyazott inhomogenitások hatására a magnetoszféra mérete és ezzel együtt a pulzációk periódusa is megváltozik; a jelenség azonban csak a plazmapauzáig követhető, a sarki állomások adataiban (pl. a finn Sodankyläében) nem található meg, jelezve azt, mennyire fontos szerepe van a plazmapauzának a pulzációk keletkezésében.

Az utóbbi néhány évben felmerült annak lehetősége, hogy a földmágneses pulzációk nem a magnetoszférában, hanem a magnetoszféra előtt visszatérített napszél eredetű protonok és a napszél plazmájának kölcsönhatására azon kívül keletkeznek. Az erre kidolgozott elmélet szerint a periódust az interplanetáris mágnes tér erőssége, az amplitúdót a tér iránya és a napszél sebessége szabja meg. Ezeket az összefüggéseket sorra sikerült megtalálni a nagycenki anyagban, így az eredmények nyomós érvet jelentenek az ezen a téren világszerte kialakult vitában. Elméleti számítások segítségével is meghatározták az egyes paraméterkombinációknak megfelelő várható periódus- és amplitúdó-értékeket, s ezek határozottan összefüggnek a mérések során talált tapasztalati értékekkel (Verő József, Czuczor Ernőné, Tátrallyai Mariella, Holló Lajos).

Az Intézetben végzett munka nemzetközi elismerését jelzi, hogy az ott kidolgozott pulzációs indexeket a Nemzetközi Földmágneses és Aeronómiai Asszociáció is számantartja és ezek valóban globálissá tételére nemzetközi együttműködés kezd kialakulni.

Magyarországon közvetlenül űrkutatási mérésekbe nehezen kapcsolódhatunk be, mert a nemzetközi együttműködés bonyolult előkészítő munkával jár, de szerencsére a kezdeti nehézségeket – mint láttuk – már itt is leküzdöttük. Gyorsabban alkalmazható eredményeket ígér a földről végezhető adatgyűjtés és annak kiértékelése. Ezen a területen is születtek igen érdekes eredmények.

Századunk elején már ismeretes volt, hogy a rádiókészülékekben néha füttyszerű zavaró hangokat lehet hallani. Ezeket angol nyelvűn szokták szakmailag whistler-nek nevezni.

A kb. 5 fősugár geocentrikus távolságig terjedő belső magnetoszféra az ún. plazmaszféra diagnosztikájának egyik hatásos, ugyanakkor legolcsóbb módszerét éppen ezek a whistlerek jelentik. A whistlerek közönséges villámok által keltett elektromágneses impulzusokból jönnek létre. Az impulzust alkotó, főképpen hangfrekvenciás jelek a földi mágneses tér erővonalai mentén húzódo, megnövekedett elektronsűrűségű vezető csatornában terjednek. A terjedési sebesség frekvenciafüggő, így az impulzus a 0,5–16 kHz közötti sávban kb. 1 sec hosszúságú jellé húzódik szét, ami erősítés után hangszóróra kapcsolva mélyülő füttynek hallatszik. A különböző frekvenciákon mért futási időkből meghatározható a terjedés erővonalcsatornájának a szélessége, az elektronsűrűség a terjedési út mentén és az 1000 km magasságban 1 cm² keresztmetszetű földmágneses erővonalcső elektrontartalma.

A whistlereket a századforduló táján észlelték először, majd az 50-es években sikerült elméletüket kidolgozni. Azóta elterjedt világhálózaton folyik regisztrálásuk. A hazai whistler-kutatást Szemerédy Pál indította meg, akinek tervezésében és irányításával az ELTE Geofizikai Tanszéken 1967-ben megépült a whistler vevőberendezés. Ez egy 12 m magas keretantennából, szélessávú erősítőrendszerből, alul- és felülvágó szűrőkből, a regisztrálásra szolgáló analóg magnetofonból és a berendezést óránként 2 percre bekapcsoló vezérlő automatikából áll. A berendezés a Tanszékkel együttműködő ELGL-tihanyi Geofizikai Observatóriumban üzemel.

A whistler-kutatás kezdetben a nemzetközi előírásoknak megfelelő rendszeres regisztrálásra és a felvételek spektrumanalízisének megvalósítására irányult, de a magnetoszférikus elektronsűrűség meghatározására is próbálkozások történtek. A whistlerek rutinszerű, ugyanakkor kellően pontos eredményeket nyújtó feldolgozására azonban akkor még nem létezett eljárás, ezért az első években egy ilyen módszer kidolgozása állt a vizsgálatok középpontjában. Ezek eredményeként 1973-ra sikerült kidolgozni egy legkisebb négyzetes paraméterbecslésen alapuló, az addig ismerteknél minden szempontból hatásosabbnak bizonyult számítógépes eljárást.

A további tudományos munka kiterjedt az eljárás megbízhatóságának vizsgálatára, hazai és külföldi whistler-adatok elemzésére, adatbank létrehozására, műholdon észlelt whistlerek elemzésére, a whistler integrál közvetlen numerikus inverziójára és a whistlerek digitális regisztrálásával és elemzésével kapcsolatos kérdések tanulmányozására. A fontosabb eredmények a következők:

– kiderült, hogy a plazmaszféra elektronsűrűsége mágneses háborgások idején közepes szélességeken is csökken és ebből meghatározhatók a plazmaszféra-ionoszféra töltéstranszport jellemzői;

– kb. 1500 tihanyi és ugyanennyi külföldről származó whistlert feldolgozva ezekből különböző következtetéseket vontak le; az észlelési eredményeket havonta összegezve megküldik a világadatközpontoknak;

– a rutinszerűen 7 éve folyó hazai whistler-észlelés és -feldolgozás eredményeinek átfogó elemzéséhez mágneslemezes adatbankot hoztak létre (Büttner György);

– a whistler-terjedés numerikus szimulációjával kimutatták, hogy a whistlerek feldolgozásakor tapasztalt szisztematikus reziduálok a törésmutatóban használt közelítéseknek – elsősorban az ionok hatásának – tulajdoníthatók és megállapították, hogy ezek és egyéb feltevések mekkora szisztematikus hibákat eredményeznek a számított magnetoszférikus paraméterekben;

– az Interkozmosz – 3 és 10 műholdakon és a Földön egyidejűleg észlelt whistlerek elemzésével tanulmányozták a whistler-terjedés mechanizmusát;

– elsőként oldották meg a whistler-integrál stabil numerikus inverzióját a terjedési út menti elektronsűrűsége;

– szimulációval és mért whistlerek elemzésével kimutatták, hogy a nagysebességű (32×10^3 minta/sec) mintavételezés és digitális, illesztett szűrő alkalmazása egy nagyságrenddel megnöveli a spektrumelemzés pontosságát és lehetőséget nyújt a detektálás-regisztrálás-spektrumelemzés akár teljes folyamatának mikroprocesszoros automatizálására (Hamar Dániel, Tarcsai György); ezzel kapcsolatban előzetes rendszerterv is készült (Hegymegi László és Hetényi Tamás, BME Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék).

A whistler-kutatásban az Interkozmosz szervezet, a KAPG és az URSI – IAGA whistlerekkel foglalkozó munkacsoportja útján szoros együttműködés alakult ki csehszlovák, szovjet, angol, francia és olasz kutatóhelyekkel, amit tovább erősítettek Hegymegi L., Tóth P. és Tarcsai Gy. hosszabb olaszországi, norvégiai és angliai ösztöndíjas tanulmányútjai.

Összegezve megállapítható, hogy a whistler-vizsgálatok terén hazai kutatóink egy évtized alatt behozták a kezdeti, mintegy 10 éves elmaradást, sőt kutatásaik egyes témákban a világ élvonalába emelkedtek.

Részből a whistler-kutatásokkal rokon, de mindenképp űrkutatáshoz tartozik Szemerédy Pálnak a VLF emissziók alsó ionoszférabeli modulációjával, valamint a felsőlégköri hélium kombinált rádiós-optikai detektálásával kapcsolatos vizsgálatait, továbbá Tóth Péter munkája a VLF emissziókról és a magnetoszférikus plazmainstabilitásokról.

Ugyancsak az űrkutatáshoz tartozik az elektromágneses hullámterjedés vizsgálata mozgó plazmában. A mesterséges égitestek rádiójeleinek frekvenciacsúszását és egyéb paramétereinek változásait kiterjedten alkalmazzák a különböző űrkutatási (geofizikai, geodéziai, csillagászati, műszaki, stb.) mérésekben. Hazánkban, egy korábbi előkísérlettől eltekintve (Magyar Endre, 1957) elsőként a BME KISZ Rakétatechnikai Tudományos Diákköre, később Űrkutatási Csoportja, végzett 1965-től kísérleteket műholdak rádiójeleivel. Egyebek között vizsgálták az ionoszféra és troposzféra hatását a Doppler-geodéziai mérésekre, pontosították az általában alkalmazott törésmutatóformulát és a rádiós űrkutatás terén szerzett tapasztalataikat felhasználták a még felépítésre váró hazai Interkozmosz rádiós műholdmegfigyelő állomás tervezésében.

Eközben az inhomogén, mozgó közegben lejátszódó elektromágneses hullámterjedéssel kapcsolatban sok tisztázatlan kérdés vetődött fel. Ezek megoldásában alapvető, nemzetközi téren is úttörő jellegű Ferencz Csaba tevékenysége, aki számos tanulmányban vizsgálta a hullámterjedés különböző kérdéseit. Eredményei alapján, a relativisztikus sugárkövetési eljárás alkalmazásával, Tarcsai Györgyvel együtt sikerült megmagyarázniuk több rendhagyó frekvenciacsúszási jelenséget, például

– a Taurus – A rádióforrás 21 cm-es sugárzásban Nap-okkultáció során észlelt – sok vitát kiváltó – vöröseltolódást, és a Fraunhofer-vonalak Nap peremén észlelt anomalisztikus vöröseltolódását, valamint

– a Pioneer – 6 űrszonda Nap-okkultációja során észlelt és általuk előre megjósolt frekvenciacsúszást.

A felsorolt eredményeket a Nature c. folyóirat szerkesztőségi cikkben méltatta, a szerzők munkáját számontartják és eredményeikre hivatkoznak a külföldi kutatók.

A mágneses regisztrálások digitalizálása az adatok egyszerű feldolgozását teszi lehetővé, ezért jelentős, hogy a tihanyi obszervatóriumban Hegyemi László ilyen értelmű műszerfejlesztéssel a vizsgálatokat számológépek segítségével lehetővé tette. Ugyancsak a tihanyi obszervatóriumban Tóth Péter kimutatta a mágneses tér lüktetésében a Nap pulzálásában is észlelt 2 óra 40 perces periódust. A megfigyelés alapján feltételezhető, hogy a Nap tulajdonképpen egy pulzár.

A mágneses tér mellett természetesen gravitációs terünk is szorosan kapcsolódik az űrkutatások problematikájához. Gravitációs terünk geometriai szerkezete befolyásolja az űrben keringő mesterséges holdak pályáját és ezért a pályák megfigyeléséből kiszámíthatjuk gravitációs terünk szerkezetét. Az ilyen típusú kutatásokban elévülhetetlen érdemeket szerzett Izsák Imre magyar csillagász, akiről érdemei elismerésül az első szatellit földalakat is elnevezték. A témának ez a része még geodéziai jellegű, hiszen a térszerkezet geometriai sajátásaival foglalkozik, viszont gravitációs terünk szerkezetét Földünk tömegének belső eloszlása alakítja ki. A geometriai tér szerkezetéből tehát a Föld belső szerkezetének tömegeloszlására és folyamataira is következtethetünk. Ez a kérdés már geofizikai jellegű.

A Föld gravitációs és mágneses terének összehasonlításából kiderült, hogy Földünk belső szerkezete nem centrálszimmetrikus és a centrálszimmetria feladásával az eddig megmagyarázhatatlan geoid alaknak tömegeloszlási okát sikerült megállapítani. A geoid alakot két forgásszimmetrikus alak összegeként állíthatjuk elő. Ez a megállapítás azt jelenti, hogy a geoid alakot két olyan nagy hatás alakítja ki, amelyekkel szemben a Föld egész teste folyadékként viselkedik vagyis cseppalakot vesz fel. Az így meghatározott sematikus geoid-képet a ténylegesen mért geoidból levonva kapunk egy a Föld felszínének domborzati hatását jól mutató – maradék képet; a pozitív anomáliák jól egybeesnek nagy hegyrendszereinkkel, a negatívok pedig az óceáni medencékkel.

A domborzat hatása természetesen a magassággal elenyészik. Ezért megvizsgáltuk a geoid alakot 6000 km-rel a Föld felszíne fölött. Ebben a magasságban a felszíni hatók már valóban eltűnnek és a mély hatók jobban meghatározhatók. Kiderült, hogy ha a Föld lapultságát megváltoztatjuk, akkor a megközelítés lényegesen javul. Figyelemre méltó, hogy a geodézia megállapítása szerint a centrálszimmetrikus Föld lapultsága valóban nem felel meg a hidrosztatikus egyensúly követelménynek és attól éppen az aszimmetrikus földfelépítés kívánalmának irányában tér el. Jelenleg a vázolt módon a 10 m-nél nagyobb geoid-anomáliákat egyértelműen magyarázni lehet; az ennél kisebb anomáliák valószínűleg az egyensúlyban nem levő felszíni tömegek tömegtöbbletéből vagy hiányából származnak. Így a maradékanomália-rendszerekből következtethetünk felszíni tömegeink egyensúlyi állapotára, vagyis kapcsolatot találhatunk a maradék geoid anomáliák és Földünk tektonikai tevékenysége között.

Természetesen a mély hatókhoz kötött anomáliarendszer ugyanúgy változhat, mint mágneses terünk; mágneses terünk változásából pedig gravitációs terünk évszázados változására is következtethetünk. Bizonyos feltevésekkel javítani lehet a tisztán free-air-anomáliák alapján közelítőleg kiszámított szekuláris változásképet. Az így számított évi változás maximuma kivételes helyeken 60 μ gal, de átlagosan 20 μ gal körül van, ami megfelel a mai legpontosabb gravitációs mérésekből nyert eredményeknek; a változásnak biztos kísérleti meghatározása fontos új lehetőséget tartalmaz Földünk folyamatainak megismerésére.

Egy rövid összefoglalásban természetesen nem lehet minden, a geofizikával összefüggő kutatásra kitérni, mégis látható, hogy Földünkről az űrkutatás eredményei alapján sok különböző irányban nyerhetünk fontos új ismereteket, és ezek az ismeretek egy kis nép kutatói számára is elérhetőek. Számolnunk kell azonban azzal, hogy mi az űrkutató nagyhatalmakhoz képest bizonyos késéssel kapjuk meg a legmodernebb adatokat és azokat is már kilúgozott formában. Amit könnyen meg lehet állapítani az adatokból, azt szerencsésebb társaink nyilvánvalóan már előttünk felismerték. Azonban a hozzánk elkerülő adatrendszer csak egy igen gyors átfésülésen ment keresztül és még nagyon sok fel nem tárt ismeretet tartalmaz. Mélyebben kell ezért bepillantnunk az oksági összefüggések rendszerébe és akkor számunkra is meg van a lehetőség új eredmények elérésére.

Az előadás anyagának összeállításában jelentős segítségemre voltak dr. Verő József és dr. Tarcsai György tagtársaink. Munkájukat ezúton is hálásan köszönöm.

Lapszemle

Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie, Géophysique. 21. évf., No 1–2. 1977. jan. – dec., 1–312. old.

A folyóirat – melyet a Román Szocialista Köztársaság Akadémiája ad ki – többségében angol nyelven (de több esetben németül és franciául is) hoz cikkeket a geofizika újszólván minden területéről (általános és gyakorlati geofizika, szeizmológia, tektonika, geokémia, paleomágnesség, magnetellurika, légkörfizika, elméleti és számítástechnikai kérdések stb.). A főszerkesztő: Sabba Stefanescu, a helyettes főszerkesztő: Liviu Constantinescu.

* * *

Studii si Cercetari de Geologie, Geofizica, Geografie, Geofizica 15. évf., 1977. 1–188. old.

A geofizika egész területére kiterjeszkedő tárgyú cikkek, román nyelven, angol kivonattal.

Magyar Tudomány. Új folyam XXIII. kötet, 1. sz. 1978. január.

Somogyi György: Egy új nukleáris metodika alkalmazása uránlokalizációs vizsgálatokra, 32–40. old.

Az ismertetett és a hazai uránlelőhely-kutatásoknál bevezetett módszer a terepi radon-anomáliákat térképezi fel alfa-részecskékre érzékeny szilárdtest-nyomdetektorok segítségével. Az eddigi mérések egyértelműen megmutatták, hogy a nyomdetektoros módszer kedvezően alkalmazható olyan területeken is, ahol a hagyományos radiometrikus módszerek már nem hatásosak. Így a módszer bevezetése figyelemreméltó új lehetőséggel gazdagítja a hazai geológiai és uránynevelőanyag-kutatást.

T. G.

A Dunántúli-középhegység és a Villányi-hegység mezozoos paleopólusainak eltéréséről

M Á R T O N N É S Z A L A Y E M Ő - M Á R T O N P É T E R

A Dunántúli-középhegységben meghatározott paleomágneses deklináció és inklináció $D = 309,9^\circ$, $I = 57,3^\circ$ ($k = 69$, $\alpha_{95} = 8,1^\circ$) egymástól viszonylag nagy távolságra levő és korban a teljes jurát átfogó négy egység helyi középpirányainak átlaga.

A Villányi-hegységben talált $D = 17,9^\circ$, $I = 59,5^\circ$ ($k = 99,1$, $\alpha_{95} = 9,3^\circ$) négy különböző pikkelyben definiálható helyi középpirányok átlaga, amely a felső jurá – alsó krétára vonatkozik.

A két hegység paleopólusainak eltérése a deklinációkülönbségből származik. A Dunántúli-középhegység jurá-pólusa az afrikai jurá-pólus közelében van, a Villányi-hegységé viszont gyakorlatilag azonos a stabil európai felső jurá-pólussal.

Ennek alapján feltételezhető, hogy a mezozoikumban a Dunántúli-középhegység az afrikai lemezhez, a Villányi-hegység pedig a stabil Európához tartozott.

The values of palaeomagnetic declination $D = 309.9^\circ$ and inclination $I = 57.3^\circ$ ($k = 69$, $\alpha_{95} = 8.1^\circ$) as determined for the Central Mountains of Transdanubia represent the average of local means of four units being located at a rather great distance from each other and extending over the entire Jurassic.

The values obtained for the Villány-mountains: $D = 17.9^\circ$, $I = 59.5^\circ$ ($k = 99.1$, $\alpha_{95} = 9.3^\circ$) are averages of local mean directions which can be defined in four different imbricating structures and relate to the upper Jurassic-Cretaceous period.

Deviation of the paleopoles of the two mountains is expressed by the difference of declinations. The Jurassic pole of the Central Mountains of Transdanubia is near the African Jurassic pole, while that of the Villány-Mountains is practically the same as the stable European Upper-Jurassic pole.

Basing on this we can suppose that in the Mesozoic era the Middle Mountains of Transdanubia belonged to the African plate, while the Villány-Mountains had been part of the stable Europe area.

Палеомагнитные деklinация и инклинация ($D = 309.9^\circ$, $I = 57.3^\circ$, $k = 69$, $\alpha_{95} = 8.1^\circ$), определенные в Задунайском Среднегорье, являются осреднением средних местных направлений для четырех больших единиц, лежащих относительно далеко друг от друга, а по возрасту полностью перекрывающих юру.

Найденные для гор Виллань $D = 17.9^\circ$, $I = 59.5^\circ$ ($k = 99.1$, $\alpha_{95} = 9.3^\circ$) являются осреднением местных средних направлений по четырем различным местным слоям, относящимся к верхнему юру – нижнему мелу.

Различие paleopólusov двух горных массивов происходит изза разницы в деklinациях. юрский полюс Задунайского Среднегорья находится вблизи африканского юрского полюса, в то время как тот же полюс для гор Виллань практически совпадает со стабильным европейским полюсом верхней юры. На основании вышесказанного можно предположить, что в мезозое Задунайское Среднегорье относилось к Африканской плите, а горы Виллань к стабильной Европе.

Bevezetés

A cikk anyaga az MTA Geofizikai Tudományos Bizottsága és az MGE: Vizsgálatok a Kárpát – Pannon lemeztektonika köréből című ankétján hangzott el, 1978. február 17-én.

A Dunántúli-középhegységre vonatkozó eredményekről és azok tektonikai következményeiről egy rövid tájékoztató már megjelent (E. Márton and P. Márton, 1978).

A Villányi-hegység adatai az ankéton kerültek először ismertetésre.

Miután a paleomágneses adatok földtani elképzelésektől függetlenül tartalmaznak a belőlük levont tektonikai következtetéseket, ezért a bemutatotthoz hasonló eredményekre jutó korábbi földtani irodalmi hivatkozásoktól eltekin-tünk.

A paleomágneses vizsgálatra gyűjtött minták (I. táblázat) mindegyikéből 2–9 db 2 cm élhosszúságú kocka mágnesezettségét mértük JR – 4, illetve JR – 2 típusú kőzetgenerátorokon.

I. táblázat – Table I. – Таблица I.

Mintafelvételi helyek

Dunántúli-középhegység		Villányi-hegység	
Bakony-hegység	Bakonycsernye, Tűzkövesárok „A” szelvény „A” szelvény „B” szelvény	Tenkési pikkely	Harkány – Siklós útelágazás f. jura
		a. jura k. és f. jura a. jura	
	Lókúti domb	Csukmai pikkely	Máriagyüd, Rózsabánya f. jura Máriagyüd, Vízügyi bánya triász
Tata	Kálváriadomb	Harsányi pikkely	Harsányhegy, Ny-i kőbánya a. kréta Harsányhegy, K-i kőfejtő f. jura
Gerecse-hegység	Tardosbánya	Bere-mendi pikkely	Beremend, kőbánya a. kréta

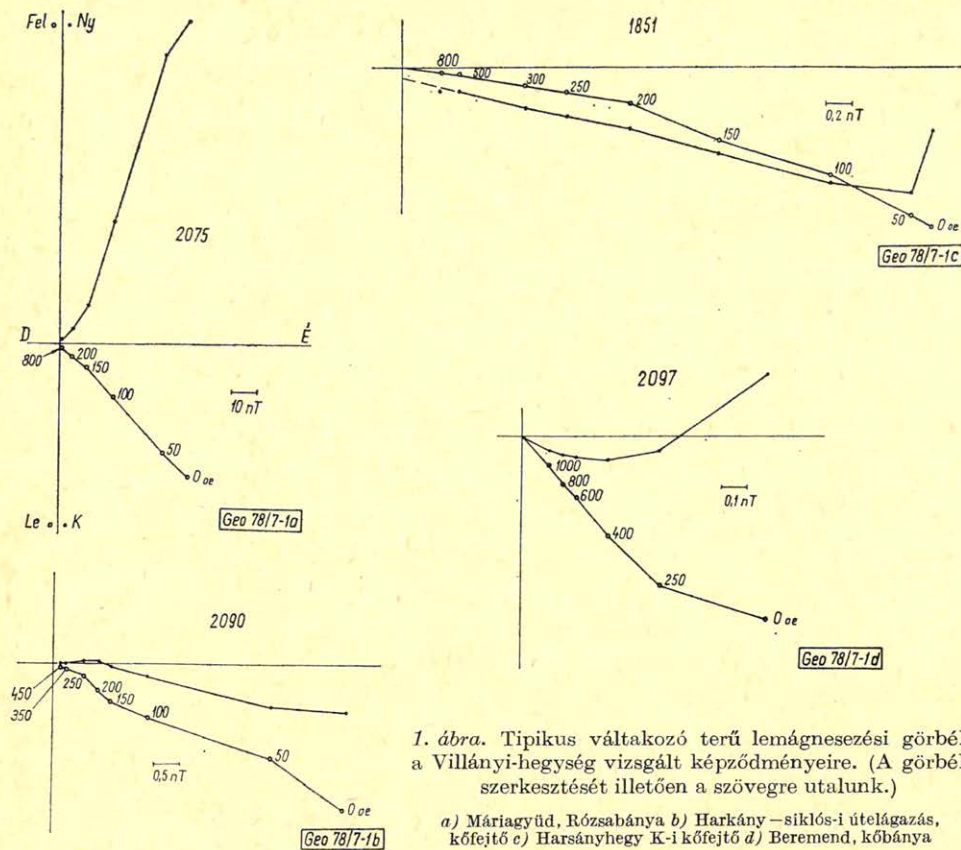
Mintacsoportonként legalább két mintát váltótérben részletesen lemágneseztünk. A lemágnesezést a kezdeti mágnesezettség lerombolásáig, illetve legfeljebb 1000 Oe-ig folytattuk. A mágnesező vektor irányának változását ortogonális vetületben ábrázoltuk (Zijderveld, 1967), amely lehetővé teszi a mágnesezettség komplex vagy egykomponensű voltának felismerését.

(A vetületben a vektor végpontját minden lemágnesezési lépésben a vízszintes és az ÉD irányt magában foglaló függőleges síkban ábrázoljuk és a különböző lemágnesezési fázisokban adódó pontpárok közül az egy síkban levőket összekötjük. A vektorvégpont változásának nyomvonala egyetlen komponensre mindkét síkban egyenes, amely az origóba tart. A nyomvonalak irányváltozása egynél több, különböző keménységű és irányú mágnesező komponensre utal.)

A részletesen lemágnesezett minták vektordiagramjai alapján választottuk meg mintacsoportonként a tisztító tér optimális csúcserőértékét (értékeit), ahol azután a csoport minden mintáját lemágneseztük. Középirány-meghatározásra csak azokat a mintákat, ill. csoportokat használtuk fel, amelyekben a több lépésben lemágnesezett mintákban konzisztens és stabil mágnesezettséget sikerült elkülöníteni.

Az I. ábrán jellemző lemágnesezési görbéket mutatunk be a Villányi-hegységre vonatkozóan. A Dunántúli-középhegységben mért reprezentatív lemágnesezési görbék a már hivatkozott publikációban (E. Márton and P. Márton, 1978) tanulmányozhatók.

Harsányhegy, K-i bánya mintáinak irányát az igen gyenge mágnesezettség folytán fellépő mérési hibák miatt a következőképpen határoztuk meg: három, egymást követő lemágnesezési lépésben (400, 600, 800 Oe) – ebben a tarto-



1. ábra. Tipikus váltakozó terű lemágnesezési görbék a Villányi-hegység vizsgált képződményeire. (A görbék szerkesztését illetően a szövegbe utalunk.)

a) Máriagyűd, Rózsabánya b) Harkány – siklós-i útélágazás, kőfejtő c) Harsányhegy K-i kőfejtő d) Beremend, kőbánya

Fig. 1. Typical alternating field demagnetization curves for the investigated formations of the Villány-Mountains. (As to the construction of the curves see the text)

a) Máriagyűd, Rózsabánya b) Quarry at the Harkány-Siklós road crossing c) Quarry, Harsány hill d) Quarry Beremend

Рис. 1. Типичные кривые размагничивания переменного поля для исследованных структур гор Вилланы (Построение кривых описано в тексте)

a. Мариадгюд, Рожабанья б. Каменная шахта на перекрестке Харкань-шиклош в. Каменная шахта, Харшань г. Каменная шахта, Беременд

mányban már lényegében egyetlen mágnesezettség van – mért mágnesezettség középirányát határoztuk meg. Ezt a műveletet mintánként legfeljebb két párhuzamos kockán elvégeztük és az így nyert irányok középirányát tekintettük a mintára jellemző mágnesezettségnek.

Kiértékelésre alkalmatlan: Máriagyűd Vízügyi bánya és a Harsányhegy Ny-i kőfejtő.

A kőzetek stabilnak bizonyult mágnesezettségét, amelyet a jelenlegi földrajzi É-hoz és a helyi vízszinteshez rögzített koordinátarendszerben fejezünk ki, végül is a kőzetnek arra a helyzetére kell vonatkoztatni, amelyben mágneseződött. Ezt dőléskorrekció alkalmazásával közelíthetjük meg (pl. Márton, 1977).

Korrekcíóra a szerkezeti dőléseket használtuk (II. táblázat). A szerkezeti dőlés pólusát a mintavétel helyén mért dőlések pólusainak középirányaként számoltuk.

II. táblázat – Table II. – Таблица II.

Szerkezeti dőlések
(dőlés azimut/dőlésszög, fokban)

Dunántúli-középhegység		Villányi-hegység	
Bakonycsernye, Tűzkövesárok		Máriagyüd, Rózsabánya	164,3/25,5
„A” szelvény	11,6/11,7	Harkány – Siklós útelágazás	171,3/31,0
„B” szelvény	343,5/11,6	Harsányhegy, K-i kőfejtő	180,0/72,1
Lókúti domb	334,9/10,2	Beremend, kőbánya	270,6/10,7
Tardosbánya	261,5/ 2,3		
Tata, Kálváriadomb	82,7/10,2		

A mintacsoportokra dőléskorrekciónak előtt, ill. után meghatározott közepes deklináció-inklináció párokból középirányt számoltunk (Fisher, 1953) külön-külön a Dunántúli-középhegység és a Villányi-hegység mintacsoportjaira (III. táblázat).

A Dunántúli-középhegységben a középirány szórása statisztikailag ugyanaz korrekciónak előtt és után. A Villányi-hegységben viszont a dőléskorrekciónak lényegesen csökkenti a középirány szórását (III. táblázat).

(Megjegyzendő, hogy ha nem a mintavételi helyekre meghatározott középirányokból, hanem az egyes minták mágnesezettségének irányából számítjuk a két különböző földtani egységre a középirányt, amint azt többen teszik (pl. Heller, 1977), akkor $\alpha_{0,5}$ az általunk megadott érték felére vagy annál is kisebbre csökkenhet N értékének nagymérvű növekedése miatt, mivel $\alpha_{0,5} = \frac{140}{\sqrt{kN}}$ (pl.

McElhinny, 1973).

Értékelés.

A III. táblázatban felsorolt irányok szignifikánsan eltérnek a mai tériránytól, tehát olyan mágnesezettségről van szó, amely földtani értelemben vett hosszú időn keresztül megmaradhatott és biztosan nem a „mai” mágneses térben keletkezett.

Mindkét vizsgált földtani egységben vannak minták, amelyek mágnesezettsége annyira lágy (pl. Bakonycsernye, Siklós – Harkány útelág.), hogy nagy valószínűséggel törmelékes eredetű magnetittől származik. A rendkívüli keménység viszont (pl. Lókúti domb) hematittről (vagy vashidroxidról) árulkodik, amely törmelékes vagy diagenetikus is lehet.

Ennek ellenére a Dunántúli-középhegységben, tekintet nélkül a mintavételi helyek viszonylag nagy távolságára, az adatok belső egyezése nagyon jó, ami a mágnesezettség egyidejű felvételére (jura) utal.

A Villányi-hegységben a mintavételi helyek távolsága lényegesen kisebb ugyan, mint a Dunántúli-középhegységben, viszont különböző szerkezeti egységekben (pl. Wein, 1974) vannak, és az adatok belső egyezése dőléskorrekciónak után szintén kitűnő. A dőléskorrekciónak pozitív hatását bizonyítéknak tekintjük a mágnesezettség pikkelyeződés előtti korára (felső kréta előtti).

Paleomágneses mérési eredmények összefoglaló táblázata

Mintavételi hely	N	A mágnesezettség iránya								
		Dőléskorrekció előtt				Dőléskorrekció után				
		D	I°	k	α_{95}	D°	I°	k	α_{95}	
Dunántúli-középhegység	Bakonycsernye	69	286,9	59,5	41,8	2,7	305,2	56,5		
	„A” szelvény a. jura									
	„A” szelvény k. és f. jura									
	„B” szelvény									
	Lókút									
	Tardosbánya									
	Tata, Kálváriaudomb									
Összes	6	299,0	60,8	83,6	7,4	309,9	57,3	69,0	8,1	
Villányi-hegység	Máriagyüd, Rózsabánya	6	5,6	35,7	91,2	7,0	18,7	58,4		
	Siklós – Harkány út-elágazás	5	2,7	26,6	64,4	9,6	10,2	56,6		
	Harsányhegy, K-i bányája	5	11,0	0,3	31,0	14,0	33,6	68,8		
	Beremend, kőbánya	5	23,4	51,7	55,4	10,4	14,9	53,2		
	Összes	4	9,7	28,9	13,0	26,5	17,9	59,5	99,1	9,3

N: az értékelhető önállóan orientált minták, illetve mintavételi helyek száma

D°, I°: paleomágneses deklináció, ill. inklináció

k: pontossági paraméter (Fisher, 1953)

α_{95} : konfidenciasugár (Fisher, 1953)

N: Number of the utilisable independently oriented samples, respectively sampling spots

D°, I°: Paleomagnetic declination, respectively inclination

k: Accuracy parameter (Fisher, 1953)

α_{95} : Confidence radius (Fisher, 1953)

N; – число мест, в которых образцы были самостоятельно ориентированы и пригодны для обработки

D°, I° – палеомагнитные деклинация и инклинация

k – параметр точности (Fisher, 1953)

α_{95} – радиус конфиденции (Fisher, 1953)

A Dunántúli-középhegységben mintacsoportonként határoztuk meg a földmágneses pólus koordinátáit és a jura pólust ezek középirányaként adjuk meg:

$$\Phi = 53,2^\circ, \quad \lambda = 292,5^\circ, \quad k = 41,3, \quad \alpha_{95} = 10,6^\circ$$

A Villányi-hegység felső jura – alsó kréta pólusát a négy értékelhető mintacsoport közepes deklináció-inklináció párjából számoltuk (a helykoordináták gyakorlatilag azonosak):

$$\Phi = 75,8^\circ, \quad \lambda = 125,0^\circ, \quad \Delta p = 10,5^\circ, \quad \Delta m = 14,0^\circ$$

Stabil Európából és a Mediterrán övből is nagyon kevés jura eredmény ismeretes. Jól definiált viszont az afrikai jura pólus (pl. E. Márton and P. Márton, 1978). Ezeket az általunk meghatározott pólusokkal együtt a 2. ábrán mutatjuk be.

2. ábra. Paleomágneses pólusok. Távolság-tartó poláris vetület.

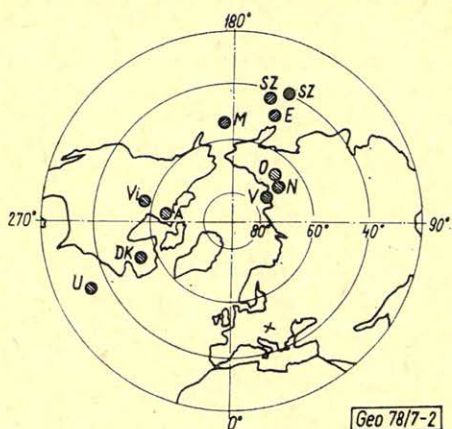


Fig. 2. Paleopoles, Distance conserving polar projection

Legend:

- Cross: spot of sampling (Transdanubian Middle Mountains and Villányi-mountains)
 DK Transdanubian Middle mountains, Jurassic
 A Africa, Jurassic
 Vi Vicentini Alps, Jurassic
 U Umbria, Jurassic
 V Villányi mountains, upper Jurassic, lower Cretaceous
 N South-Germany, upper Jurassic
 O Russian table, Cretaceous or Upper Jurassic
 Sz Slovakia, Permian
 E Stable European pole of 240 ± 20 million years

Рис. 2. Палеомагнитные полюсы. Полярная проекция с сохранением расстояний

Обозначения:

- Крестик — место нахождения образца (Задунайское Среднегорье и горы Вилланы)
 DK — Заднайское Среднегорье, юра
 A — Африка, юра
 Vi — Вицентские Альпы, юра
 U — Умбрия, юра
 V — горы Вилланы, верхняя юра-нижний мел
 N — южная Германия, верхняя юра
 O — Русская платформа, мел или верхняя юра
 Sz — Словакия, пермь
 E — 240 ± 20 млн. летий стабильный европейский полюс

A Villányi-hegység pólusa a stabil európai meghatározásokhoz, a Dunántúli-középhegységé az afrikaihoz és a Vicentini Alpokéhoz hasonló. [A Pó-síkságtól délre eső umbriai meghatározás jelentősen eltér az előzőektől, amelyet Wonders és Van den Berg (1976) a Pó-síkság alatti, jelenleg is aktív törési zóna hatásának tulajdonítanak].

A Délbaranyai Szigethegység másik tagjából a Mecsek-hegységből származó permii kőzetek eddigi paleomágneses vizsgálatának egyetlen értékelhető mintacsoportja (Krs, Kotasek, Jámboor, 1969) nem ad olyan közeli pólust a stabil európaihoz [240 ± 20 millió éves pólus (Irving, 1977)] és szlovákiai meghatározásokhoz [Kassa, Spisska Nova Ves (Kotasek and Krs, 1965)] mint a Villányi-hegység pólusa a megfelelő stabil európaihoz, mégis a mecseki perm pólus stabil európai affinitása nyilvánvaló.

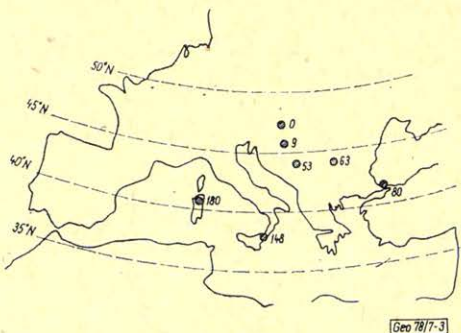
A Dunántúli-középhegységre és a Villányi-hegységre meghatározott paleo-irányok egymás közötti összehasonlítása azt mutatja, hogy előbbi az utóbbihoz képest az óramutató járásával ellentétes irányban kb. 70 fokot fordult el a vizsgált kőzetek keletkezése óta úgy, hogy közben a szélesség paleomágneses módszerrel észlelhető mértékben nem változott. Ez a megállapítás a mérési eredmények pusztán geometriai interpretációja és a Dunántúli-középhegység helyi forgástengely körüli elfordulását tételezi fel.

Miután a Dunántúli-középhegység jura-pólusa az afrikaihoz, a Villányi-hegységé a stabil európaihoz hasonló, kézenfekvő feltételezni, hogy ezek nem véletlen egybeesések: a Dunántúli-középhegység az afrikai lemez, a Villányi-hegység az eurázsiai lemez része lehetett.

A vizsgált kőzetek keletkezése óta eltelt időben a Villányi-hegység olyan mozgást végzett, amely stabil Európához való viszonyát nem változtatta meg paleomágnesesen észlelhető módon.

A Dunántúli-középhegység jura pólusának az afrikaitól való kis eltérése előbbinek stabil Európához képest még az afrikait is meghaladó mértékű óramutató irányával ellentétes forgását jelentheti, amely egy Afrikától független mozgás indikációja lehet. Hasonló irányú és mértékű mozgást tételeznek fel a Vicentini Alpokra (Van den Berg és Wonders, 1976).

Ha első közelítésben feltételezhető, hogy a Dunántúli-középhegység Afrikához viszonyítva csak kis mozgásokat végzett, akkor helyzete stabil Európához képest a Pitman – Talwani (1972) modellel leírható. A Dunántúli-középhegység így megrajzolt helyzetváltoztatása (3. ábra) részben a bakonyicsernyei alsó, ill. középső-felső jura irányeltérésében is tükröződik: alsó jura: $D = 305,2^\circ$ $I = 56,5^\circ$, középső-felső jura: $D = 324,8^\circ$ $I = 59,4^\circ$, azaz a deklináció eltérése a stabil európaítól már kisebb a középső-felső, mint az alsó jurában, ami megfelel a Ny-K-i mozgásnak.



3. ábra. A Dunántúli-középhegység feltételezett helyzetei az utolsó 180 millió évben. Az üres körök a Dunántúli-középhegység stabil Európához viszonyított helyzetét mutatják, a melléírt számmal jelzett időben (millió év).

Fig. 3. Supposed position of the Transdanubian Middle Mountains in the last 180 million years. Blank circles show the position of the Transdanubian Middle Mountains as related to the stable Europe, in the time interval shown by the numbers attached (in million years).

Рис. 3. Предполагаемые положения в Задунайском Среднегорье в последние 180 млн. лет. Пустые кружки показывают положение Задунайского Среднегорья относительно стабильной Европы, соответствующие моменты в млн. лет указаны.

- R. A. Fisher (1953): Dispersion on a sphere. Proc. Roy. Soc. London, A, 217, p. 295–306.
- F. Heller (1977): Palaeomagnetism of Upper Jurassic Limestones from Southern Germany. J. Geophys. 42, p. 475–488.
- E. Irving (1977): Drift of the major continental blocks since the Devonian. Nature, 270, p. 304–309.
- J. Kotasek, M. Krs (1965): Palaeomagnetic study of tectonic rotation in Carpathian Mountains of Czechoslovakia. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology Vol. I, Elsevier, Amsterdam.
- J. Kotasek, M. Krs, Á. Jámboř (1969): Paläomagnetische Studien über die permischen Gesteinen im Gebiet des pannonischen Beckens. Geofiz. Köz. XVIII. 1–2, p. 43–56.
- Márton P. (1977): A paleomágneses szerkezetkutatás alapjairól. Magyar Geofizika XVIII. 5, p. 161–165.
- E. Márton, P. Márton (1978): Tectonic implications of a new palaeomagnetic result from the Jurassic of the Transdanubian Central Mountains. Tectonophys. 45, p. T1–T6.
- M. W. McElhinny (1973): Palaeomagnetism and Plate Tectonics, Cambridge, Univ. Press.
- W. C. Pitman III, M. Talwani (1972): Sea-Floor Spreading in the North Atlantic. Geol. Soc. Am. Bull. v. 83, p. 619–646.
- J. Van den Berg, A. A. H. Wonders (1976): Palaeomagnetic Evidence of Large Fault Displacement around the Po-Basin. Tectonophys. 33, p. 301–320.
- Wein Gy. (1974): Délkelet-Dunántúl geológiája. Baranya Monográfia Sorozat, Baranya megye Levéltár Kiadványa, Pécs.
- J. D. A. Zijdeveld (1967): AC-demagnetization of rocks: analysis and results. Methods in Palaeomagnetism. Elsevier, Amsterdam p. 254–286.

Könyvszemle

Geofysikalni Sbornik, a Csehszlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének sorozat-kiadványa, XXIII. kötet (1975). 1–568. old., számos ábra és táblázat (ezek közül 9 külön mellékleten), megjelent 1977-ben, Prágában.

A kötet – az előzők folytatásaképpen – a 431–450 sz. 20 dolgozatot tartalmazza. A tárgyakat a legszélesebb értelemben vett geofizika területeiről a következő eloszlásban választották: 431–433: gravimetria; 434–438: szeizmológia; 439–443: földmágnesség; 444–448: ionoszféra; 449–450: meteorológia. A cikkek nyelve: angol vagy német, esetleg orosz összefoglalással; az előző nyelve: francia; a kötet címe cseh, orosz és francia nyelven szerepel.

Ionoszféra és Magnetoszféra Fizika IV. Szerkesztette Ill Márton, kiadja a MTESZ központi Aeronautikai Szakosztálya, 1977. sokszorosított kiadvány, 202 old. szöveg, 102 ábra, 10 táblázat.

A kiadvány – a hasonló tárgykörű sorozatnak immár negyedik tagja – a Baján, 1975. október 8–10. között tartott „Ionoszféra és Magnetoszféra Szeminárium” előadásait tartalmazza, összesen 20 cikket.

* * *

Annual Report 1976 Geophysical Observatory Tihany. Kiadja az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. Szerkesztette: Szabó Zoltán, 1–66. oldal, sokszorosított kiadvány. Az anyagot összeállította Aczél Etelka, Nemes István, Hegymegi László és Tóth Péter közreműködésével. A szövegek nyelve: angol.

A kötet beosztása: Bevezetés: 5–6. old.; Mágneses mérési eredmények: 7–48. old.; Geomágneses aktivitási (K) indexek és mágneses karakterszámok (C): 49–52. old.; Whistler-észlelések: 55–66. old.

T. G.

A mélyfúrási geofizika szerepe a budapesti metróépítés talajkutató fúrásaiban

KISS E. ZOLTÁN*

A szerző néhány példán bemutatja a budapesti metró építését megelőző talajkutató fúrásokban végzett geofizikai szelvényezésből nyerhető többletinformációkat.

Examples of complementary informations are presented, obtained by means of geophysical loggings carried out in exploratory drillings performed prior to the construction works of the underground railway of Budapest.

Роль буровой геофизики при бурении скважин для исследования почвы во время строительства будапештского метро.

В работе на нескольких примерах показано, какая добавочная информация была получена при геофизическом профилировании скважин по исследованию почвы, которые бурились в связи со строительством будапештского метро.

Bevezetés

A budapesti metrófúrások karotázs vizsgálata 1967-ben kezdődött és feladata – miként jelenleg is – az alagutak építése szempontjából fontos földtani, tektonikai és hidrogeológiai információkkal hozzájárulni a kutatás utóbb megfogalmazott célkitűzéseéhez.

A fúrásokban kezdettől fogva a következő méréskomplexum került alkalmazásra: potenciál, ill. diff. PS mérés, konvencionális- és mikroellenállás-szelvényezés, természetes gamma, gamma-gamma és neutron-gamma mérés, lyukbőség-szelvényezés, esetenként termoszelvényezés, perforátoros magorientálás és a hidrogeológiai fúrásokban még szószásos folyadékellenállás-mérés.

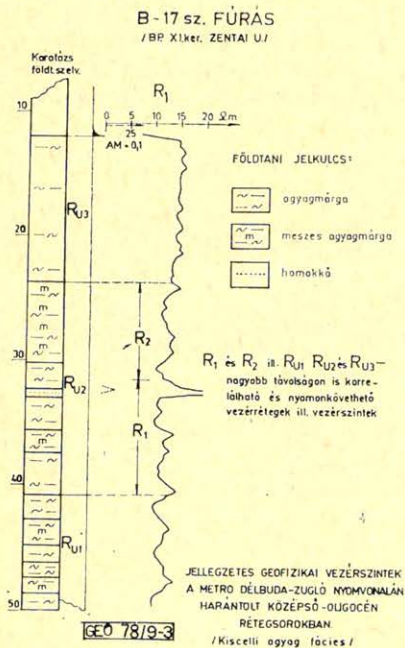
Az első években a mélyfúrási geofizika eredményességét úgyszólván kizárólag a kutatásban igen lényeges feladatként jelentkező orientált rétegdőlések megoldása alapján ítélték meg. Így állhatott elő az a helyzet, hogy az említett rétegdőlés-meghatározáson kívül a szelvények interpretálása csupán a legszükségesebb adatok megállapítására (a rétegsorok kőzettani és települési mélységek szerinti felosztása, a vízveszélyes rétegek szűrőzési- és termelési paramétereinek megadása) korlátozódott. Pedig, mint az a későbbiekben bemutatásra kerülő példákban kitűnik, a karotázs-szelvények kellő földtani és kőzetfizikai szemléletű értelmezés esetén számos további, az alagútfúrás, ill. -építés szempontjából értékes kvalitatív információt szolgáltathattak volna.

Gondolok itt elsősorban a fúrólukátmérő-szelvény egyéb karotázs paramétereit is mérlegelő beható vizsgálatára, mely fontos kőzetfizikai adatokat szolgáltat éppen azokról a kőzetekről (folyásra hajlamos homokok, képlékeny agyagok, kompakt képződmények, töredezett és csúszási zónák), melyek ismerete az alagútfúrás, ill. -építés tervezéséhez (pl. fúrópajzs teljesítmény programozás, biztosítás) szükséges; vagy pl. a fúrások közötti geofizikai réteggörreláció lehetőségeinek tanulmányozására és alkalmazására, melynek a kutatásban jelenleg is igen nagy a szerepe a földtani korok és szintek, de főképpen a geológiai szerkezetek meghatározása terén.

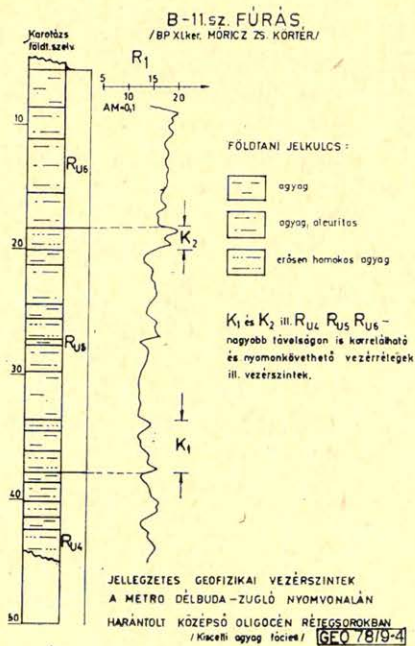
tek — korban is fiatalabb — hasonló képződményeitől. Ebben feltehetően az oligocén rétegsorokat felépítő kőzetek rétegvizének közismerten magas sótartalmán kívül laza szerkezetük és kis állékonyságuk is szerepet játszik. Ezt a megállapítást számos fúrás bőségszelvényén a névlegeshez képest megfigyelt jelentős átmérőnövekedés is alátámasztja.

A középső oligocén rétegsorokban (rupéli emelet, kiscelli agyag fácies) megismert jellegzetes geofizikai vezérszinteket példaképpen a B-17., ill., B-11. sz. fúrások 3., ill. 4. ábrán látható ellenállásszelvényei tüntetik fel. Őslénytani vizsgálatok alapján a Ru_1 , Ru_2 , Ru_3 jelzésű geofizikai vezérrétegsorok földtaniilag a rupéli emelet egy mélyebb, míg Ru_4 , Ru_5 , Ru_6 az előbbinél magasabb helyzetű szintjeinek felelnek meg. A mélyebb helyzetű tagok négy (B-15...18), míg a magasabb helyzetben levők hét (B-7...B-13) fúrásban fordultak elő jól azonosíthatóan.

A felső-oligocén rétegsorok (Ka) túlsúlyban agyag — helyenként meszes agyag — képződményeinek geofizikai jellegét az 5. ábrán látható B-6 fúrás tünteti fel. Ezekben az 5-10 ohmm-es ellenállással, meglehetősen monoton lefutású görbéikkel jelentkező rétegsorokban szerkezeti meghatározásra alkalmas azonosítható rétegek nem voltak ugyan felfedezhetőek, de jellegük (vagy inkább jellegzetességük) alapján földtani kor hovatartozásuk geofizikai úton egyértelműen eldönthető. A délbudai nyomvonal IV. sz. kutatási szakaszán hasonló agyagos kőzetekből felépülő rétegsorban *mikroszelvényeken alapuló korrelációval olyan földtani kor- és szerkezet-meghatározási eredményeket értünk el, melyeket az utólagos őslénytani vizsgálatok teljes egészében igazoltak.* Ebből a területi geofizikai szintézis



3. ábra. — Fig. 3. — Puc. 3.



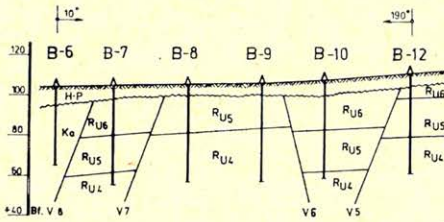
4. ábra. — Fig. 4. — Puc. 4.

GEOFIZIKAI RÉTEGAZONOSÍTÁS ALAPJÁN
SZERKESZTETT FÖLDTANI SZELVÉNY

A DÉLBUDA METRO NYOMVONAL I. SZ. KUTATÁSI SZAKASZÁN.

/ I. részlet /

M_H = 1:5000
M_V = 1:1250

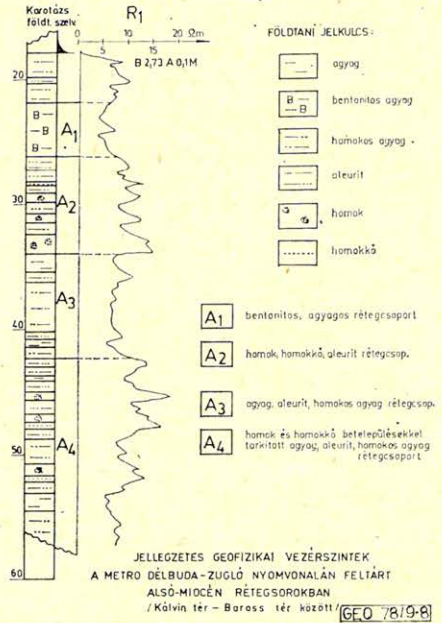


JELMAGYARÁZAT:

H - P — helocén - pleisztocén
Ka — felső-oligocén / katti em. /
R_{U6}, R_{U5}, R_{U4} — középső-oligocén középső rész

GEO 78/9-7

7. ábra. — Fig. 7. — Puc. 7.



FÖLDTANI JELKULCS:

- agyag
- bentonitos agyag
- homokos agyag
- aleurit
- homok
- homokkő

- A1** bentonitos, agyagos rétegsapart
- A2** homok, homokkő, aleurit rétegsap.
- A3** agyag, aleurit, homokos agyag rétegsap.
- A4** homok és homokkő betelepülésekkel tarkított agyag, aleurit, homokos agyag rétegsapart

JELLEGZETES GEOFIZIKAI VEZÉRSZINTEK

A METRO DÉLBUDA - ZUGLÓ NYOMVONALÁN FELTÁRT
ALSÓ-MIOCÉN RÉTEGSOROKBAN
/ Kálvin tér - Baross tér között /

GEO 78/9-8

8. ábra. — Fig. 8. — Puc. 8.

2. Karotázs szelvények kőzetfizikai szemléletű értékelése:

A kutatófúrások gyakorlatából jól ismert az az általános jelenség, hogy az agyag, agyagmárga rétegek kavernásodnak, míg a homok, homokkő rétegek nem. A kérdést részletesebben vizsgálva abból kell kiindulnunk, hogy a lyukbőség-szelvényt a mérés időpontjában egyrészt az átfúrt kőzetek eredeti fizikai állapota (pl. töredezettség) és feszültségi viszonyai, másrészt a már rendszerint hosszabb idő óta tartó iszapöblítés fizikai-kémiai hatása befolyásolja a névleges furatátmérőhöz képest.

Fontos szerepe van még a fúrás folyamatának (öblítés, szerszámmozgatás), mint a lyuk falára ható dinamikus tényezőnek. Mindezek végső fokon a kőzetek állékonyágával vannak összefüggésben, melyek leginkább a bőség-szelvényeken tükröződnek. Így ezek és egyéb karotázs paraméterek komplex vizsgálata révén lehetőség van a metrófúrásokban igen lényeges problémaként felvetődő folyásra hajlamos homokok (melyek pl. a Kálvin tér - Ferenc krt. közötti Üllői úti szakaszon 1975-ben komoly nehézséget okoztak az alagút-fúrásnál), képlékeny agyagok, töredezett és csúszási zónák megállapítására.

A mondottakat kívánja szemléltetni a 9. ábrán feltüntetett Bp. Metró - 26 sz. fúrás.

A bőség-szelvényen a 31,5 m feletti szakaszon a névlegeshez képest megfigyelhető jelentős furatátmérő-növekedés a túlsúlyban laza aleuritekből felépült képződmények kevésbé állékony voltát tanúsítja.

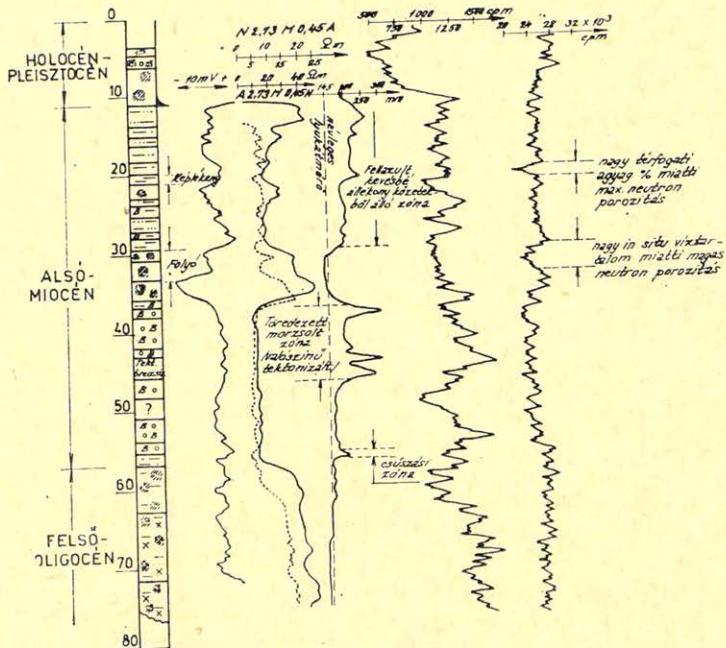
A GEOFIZIKAI SZELVÉNYEK KVALITATÍV ANALIZISÉVEL NYERHETŐ KÖZETFIZIKAI INFORMÁCIÓK

BP. METRO-26

/ BP. VIII. BAROSS U. /

Diff. PS R_1 - R_3 Lyukbőség $Ra \sim 10^3$

$Ra \sim 10^3$



FÖLDTANI JELEKULCS:

	agyag		bentonitos agyag		bentonit konglomerátum		aleurit
	homokos aleurit		homok		kavicsos homok		agyagos, tufos homok

GEO 78/9-9

9. ábra. — Fig. 9. — Puc. 9.

A nagy térfogati agyagszázalék miatti maximális neutron-porozitás 21 m-ben képlékeny agyagot jelöl. A 29–34 m közötti – átmérő bővülettel jelentkező – homokréteggel szemben a neutron-gamma szelvényen a nagy in situ víztartalom következtében tapasztalható megnövekedett neutron-porozitás a homok folyásra való hajlamosságát bizonyítja.

A 37,50–48,00 m-ig terjedő, uralkodóan bentonit konglomerátumból álló lyukszakaszon látható erőteljes átmérőnövekedés és kavernásodás tektonikai hatásoknak tulajdonítható, töredezett, morzsolt zónára utal. Az 56 m-ben megfigyelhető éles, vékony bőség-anómália pedig csúszási zónát jelöl.

A fentiekben közölt eredményeket a geofizikai paramétereknek a fúrt magokon végzett makroszkópos megfigyelések és a laboratóriumi vizsgálatok adataival történt összehasonlító analízise alapján állapítottuk meg.

3. Összefoglalás, további lehetőségek:

A bemutatott példák és a velük kapcsolatban mondottak alapján érzékelteni kívántuk, hogy a mélyfúrás geofizika jelentősen hozzájárult a bevezetőben említett földtani célok eléréséhez. Amennyiben a jövőben a térfogatsűrűsége, ill. porozitásra hitelesített kompenzált gamma-gamma, ill. neutron-neutron szondákkal való mérések kiterjedt alkalmazására kerülnek a metrófúrásokban is, mód nyílik a jelenlegi kvalitatív információkon túl mennyiségi adatok szolgáltatására. Ez további minőségi előrelépést jelentene a karotázs eredményességét illetően. A transzverzális detektálására alkalmas akusztikus szelvényezés bevezetésével pedig olyan fontos adatok szolgáltatása is lehetővé válhat, mint amit a kőzetek nyomó- ill. nyírószilárdságának és ezen keresztül folyási határának in situ meghatározása jelent.

IRODALOM

1. Kiss E. Zoltán: Összefoglaló karotázs földtani jelentések a budapesti metró É-D-i, Délbuda – Zugló és IV. sz. nyomvonaláról. OFK FV vállalati jelentések 1974 – 77.
2. Fábriáncsics László: Aknatengely fúrások tervezéséhez szükséges adatok meghatározási lehetősége geofizikai szelvényezéssel. Doktori értekezés 1977. 4 – 11. o.

Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 11. (111.) évf. 2. sz., 1978. február

Munkácsi Z. – K. László P.: Az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízszakosztályának XVI. Vándorgyűlése, Balatonfüred, 1977. szept. 24 – 27. 33 – 40. old.

Alliquander Ö.: A kőolaj- és földgázbányászat jelene és jövője, 40 – 43. old.

A. Werner: A sekély- és nagyátmérőjű fúrás technika mai helyzete és eredményei, 44 – 45. old.

Jesch A.: Az ötvenéves mélyfúrás geofizika legújabb fejlődéséről, 45 – 51 old.

„1927. szeptember 5-én, tehát csaknem pontosan 50 évvel ezelőtt, a franciaországi Pechelbronnbán végezték az első olyan geofizikai fúrólukmérést, mely már valóban szelvényezésnek tekinthető”, mondja a szerző bevezetőjében. Három éven belül már három világrész országában is bevezették az új módszert: 1929-ben Venezuelában, az USA-ban és a Szovjetunióban, 1930-ban pedig Indonéziában. Az azóta eltelt ötven év fejlődését áttekintve a szerző leszögezi, hogy: „A mélyfúrás geofizika ötvenéves múltja sok eredményt hozott, de ebben az esetben is igaz lett az, amit olyan sokszor tapasztalunk, hogy egy-egy kérdés megoldása mindig újabb akadályokat tár fel, így aztán a műszaki fejlesztésnek még hosszú időre megvan a programja világszerte, nálunk is.”

Földtani Közlöny 107. kötet, 2. sz., 1977.

Ádám Oszkár: A földtani előkutatások jelentősége az ásványnyersanyag-kutatásban, 125 – 129. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz, 1976. Különszám

A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1975-ben. Bibliográfiai tanulmány. Szerkesztették: Alliquander Ödön, Arnold Werner, Gyulai Zoltán; egyes fejezeteket összeállítottak: Jesch Aladár, Takács Gábor, Bálint Valér, számos hazai és NDK-beli szakember közreműködésével. Az egyidejűleg Freibergben (NDK) megjelenő német nyelvű kiadás szerzője: W. Reichel. 1 – 178. old.

Ez a tájékoztató a sorozat nyolcadik tagja; az összeállításnál ugyanazokat az alapelveket és módszereket követték, mint az előzőknél. A kiadvány egyedülálló hasznosságát a szerkesztők azzal is fokozni igyekeznek, hogy a következő évekre vonatkozó köteteket még kisebb késéssel adják közre.

Geofizikai szempontból legértékesebb ezúttal is a 3. fejezet: Mélyfúrás geofizika (Jesch Aladár, 59 – 77. old., 220 irodalmi utalással).

A füzet az eddigiekhez hasonlóan kimeríthetetlen és nélkülözhetetlen tárháza a korszerű információknak az egész tárgykörről vonatkozóan.

T. G.

Az SI Nemzetközi Mértékegység-rendszer geofizikai bevezetése

S A L A M O N B A T U R *

A kétrészes cikk célja a Magyarországon is kötelezően elrendelt Nemzetközi Mértékegység-rendszer ismertetése, néhány, a geofizikai alkalmazásra vonatkozó adattal és gyakorlati útmutatással.

The aim of the two-part article is to describe the International System of Units having also been introduced as obligatory in Hungary, as well as to provide some data concerning the geophysical application and some practical instructions.

Bevezetés

A műszaki élet területén dolgozó szakemberek általában szélsőséges véleményel fogadják egy új egységrendszer bevezetését. Ez az álláspont épp oly érthető, mint nem. A rendszer alkotói és alkalmazói szükségszerű viszonyban vannak. Gondoljunk csak arra, hogy nekünk, európaiaknak természetesnek tűnt, hogy az angolszász műszaki területeken bevezették a metrikus rendszert. De képzeljük el, egy angol mérnöknek az 1 font milyen magától érthető, érzékelhető tömegegység és az 1 kg mennyire nem az. Vagy az amerikai technikuskak a 100 °F egy trópusi nyári nap hőmérsékletét jelentette, míg 100 °C-on forr a víz. Most mi is hasonló gondban vagyunk: az új egységrendszer néhány egysége első olvasásra idegen, de elkerülhetetlenül meg kell szoknunk.

A vonatkozó MT rendelet [1] 15. §-a értelmében 1978. január 1-től minden új műszer és kiadvány készítésénél az SI-egységeket kell használni.

Rövid történeti előzmények

Az első tudományos egységrendszert C. F. Gauss dolgozta ki 1832-ben a földmágnésséggel kapcsolatban. W. E. Weber 1861-ben történt hozzájárulása után kialakult a Gauss – Weber rendszer, amit gyakran CGS (centiméter, gramm, szekundum) egységrendszernek is neveztek.

Az elektrotechnika fejlődésének hatására a Tudományos Haladás Brit Egyesülete 1862-ben kibocsátotta az ún. gyakorlati elektromos rendszert, amelyben a másodperc, ohm és a volt voltak az alapegységek. Meg kell jegyeznünk, hogy már a metrikus egységeket használták az angolszász egységek helyett.

1901-ben G. Gorgi olasz elektromérnök javaslatot nyújtott be, amelyben elsőnek sikerült egyesítenie a fizika és a műszaki tudományok területén egyöntetűen alkalmazható egységrendszert. Ez volt a méter, kilogramm, szekundum és amper egységekre alapozott MKSA-rendszer, amely a Kelvin-fok és a kandela egységekkel kibővítve, a fizika egész területére kiterjeszhető lett. Kézenfekvően származtatható volt a newton (N), az erő egysége ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$), illetve a joule (J), az energia egysége ($1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$). Ennek a javaslatnak kb. 60 évet kellett várni a nemzetközi elismerésre és közel 80 évet a tényleges bevezetésre!

* M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest.

Mi az SI lényege?

Az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (CGPM) XI. ülésén, 1960-ban fogadta el az SI-t (Système International).

Az SI-egységek a fizika minden területére érvényes, egyetlen koherens rendszert alkotnak. Nem egészen újak (lásd az MKSA-rendszert), egyes egységeit már több évtizede sok helyen használják, csak most általánossá, tökéletesebbé tették érvényüket.

Az SI-egységeket három osztályba sorolják:

- a) alapegységek,
- b) kiegészítő egységek,
- c) származtatott egységek.

Az 1. táblázatban foglaltuk össze az alapegységeket és a kiegészítő egységeket.

1. táblázat – Table 1. – Таблица 1.

SI-egységek – SI-units – Единицы СИ

Alapegységek		
Mennyiség	Egység neve	Jele
Hosszúság	méter	m
Tömeg	kilogramm	kg
Idő	másodperc	s
Elektromos áramerősség	amper	A
Termodinamikai hőmérséklet	kelvin	K
Anyagmennyiség	mól	mol
Fényerősség	kandela	cd

Kiegészítő egységek		
Síkszög	radián	rad
Térszög	szteradián	sr

Az elvileg korlátlan számú származtatott egységeket a 7 alapegység és a 2 kiegészítő egység hatványainak szorzataiként lehet kifejezni. Az ez ideig meghatározott származtatott egységekben a hatványkitevők egész számok. Tizenöt származtatott egységnek önálló elnevezése van, bár ezek mindegyike természetesen kifejezhető az alapegységekkel, illetve a kiegészítő egységekkel. Használtuk a rövidebb írásmód miatt mindenesetre előnyös. Ezeket foglaltuk össze a 2. táblázatban.

A mértékegységek többszöröseit és törtrészeit az egység neve elé illesztett, egy-egy szorzót jelentő, a 3. táblázatban felsorolt prefixumok egyikével kell képezni. A félreértések elkerülésére előljáróban megjegyezzük, hogy a prefixumokkal képzett mértékegységek már nem SI-egységek (pl. SI-egység a méter, de a centiméter, vagy a kilométer annak század része, illetve ezerszerese).

A prefixumok használatára idézzük az MT rendelet [1] utasításait:

Önálló elnevezésű származtatott SI-egységek
Derived SI-units having their own denomination
Производные единицы СИ, имеющие самостоятельное название

Mennyiség	Egység neve	Jele	Kifejezése más egységekkel
Elektromos feszültség	volt	V	W/A
Elektromos töltés	coulomb	C	A · s
Elektromos vezetés	siemens	S	A/V
Ellenállás	ohm	Ω	V/A
Erő	newton	N	m · kg · s ⁻²
Fényáram	lumen	lm	cd · sr
Frekvencia	hertz	Hz	s ⁻¹
Induktivitás	henry	H	V · s/A
Kapacitás	farad	F	A · s/V
Mágneses fluxus	weber	Wb	V · s
Mágneses indukció	tesla	T	Wb/m ²
Megvilágítás	lux	lx	lm/m ²
Munka, energia, hőmennyiség	joule	J	N · m
Nyomás	pascal	Pa	N/m ²
Teljesítmény	watt	W	J/s

3. táblázat – Table 3. – Таблица 3.

SI-prefixumok – SI-prefixes – Префиксы СИ

Prefixum	Jele	Szorzó, amellyel a mértékegységet meg kell szorozni
exa	E	1 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁸
peta	P	1 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁵
tera	T	1 000 000 000 000 = 10 ¹²
giga	G	1 000 000 000 = 10 ⁹
mega	M	1 000 000 = 10 ⁶
kilo	k	1 000 = 10 ³
hecto	h	100 = 10 ²
deka	da	10 = 10 ¹
deci	d	0,1 = 10 ⁻¹
centi	c	0,01 = 10 ⁻²
milli	m	0,001 = 10 ⁻³
mikro	μ	0,000 001 = 10 ⁻⁶
nano	n	0,000 000 001 = 10 ⁻⁹
piko	p	0,000 000 000 001 = 10 ⁻¹²
femto	f	0,000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁵
atto	a	0,000 000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁸

Mértékegységek szorzata vagy hányadosa által alkotott származtatott mértékegységek többszöröseit és törtrészeit a megfelelő SI-prefixumoknak a szorzatban, ill. hányadosban levő egy vagy több mértékegység elé történő illesztésével kell képezni,

Összetett (két vagy több egymáshoz illesztett prefixumból álló) prefixumot használni nem szabad.

A prefixumot a mértékegység nevével, ill., a prefixum jelét a mértékegység jelével egybe kell írni.

Mértékegységek többszöröseinek és törtrészeinek – prefixumjelből és mértékegységjelből álló – jele utáni hatványkitevő azt jelenti, hogy az adott többszöröst vagy törtrészt kell a megfelelő hatványra emelni. Például: $1 \text{ km}^2 = 1 (\text{km})^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$.

A hekto, deka, deci és centi prefixumok csak az alábbi pontokban külön meghatározott esetekben használhatók. Lásd a méter, kilogramm és a liter mértékegységeknél.

Az SI-egységek

A következőkben ismertetjük a fizika egyes területeire az SI-egységeket a már említett MT rendelet [1] szerint. Mellőzzük a definíciókat, amelyeket a részletek után érdeklődők máshol megtalálhatnak (pl. az [2], [3] és [4] irodalomban). Közöljük az SI-n kívüli, törvényes egységeket is, amelyek korlátozás nélkül, illetve szakterületi vagy határidő korlátozással használhatók, valamint a geofizikai szempontból számbavehető, de hatályon kívüli egységek átszámítási adatait.

1. Mechanika

1.1. Hosszúság

SI:

A hosszúság mértékegysége a méter; jele: m. A méterrel kapcsolatban a deci és centi prefixumok is használhatók.

SI-n kívüli:

- (1) Csak a légi és tengeri hajózásban használható hosszúság-mértékegység a tengeri mérföld:
 $1 \text{ tengeri mérföld} = 1852 \text{ m}$.
- (2) Csak a csillagászatban használható hosszúság-mértékegység a csillagászati (asztronómiai) egység:
 $1 \text{ csillagászati egység} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$.
- (3) Csak a csillagászatban használható hosszúság-mértékegység a parsec (ki-ejtése: parszek); jele: pc;
 $1 \text{ pc} = 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$ (közelítő érték).
- (4) Csak a csillagászatban használható hosszúság-mértékegység a fényév:
 $1 \text{ fényév} = 9,460 \cdot 10^{15} \text{ m}$ (közelítő érték).
- (5) A tengeri mérfölddel, a csillagászati egységgel, a parsec-kal és a fényévvel kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

1980. január 1-ig használható:

Az angström – jele: Å – csak a spektroszkópiában és az anyagszerkezet-tanban használható hosszúság-mértékegység:

$$1 \text{ Å} = 0,1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$$

Néhány angolszász hosszúság-mértékegység átszámítását a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat – Table 4. – Таблица 4.

Hosszúság-mértékegységek átszámítása
Conversion of length-units Пересчет единиц длины

Régi egység	SI-egység: m
1 mil	$25,4 \cdot 10^{-6}$
1 in (1 hüvelyk)	$2,540 \cdot 10^{-2}$
1 ft (1 láb)	$3,048 \cdot 10^{-1}$
1 yd	$9,144 \cdot 10^{-1}$
1 mile (1 mérföld)	$1,609 \cdot 10^3$

1.2. Terület

SI:

A terület mértékegysége a négyzetméter; jele: m^2 . A négyzetméter többszöröse és törtrészei a méter törvényes többszöröseinek és törtrészeinek négyzetei.

SI-n kívüli:

- (1) Csak a földterület meghatározására használható terület-mértékegység a hektár; jele: ha,
 $1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ m}^2$.
- (2) A hektárral kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

1980. január 1-ig használható:

A barn – jelle: b – csak az atom- és magfizikában használható terület-mértékegység:

$$1 \text{ b} = 100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2.$$

Néhány egyéb terület-mértékegység átszámítását az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat – Table 5. – Таблица 5.

Terület-mértékegységek átszámítása
Conversion of area-units Пересчет единиц площ площади

Régi egység	SI-egység: m^2
1 in ²	$6,452 \cdot 10^{-4}$
1 ft ²	$9,290 \cdot 10^{-2}$
1 yd ²	$8,361 \cdot 10^{-1}$
1 ha	$1,000 \cdot 10^4$
1 mile ²	$2,590 \cdot 10^6$

1.3. Térfogat

SI:

A térfogat mértékegysége a köbméter, jele: m^3 . A köbméter többszörösei és törtrészei a méter törvényes többszöröseinek és törtrészeinek köbei.

SI-n kívüli:

- (1) Térfogat- (úrtartalom-) mértékegység a liter;
jele: l,
 $1\text{ l} = 1\text{ dm}^3 = 0,001\text{ m}^3 = 10^{-3}\text{ m}^3$.
- (2) A literrel kapcsolatban a hekto, deci és centi prefixumok is használhatók. Néhány eddig használatos – főleg angolszász – térfogat-mértékegység átszámítását a 6. táblázatban foglaltuk össze.

6. táblázat – Table 6. – Таблица 6.

Térfogat- és úrtartalom-mértékegységek átszámítása

Conversion of units of volume and cubic measures

Пересчет единиц объема

Régi egység	SI-egység: m^3
1 in ³	$1,639 \cdot 10^{-5}$
1 gal (U.S.A.)	$3,785 \cdot 10^{-3}$
1 gal (U.K.)	$4,546 \cdot 10^{-3}$
1 ft ³	$2,832 \cdot 10^{-2}$
1 bbl (kőolaj)	0,159
1 yd ³	$7,646 \cdot 10^{-1}$

1.4. Síkszög

SI:

A síkszög mértékegysége a radián; jele: rad. A síkszög név helyett, olyan esetekben, amikor ez félreértést nem okozhat, a szög név is használható.

SI-n kívüli:

- (1) Síkszög-mértékegységek:

a) a fok; jele: °

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad,}$$

b) a perc (ívperc); jele: ′

$$1' = \frac{1^\circ}{60} = \frac{\pi}{10\,800} \text{ rad,}$$

c) a másodperc (ívmásodperc); jele: ''

$$1'' = \frac{1'}{60} = \frac{1^\circ}{3600} = \frac{\pi}{648\,000} \text{ rad.}$$

(2) A fokkal, az ívperccel és az ívmásodperccel kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

(3) Csak a geodéziában használható síkszög-mértékegység a gon – jele: gon – vagy újfok,

$$1 \text{ gon} = 1 \text{ újfok} = \frac{\pi}{200} \text{ rad.}$$

1.5. Térszög

SI:

A térszög mértékegysége a szteradián; jele: sr.

1.6. Tömeg

SI:

A tömeg mértékegysége a kilogramm; jele: kg. A kilogramm többszörösei és törtrészei: a gramm; jele: g,

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ kg},$$

továbbá az SI-prefixumokban a gramm egység név elé történő illesztésével képzett többszörösök és törtrészek. A grammal kapcsolatban a deka és a centi prefixumok is használhatók; a dekagramm jele dkg is lehet.

SI-n kívüli:

(1) Tömegmértékegység a tonna; jele: t,

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 10^3 \text{ kg} = 1 \text{ Mg.}$$

(2) Csak az atom- és magfizikában használható tömegmértékegység az atomi tömegegység; jele: u,

$$1 \text{ u} = 1,660\,57 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \text{ (közelítő érték).}$$

1980. január 1-ig használható:

A karát (metrikus karát), csak drágakövek és igazgyöngyök tömegének meghatározására használható tömegmértékegység;

$$1 \text{ karát} = 0,2 \text{ g} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg.}$$

A mázsa (métermázsa) – jele: q – tömegmértékegység;

$$1 \text{ q} = 100 \text{ kg} = 10^2 \text{ kg.}$$

A törvényes tömegmértékegységre történő néhány átszámítást a 7. táblázatban foglaltuk össze.

Tömegmértékegységek átszámítása

Conversion of mass measures

Пересчет единиц массы

Régi egység	SI-egység: kg
1 grain	$6,480 \cdot 10^{-5}$
1 oz	$2,835 \cdot 10^{-2}$
1 lb	$4,536 \cdot 10^{-1}$

1.7. Sűrűség

SI:

A sűrűség mértékegysége a kilogramm per köbméter;
jele: kg/m^3 , vagy $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Az eddig használatos sűrűség mértékegységek közötti átszámításokat a 8. táblázatban foglaltuk össze. Megjegyezzük, hogy a sűrűség mértékegység reciprokja mint fajlagos térfogat ismeretes, jele: m^3/kg .

8. táblázat – Table 8. – Таблица 8.

Sűrűség-mértékegységek átszámítása

Conversion of density measuring units

Пересчет единиц плотности

Régi egység	SI-egység: kg/m^3
1 g/cm^3	$1 \cdot 10^3$
1 lb/in^3	$27,679 \cdot 10^3$
1 lb/gal (U.S.A.)	$1,198 \cdot 10^2$
1 lb/ft^3	16,0185
1 oz/ft^3	1,001 16

1.8. Idő

SI:

Az idő mértékegysége a másodperc (szekundum);
jele: s.

SI-n kívüli:

(1) Időmértékegységek:

a) a perc; jele: min

1 min = 60 s

b) az óra; jele: h

1 h = 60 min = 3600 s

c) a nap; jele: d

$$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 1440 \text{ min} = 86\,400 \text{ s}$$

d) a naptári időegységek: a hét, a hónap, az év.

(2) A fenti időmértékegységekkel kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatóak.

1.9. Frekvencia

SI:

A frekvencia mértékegysége a hertz (kiejtése: here);

jele: Hz,

$$1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ s}^{-1}.$$

Jegyezzük meg, hogy főleg az angol és amerikai gyakorlatban használatos ciklus/s, vagy c/s, vagy cpm jelölés nem törvényes.

1.10. Sebesség

SI:

A sebesség mértékegysége a méter per másodperc;

jele: m/s, vagy $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

SI-n kívüli:

Sebesség-mértékegység a kilométer per óra; jele: km/h,

$$1 \text{ km/h} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}.$$

1.11. Gyorsulás

SI:

A gyorsulás mértékegysége a méter per másodperc a négyzetten; jele: m/s^2 , vagy $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

A nehézségi gyorsulás normális értéke: $9,806\,65 \text{ m/s}^2$.

1.12. Szögsebesség

SI:

A szögsebesség mértékegysége a radián per másodperc;

jele: rad/s, vagy $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

1.13. Szöggyorsulás

SI:

A szöggyorsulás mértékegysége a radián per másodperc a négyzetten; jele: rad/s^2 , vagy $\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$.

1.14. Erő

SI:

Az erő mértékegysége a newton (kiejtése: nyúton);

jele: N,

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

1980. január 1-ig használható:

Az erőkilogramm (kilopond) – jele: kgf vagy kp – erőmértékegység:

$$1 \text{ kgf} = 1 \text{ kp} = 9,806\,65 \text{ N}.$$

A törvényes erőmértékegységre történő átszámításokat a 9. táblázatban foglaltuk össze.

9. táblázat – Table 9. – Таблица 9.

Erőmértékegységek átszámítása	
Conversion of units of force	Пересчет единиц силы
Régi egység	SI-egység: N
1 din	$1 \cdot 10^{-5}$
1 ozf	$2,780 \cdot 10^{-1}$
1 lbf	4,448
1 kp	9,807

1.15. Nyomás

SI:

A nyomás mértékegysége a pascal (kiejtése: paszkal); jele: Pa,

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}.$$

A normális légköri nyomás (a fizikai atmoszféra) értéke 101 325 Pa.

SI-n kívüli:

Csak folyadékok és gázok nyomásának meghatározására használható nyomásmértékegység a bar; jele: bar,

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}.$$

1980. január 1-ig használható:

A technikai atmoszféra – jele: kgf/cm² vagy kp/cm² vagy at – nyomásmértékegység,

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 1 \text{ kp/cm}^2 = 1 \text{ at} = 98\,066,5 \text{ Pa}.$$

A torr – jele: Torr – nyomásmértékegység,

$$1 \text{ Torr} = \frac{101\,325}{760} \text{ Pa}.$$

A higanyoszlop-milliméter (higanymilliméter) – jele: mmHg – nyomásmértékegység,

$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}.$$

(Folytatás a következő 5. számban)

Széntelepek tektonikai zavarai kétdimenziós modellezésének háromdimenziós kiterjesztése

GYULAI ÁKOS

Széntelepes összlet tektonikai zavarainak vizsgálata kétdimenziós modellen is végezhető. Geoelektromos telepszondázás lemezmodellen technikailag könnyen végrehajtható. Az elektromos és geometriai paraméterek változtatása és beállítása egyszerűbb, mint háromdimenziós modellen. Könnyen beállíthatók többregezes esetek, a telep ágyazó közegében inhomogenitások, tetszőleges dőlésszögű és elvetési magasságú vetők.

A bányabeli méréseknél is lehet alkalmazni hosszú vonalelektrodákat, melyek irányában a potenciálgradiens a lemezmodellhez hasonlóan zérus.

A (19) összefüggés alapján azonos fajlagos ellenállású közegek esetén a végtelen térbeli telepszondázási függvény a végtelen síklemezre vonatkozó telepszondázási függvényből differenciálással meghatározható, tehát a térbeli telepszondázás modellezhető kétdimenziós síklemezzel.

Исследование тектонических для угольных месторождений может быть произведено и для двумерной модели. Геоэлектрической зондирование месторождения для плитовой модели технически легко произвести. Изменение и установка электрических и геометрических параметров проще, чем в случае трехмерной модели. Легко могут быть заданы случаи нескольких слоев, а также и неоднородности в слое подстилающем месторождение и разломы произвольного простирания и высоты.

Для измерений в шахтах можно также применять длинные линейные электроды, в направлении которых градиент потенциала, как и при плитовой модели, нулевой.

На основании формулы (19) для случая сред с одинаковым удельным сопротивлением можно определить функцию бесконечного пространственного зондирования путем дифференцирования функции зондирования для бесконечной плоской пластины, то есть пространственное моделирование может быть произведено с помощью двумерной плоской пластины.

Investigation of tectonic disturbances of coal bed series can be conducted also on a two dimensional model. The geoelectric bed profiling can be made technically with ease by means of a plate model. Here, the change and setting of electric and geometrical parameters is more simple than on a three dimensional model. Cases with several layers, inhomogeneities in the base rock of the bed, faults with any required dip angle and throw can easily be set.

With measurements in mines one can also use long line-electrodes along which the potential gradient is zero, as with the plate model.

On the basis of formula (19) the three dimensional infinite bed profiling function in case of mediums with the same specific resistivity can be determined by means of derivation from the bed profiling function of the infinite plane plate, i.e. the three dimensional bed profiling can be studied by means of a two-dimensional model.

Bevezetés

Széntelepes összletben levő kisebb vetők is kimutathatók geoelektromos telepszondázással [2] [3] [4]. Az összlet minden paraméterét be lehet állítani laboratóriumi modellen és a mérésekből további adatokat lehet kapni a bányabeli mérések interpretációjához [5]. A laboratóriumi modellmérések tehát a bányabeli (háromdimenziós) vizsgálatok kiegészítéséül szolgálnak.

1. A modell megválasztása

A modell a széntelepesség összetétel síkbeli metszete. Az elektromos teret leíró Laplace-egyenlet megoldása a síkban logaritmikus potenciálfüggvény, az áramtér a modell síkjára merőleges irányban korlátozva van. Háromréteges zavaraltalan összetétel (ρ_1 fajlagos ellenállású végtelen vastagságú fedő, ρ_2 fajlagos ellenállású és b vastagságú széntelep, és ρ_3 fajlagos ellenállású végtelen vastagságú fekkü) síkbeli modelljére a látszólagos ellenállás elméleti értékei számíthatók, a modellmérések kiértékeléséhez elméleti görbeseregek szerkeszthetők [5].

A modell elsősorban tektonikai zavarok vizsgálatára készült. A tektonikai zavarok olyan vetők, vetőzónák, amelyek síkbeli modellen is jól előállíthatók. Tetszőleges elvetési magasságú és dőlésszögű vető modellezhető.

A telepszondázás a kétdimenziós modellen technikailag könnyen végrehajtható, sokkal könnyebben, mint elektrolit-tankban, vagy szilárd anyagból készített háromdimenziós modellen.

Az elektromos és geometriai paraméterek finomabb lépésekben és technikailag könnyebben változtathatók, mint háromdimenziós modellen. Nincs szükség az elektródok fix beépítésére. A borsodi szénmedence viszonyainak megfelelő $b \approx 2$ m-es széntelepvastagságot 1:100 kicsinyítéssel modellezve, a $b \approx 2$ cm-es teleppel az áram és potenciál elektródok érintkezési felülete kellő nagyságú (a geometriai feltételeknek megfelelő), ha a modell-lemez 2–4 mm vastagságú. A modellen könnyen és gyorsan beállíthatók többféle esetek és azok a fedőben vagy fekküben levő inhomogenitások, tektonikai zavarok, amelyeknek a vizsgálata szükséges az *in situ* mérési adatok interpretációjához.

A bányaföldtani kutatások fontos feladata az egymástól 50–100 m-re levő párhuzamos, vagy közel párhuzamos vágatok között elhelyezkedő, $H = 1–3$ m-es elvetési magasságú, ismeretlen vetők feltárása, vagy valamelyik vágattal feltárt vetőnek a vágatok közötti térrészben való továbbnyomozása.

A több száz méter hosszú egyenes vágatokban a szén-fedő és a szén-fekü határán egy-egy hosszú vonalelektrod is elhelyezhető. A két vonalelektrod belső térrészében a telepesség összetétel kétdimenzióssá válik, mivel az elektródok irányában a potenciálgradiens zérus. Ezért a síklemez-modell mérési adatai erre az esetre közvetlenül is átvihetők.

2. Végtelen térben és végtelen síklemezben uralkodó potenciálok összehasonlítása

2.1. Vonal-elektrod végtelen síklemezben és pont-elektrod végtelen térben uralkodó potenciálja.

Egy pont-elektrod potenciáljára érvényes Laplace-féle differenciál egyenlet hengerkoordinátákban

$$\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{\partial U}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

Ennek a megoldása homogén végtelen térre

$$U_t = \frac{I_t \cdot \rho_t}{4\pi} \cdot \frac{1}{R_t} \quad (2)$$

ahol U_t a térbeli potenciált, I_t a pontforrás erősségét, ϱ_t a közeg fajlagos ellenállását, R_t pedig a forrás és a vizsgált pont közötti távolságot jelenti.

Egy m vastagságú ϱ_s fajlagos ellenállású végtelen síklemezben a síkra merőleges m hosszúságú vonal-elektrod potenciáljára ([5], 1. ábra) a

$$\frac{d^2 U}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dU}{dr} = 0 \quad (3)$$

differenciál egyenlet érvényes, mivel az áramsűrűségnek sehol sincs a lemezre merőleges összetevője, tehát

$$\frac{dU}{dy} = 0 \quad (4)$$

A (3) megoldás, ha I_s/m az elektrod egységnyi hosszára eső áramerősség:

$$U_s = \frac{I_e \cdot \varrho_s}{2\pi m} \frac{1}{r_s} \quad (5)$$

amiből differenciálással

$$\frac{dU_s}{dr} = - \frac{I_s \cdot \varrho_s}{2\pi m} \frac{1}{r_s} \quad (6)$$

ahol U_s a síklemezben a vonalelektrodtól r_s távolságban uralkodó potenciál, mely az elektrodot körülvevő egység sugarú hengerfelület potenciáljához van viszonyítva [1]. A potenciálok összehasonlítása végett legyen $\varrho_s = \varrho_t = \varrho$ és $I_s = I_t = I$, továbbá $r_s = R_t = r$. Ekkor (2) illetve (6)-ból

$$\varrho = 4\pi \frac{U_t}{I} r \quad (7)$$

$$\varrho = -2\pi \frac{m}{I} \frac{dU_s}{dr} r \quad (8)$$

A (7) és (8) jobb oldalát egyenlővé téve és a rövidítéseket elvégezve lesz

$$U_t = - \frac{dU_s}{dr} \frac{m}{2} \quad (9)$$

A (9) szerint azonos fajlagos ellenállású közegek esetén homogén végtelen térben egy pontforrás potenciálja egyenlő a végtelen síklemezben rá merőleges és a lemezvastagsággal egyenlő hosszúságú vonalelektrod térerősségének és a lemez félvastagságának szorzatával, ha a pontforrás erőssége és a vonalelektrod áramerőssége egyenlő.

A fentiek alapján homogén közegek esetén a háromdimenziós végtelen tér kétdimenziós síklemezzel modellezhető.

2.2. Pont- és vonalelektrod dipólok potenciáltere

2.2.1. Homogén közeg

Végtelen tér P pontjában a potenciál (2) szerint:

$$U_t = \frac{I_t \varrho_t}{4\pi(r_t^2 + z_t^2)^{1/2}} \quad (10)$$

A (10) z szerinti második differenciálásával $z = 0$ esetén kapható:

$$\frac{dU_t^2}{dz^2} = -\frac{I_t \varrho_t}{4\pi} \frac{1}{r_t} \quad (11)$$

Ekvatoriális dipól elrendezéssel a fajlagos ellenállás a

$$\varrho_t = \frac{\Delta U_t}{I_t} \frac{4\pi r_t^3}{b_t^2} \quad (12)$$

egyenletből határozható meg, ahol b_t az azonos nemű elektrodok, r_t pedig a dipólok közötti távolság.

Egy m vastagságú végtelen síklemezben a potenciál az (5) szerint

$$U_s = -\frac{\varrho_s I_s}{2\pi m} \ln(x_s^2 + z_s^2)^{1/2} \quad (13)$$

A (13) z szerinti második differenciálásával kapható a

$$\frac{d^2 U_s}{dz^2} = -\frac{\varrho_s I_s}{2\pi m} \frac{x_s^2 - z_s^2}{(x_s^2 + z_s^2)^2} \quad (14)$$

egyenlet.

Ekvatoriális vonaldipól elrendezéssel ($z = 0$) a fajlagos ellenállás a

$$\varrho_s = \frac{\Delta U_s}{I_s} \frac{2\pi m x_s^2}{b_s^2} \quad (15)$$

egyenlettel határozható meg.

A (14) x szerinti differenciálásával $z = 0$ esetén

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(-\frac{\partial^2 U_s}{\partial z^2} \right) = -\frac{\varrho_s I_s}{\pi m x_s^2} \quad (16)$$

egyenlet kapható.

Gradiens elrendezésre felírható a

$$\frac{d}{dx} (\Delta U) = -\frac{\varrho_s I_s b_s^2}{\pi m x_s^3} \quad (17)$$

egyenlet, mivel $\overline{MN} = \overline{AB} = b = \Delta z$

A (17)-ből a síklemez ϱ_s fajlagos ellenállása kiszámítható:

$$\varrho_s = \frac{-\frac{d}{dx}(\Delta U_s)}{I_s} \cdot \frac{\pi m x_s^3}{b_s^2} \quad (18)$$

Ha $\varrho_s = \varrho_t = \varrho$ és $x_s = r_t = x$ valamint $b_t = b_s = b$, a (12) és (18)-ból rövidítések után

$$\Delta U_t = -\frac{m}{4} \frac{d}{dx}(\Delta U_s) \quad (19)$$

A (19) alapján azonos fajlagos ellenállású közegek esetén homogén végtelen térben, ekvatoriális dipól elrendezéssel az MN dipóllal mérhető potenciálkülönbség a végtelen síklemezben ekvatoriális elrendezéssel mért potenciálkülönbség x szerinti differenciálásával meghatározható, amennyiben a 2.1.-ben leírt geometriai feltétel teljesül a vonalelektrod dipólokra.

2.2.2. Háromréteges közeg

A (12) és (18)-at háromréteges esetre felírva, az I_t ill. I_s áramerősséget kifejezve, $x_s = r_t = x$, $b_s = b_t = b$, $I_s = I_t = I$ esetén az egyenletek jobb oldalát egyenlővé téve, majd ΔU_t -t kifejezve kapható, hogy

$$\Delta U_t = -\frac{m}{4} \frac{\varrho_{at}}{\varrho_{as}^*} \frac{d}{dx}(\Delta U_s) \quad (20)$$

ahol ϱ_{at} a végtelen térben telepszondázással mérhető látszólagos fajlagos ellenállás, ϱ_{as}^* a végtelen síklemezben a telepszondázási ellenállás függvény [5] x szerint differenciálásával, majd a geometriai tényezővel történő szorzással kapható látszólagos fajlagos ellenállás.

Az alábbiak szerint $\lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{at} = \lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{as}^*$, azaz a telepszondázási modellel is érvényes a (19) egyenlet.

Végtelen térre vonatkozó telepszondázás egyenlete $b \rightarrow 0$ esetre az áramelektrodok potenciáljának [2] z szerinti differenciálásával, majd ezek összegzésével is megkapható [6]:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta U}{I} = & \frac{b^2}{4\pi r^3} \left\{ A \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{21} k_{23})^n (2n+1,5)}{\left[(2n+1,5)^2 \left(\frac{b}{r} \right)^2 + 1 \right]^{3/2}} + \right. \\ & \left. + B \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{21} k_{23})^n (2n+0,5)}{\left[(2n+0,5)^2 \left(\frac{b}{r} \right)^2 + 1 \right]^{3/2}} \right\} \quad (21) \end{aligned}$$

ahol

$$A = \varrho_3(1+k_{23})k_{21} + \varrho_1(1+k_{21})k_{23}$$

$$B = \varrho_3(1+k_{23} + \varrho_1(1+k_{21}))$$

A (21)-ből a geometriai állandóval történt szorzással fajlagos ellenállást számítva, és $b = 0$ helyettesítés után

$$\lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{at} = A \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n (2n + 1,5) + B \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n (2n + 0,5) \quad (22)$$

(22)-ből kapható:

$$\lim_{c \rightarrow 0} \varrho_{at} = \frac{\varrho_2}{\frac{1}{2}(\varrho_1 + \varrho_3)} \varrho_2 \quad (23)$$

Végtelen síklemez telepszondázási egyenletéből [5] x szerinti differenciálással és a K geometriai tényezővel történt szorzással [a (17)-ből], egyszerűsítések után kapható:

$$\begin{aligned} \varrho_{as}^* = & \varrho_2 \left\{ \frac{x^2}{x^2 + b^2} + k_{21} k_{23} \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n \frac{(2n + 3)^2}{\left[(2n + 3) \left(\frac{b}{x} \right) \right]^2 + 1} + \right. \\ & + \frac{1}{2} (k_{21} + k_{23} - 4k_{21} k_{23}) \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n \frac{(2n + 2)^2}{\left[(2n + 2) \left(\frac{b}{x} \right) \right]^2 + 1} + \\ & + (k_{21} k_{23} - k_{21} - k_{23}) \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n \frac{(2n + 1)^2}{\left[(2n + 1) \left(\frac{b}{x} \right) \right]^2 + 1} + \\ & \left. + \frac{1}{2} (k_{21} + k_{23}) \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n \frac{(2n)^2}{\left[(2n) \left(\frac{b}{x} \right) \right]^2 + 1} \right\} \quad (24) \end{aligned}$$

továbbá:

$$\begin{aligned} \lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{as}^* = & \varrho_2 \left[1 + k_{21} k_{23} \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n (2n + 3)^2 + \right. \\ & + \frac{1}{2} (k_{21} + k_{23} - 4k_{21} k_{23}) \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n (2n + 2)^2 + \\ & \left. + (k_{21} k_{23} - k_{21} - k_{23}) \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n (2n + 1)^2 + \frac{1}{2} (k_{21} + k_{23}) \sum_{n=0}^{\infty} (k_{21} k_{23})^n (2n)^2 \right] \quad (25) \end{aligned}$$

$$\lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{as}^* = \frac{\varrho_2}{\frac{1}{2}(\varrho_1 + \varrho_3)} \varrho_2, \quad (26)$$

A (22) és (26)-ból következik, hogy

$$\lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{at} = \lim_{b \rightarrow 0} \varrho_{as}^* . \quad (27)$$

A (27) alapján a telepszondázásra is érvényes a (19) összefüggés, ha a ϱ_2 fajlagos ellenállású második réteg (telep) vékony, és a síkmezőben a telepszondázás – ekvatoriális dipólokkal – gradiens elrendezéssel történik.

A fentiekből következik, hogy végtelen térbeli telepszondázás kétdimenziós síkmezővel modellezhető.

Ezúton is megköszönöm Dr. Csókás János tanszékvezető egyetemi tanár sok segítségét, melyet a modellvizsgálatokhoz nyújtott.

IRODALOM

- [1] *Simonyi K.*: Villamosságtan, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1962. 221. old.
- [2] *J. Csókás*: Detection of tectonic disturbances associated with a coal bed by geoelectrical measurements in mine drifts. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 9 (1–2), pp. 111–119 (1974).
- [3] *Csókás J.*: Vetőkimutatás szénbányák vágataiban geofizikai módszerekkel. Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat 109. évfolyam 1976. 5. sz.
- [4] *Csókás J.*: Feltáró és fejtéselőkészítő vágatokból tektonikai zavarok kimutatása geofizikai módszerekkel. Kutatási jelentés. 1976. Borsodi Szénbányák Igazgatósága
- [5] *Gyulai Á.*: Széntelegek tektonikai zavarainak modellvizsgálata. Magyar Geofizika XVIII. évf. 1. sz.
- [6] *Csókás J.*: Kézirat. 1977.

Lapszemle

Fizikai Szemle XXVII. évf. 9. sz. 1977. október

Lévai András: Az energiahelyzet alakulása a világon és Magyarországon, a nukleáris energia jövője, 321–329. old. (Az MTA 1977. évi közgyűlésén tartott előadás kibővített változata).

A cikk bevezető része az energiaigények jelenlegi mértékéről és a 2000-ig várható növekedésről szól, majd áttekinti a rendelkezésre álló energiaforrások szerepét (kivéve a napenergia közvetlen felhasználását, melyre vonatkozóan a vélemények ma még a szerző szerint erősen megoszlanak). A magyarországi energiastruktúrára jellemző az importenergának rendkívüli aránya, ezért a jövőre vonatkozóan alapvető irányelveként tartandó szem előtt a hazai energiaforrások, elsősorban a szén és az atomenergia fokozott kihasználása.

A továbbiakban a szerző részletesen megvizsgálja az atomerőművek létesítésével és használatával kapcsolatos kérdéseket, kitérve a különböző erőműfajták lehetőségeire. Tárgyalja azt a kérdést is, hogy miért lassult világszerte az atomerőművek építésének üteme a 60-as évek végén tapasztalható képest és több ok felsorolása után leszögezi, hogy a sok helyen manipulált közvélemény erőteljes, de a legtöbb esetben indokolatlan tiltakozásainak is lényeges szerepe van. A szerző kifejti, hogy nincs igazuk azoknak, akik az atomerőművek elterjedésétől az emberi környezet és a civilizáció megsemmisülését várják, végül kiemeli a tudomány alapvető szerepét.

T. G.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Барта Д.</i> : Космические аспекты венгерских геофизических исследований	121
<i>Э. Мартон-Салаи, П. Мартон</i> : О смещении палеополюсов в мезозое в Задунайском Среднегорье и горах Виллань	129
<i>Киши Е. З.</i> : Роль буровой геофизики при бурении скважин для исследования почвы во время строительства будапештского метро	137
<i>Шаламон Б.</i> : Введение в геофизику международной системы единиц СИ. Часть I. ...	144
<i>А. Дюлаи</i> : Распространение двумерного моделирования тектонических помех для угольных месторождений на трехмерных случаях	154

CONTENTS

<i>G. Barta</i> : Space research connections of Hungarian geophysics	121
<i>Mrs. E. Márton-Szalay – P. Márton</i> : On the deviation of Mesozoic palaeopoles of the Middle Mountains of Transdanubia and of the Villány-mountains	129
<i>Z. E. Kiss</i> : The role of geophysical welllogging in exploratory drillings of the Metro construction of Budapest	137
<i>B. Salamon</i> : Geophysical introduction of the SI international system of units Part I.	144
<i>Á. Gyulai</i> : Three-dimensional extension of two-dimensional modelling of tectonic disturbances of coal beds	154
Reviews of papers	128, 143, 160

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 429-350. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

78.744. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

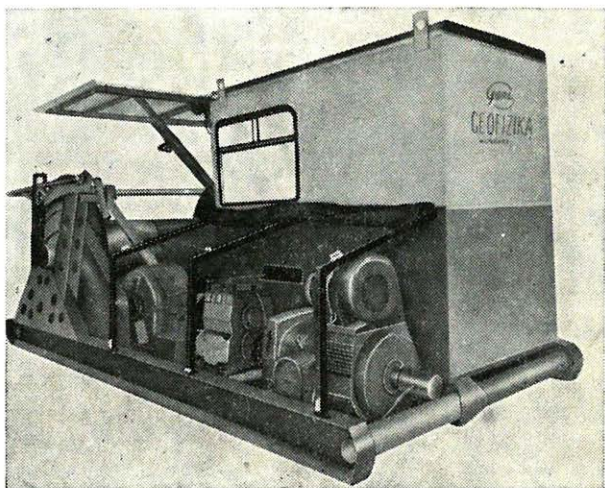
Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

gamma
BUDAPEST



GAMMA MŰVEK egyik legújabb gyártmánya **a Do9 típ. STABIL KÁBELCSÖRLŐ BERENDEZÉS**

Két fő feladatot képes elvégezni:

- 1.** Karottázbázisokon a — mélyfúrési geofizikában használatos — acélpáncél kábel használatát előkészítő műveletek elvégzése,
- 2.** Fúróllyuki alkalmazásoknál olyan mélyfúrési geofizikai mérések elvégzésére, melyek megoldhatók stabil kábelcsörlő telepítésével önjáró karottázgépkocsik helyett.

Elsősorban azonban tengeri alkalmazásokban (fúróhajóra, ill. fúrószigetre épített változat) javasoljuk.

Mélységkapacitás: 8500 m

Cím: GAMMA MŰVEK, H-1509, Pf. 1. Telex: 22-4946

Telefon: 853-144