

# Az országos földiárammérések újabb eredményei

ÁDÁM ANTAL - VERŐ JÓZSEF

*A Magyarország területén végzett földiárammérések egyes eredményeit ábrázoló térképek alapjául szolgáló mérési anyag, ennek feldolgozása és értelmezésük kérdései mellett néhány idetartozó speciális problémát (galvanométerek frekvenciafüggése, földi-árammérés hegyvidéki területen) tárgyalnak a szerzők.*

*В работе обсуждаются материалы измерений, проведенных на территории Венгрии для изучения земных токов и послуживших основой для составления карт; дается оценка обработки и интерпретации этих материалов и рассматриваются некоторые специальные проблемы (как зависимость показаний гальванометров от частоты, особенности проведения работ методом теллурических токов в горных районах и т. д.).*

*Die Verfasser erörtern das Messmaterial, das zu der Kartendarstellung der einzelnen Ergebnisse der in Ungarn durchgeführten Erdstrommessungen verwendet wurde, weiterhin die Fragen der Bearbeitung und Interpretation dieses Materials und ausserdem einige diesbezügliche Problemen (die Abhängigkeit der Galvanometer von der Frequenz, Erdstrommessungen in Berggebieten).*

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma által végzett országos földiárammérésekről már két ízben tartottunk előadást: egyik alkalommal [1] a mérés célját és kezdeti problémáit ismertettük, később pedig már egyes eredményekről is beszámoltunk (2) és meghatároztuk azt a három jellemzőt (1. területarány, 2. területarány változása a periódus függvényében, 3. irányítottság), amelyek alapján a mérések eredményeit összevethetjük. Ez alkalommal főleg a területarány-periódus törvényszerűségeivel kívánunk foglalkozni, erre vonatkozólag ugyanis az 1961. év végéig nyert 65 pont végleges feldolgozása is megtörtént.

Bevezetésképpen megemlítjük, hogy a naptevékenység csökkenése a tellurikus méréseket is befolyásolja. Míg pár évvel ezelőtt, 1957–59-ben a nyári időszakban szinte tökéletes biztonsággal számíthattunk nappali pulzációkra és az esti-éjszakai órákban tekintélyes nagyságú öblökre is, addig – különösen az 1962-es évben – a tevékenység már olyan csekély, hogy néha az egynapos gyors regisztrálás is csak szűk frekvenciaspektrumot szolgáltat. Mivel az éjszakai órákban viszont a pT-pulzációk gyakorisága erősen megnőtt, az eddigi egy nap helyett két éjszakát és másfél nappalt kell regisztrálnunk, és ez szolgál a nagyperiódusok feldolgozására is, mivel a nagy előtolás mellett a fázishelyzetet a nagyperiódusoknál is, még a jelenlegi kis amplitudók esetében is, jól meg lehet határozni.

A Nagycenk melletti obszervatóriumra, mint bázisra vonatkozó területarányokat első ábránkon mutatjuk be, kizárólag az országos mérés alapján, 25 sec-os változásokból számítva. A nagycenki bázisállomáson a horizontális vezetőképességet ( $S$ ) két módszerrel határoztuk meg: magnetotellurikus módszerrel 25 sec-nál a mágneses északi és a tellurikus keleti komponensből:

$$S_1 = 796 \frac{H_x}{E_y} = 478$$

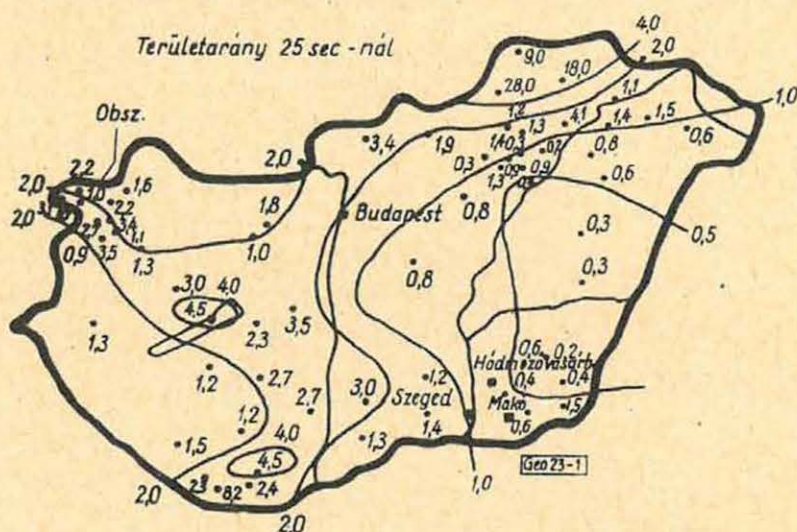


adódik, s ez  $h=1600$  m esetén  $\rho_1=3,3 \Omega\text{m}$ -et jelent; míg a mágneses keleti és a tellurikus északi komponensből

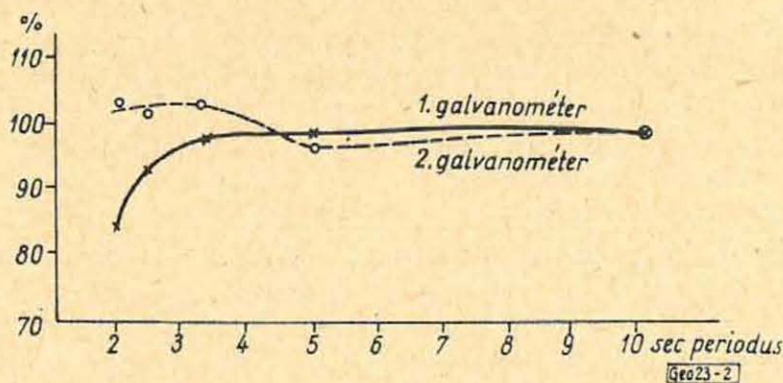
$$S_2 = 796 \frac{H_y}{E_x} = 724$$

értéket szolgáltat, s ebből  $\rho_2=2,2 \Omega\text{m}$ .

Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet mélyszondázása Nagycenk közelében 1000 m-nél vastagabb  $6 \Omega\text{m}$  ellenállású rétegre s 381 értékű  $S$ -re következtetett. Az obszervatóriumra vonatkozó területarányok szélső értékei 0,2 és 28, tehát több, mint két nagyságrend különbség fordul elő. Természetesen



1. ábra. Az országos mérések pontjainak területaránya a Nagycenk melletti obszervatóriumra vonatkozólag 25 sec-es változások esetén



2. ábra. Folyadékesillapítású galvanométerek frekvenciakaraktisztikája

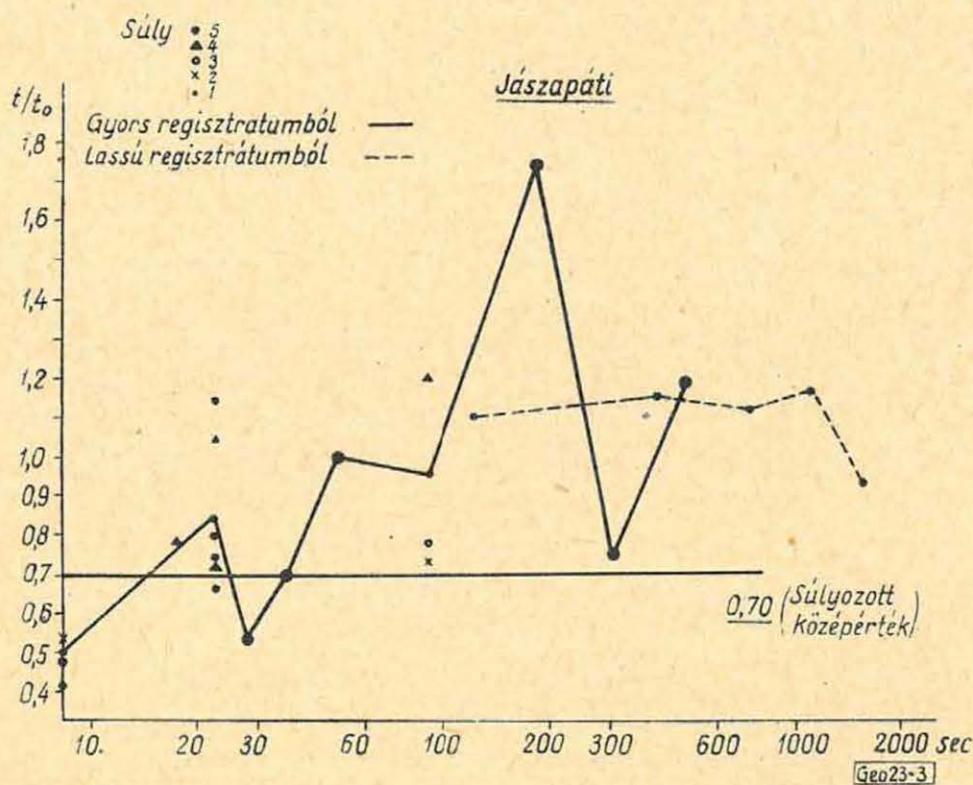
a közölt térkép csak regionális hatásokat tükröz (hiszen az állomástávolság nagyon nagy), mégis jól kirajzolódik a Kárpát-medence magyar részének nagyvonalú szerkezeti képe. A berajzolt vonalak a szokásos izoareák, de megrajzolásuknál nem vettünk figyelembe minden részletpontot, inkább az általános tendenciát igyekeztünk bemutatni. Ezt a térképet az országban végzett tellurikus mérések szelvénypontjaival kívánjuk kiegészíteni.

A fentiek előrebocsátása után rátérünk tulajdonképpeni tárgyunkra, a területarány-periódusfüggvényre.



Az első probléma a kérdéses függvénnyel kapcsolatban a méréshez használt galvanométerek frekvenciafüggőségéből adódhat. A méréseket  $2 \cdot 10^{-9}$  és  $10^{-8}$  A/mm/m érzékenységű folyadékcsillapítású galvanométerekkel végeztük. Ezeknek a galvanométereknek a frekvenciakaraktisztikája (2. ábra) 7 sec-nél nagyobb periódusoknál konstans érzékenységet ad; alatta érzékenységük gyorsan csökken, de már 5 sec felett a megvizsgált galvanométereknél 5%-nál nagyobb érzékenységkülönbség nem fordult elő a vizsgált periódustartomány szélső értékei között. Ezek szerint 7 sec-nél kisebb periódusok esetén még szerepet játszhat a galvanométerek frekvenciafüggő érzékenységkülönbözése, de 10 sec felett már semmi esetre sem.

A tellurikus frekvenciaszondázás eredményeit [2]-ben bemutató térképünk az egyes komponensek arányán alapult: a  $\sqrt{\frac{x_M y_M}{x_0 y_0}}$  mennyiség tulajdonkép-

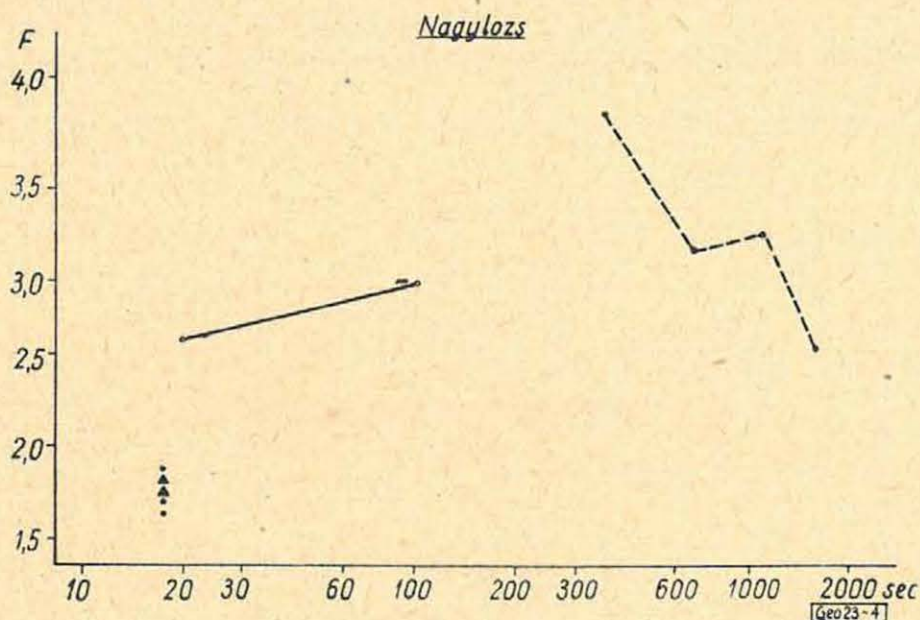


3. ábra. Jászapati állomás területarány-periódus függvénye

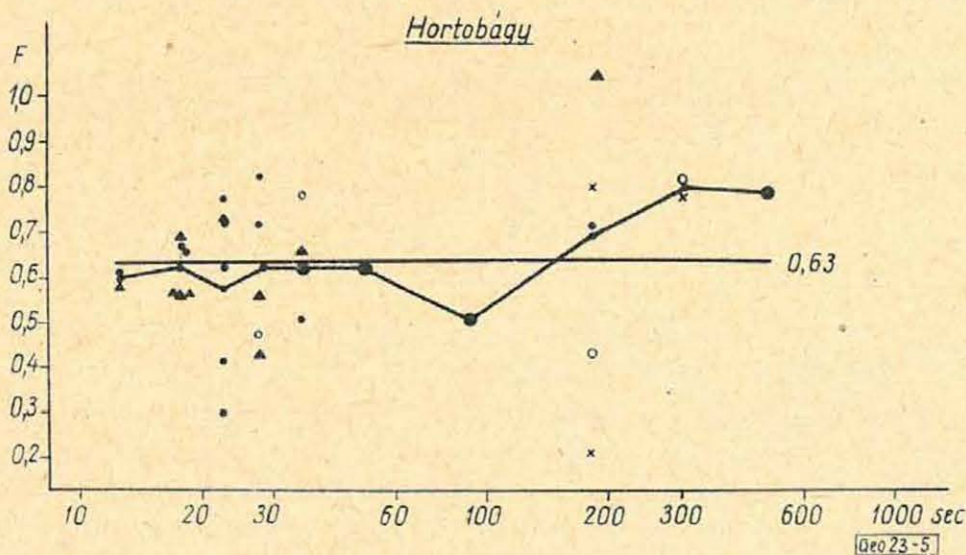
pen az ortoptikus kör sugara, s mint ilyen, csak közelítő értékű volt. Azóta az egész anyagot tényleges területarányok alapján is átszámoltuk. Ehhez minden egyes kiolvasási szakaszra meghatároztuk az abszolút ellipszis területképlete alapján a területet az obszervatóriumban és a mozgó állomáson egyaránt. Minden egyes területpár megfelelő súlyt kapott: a súlyszámot a végzett kiolvasások mennyisége (kevesebb kiolvasás – kisebb súly; a maximális súlyt 40 kiolvasáson felül adtuk meg), valamint az obszervatóriumi időleges állomás-ellipszis nagysága (kis területű ellipszis súlya kicsi, a  $2000 - 10\,000$  ( $\mu\text{V}/\text{km}/\text{sec}$ )<sup>2</sup> nagyságú ellipszisek súlya maximális, az ennél is nagyobb területű, viharos szakaszt ábrázoló ellipszisek súlya ismét kisebb) szabta meg. A területarányértékek súlyozott középértéke adja meg az átlagos területarányt egy-egy jellemző periódus-szakaszra, s ezeket használ-



tuk fel a további vizsgálatokra. Végeredményben 5–5 jellemző periódust használtunk: 10, 25, 100, 500, 1000 sec. Ezek közül az első három a gyors (20 mm/min), az utolsó a lassú (25 mm/óra) regisztrátumok adata, míg az 500 sec-ost mindkettőből meghatároztuk s ez az átfedést biztosítja. A 10 sec-os területarányra 27, a 25-ösre 61, a 100-asra 45, az 500-asra 35, az 1000-esre 27 állomásról tudtunk értéket meghatározni. Sajnos azon pontok száma, ahol mind az öt adat megvan, mindössze 10. Ezekre példaként a még 1959-ben mért s most az újabb szempontok szerint kiértékelt Jászapáti-állomást mutat-



4. ábra. Nagylozs állomás területarány-periódus függvénye



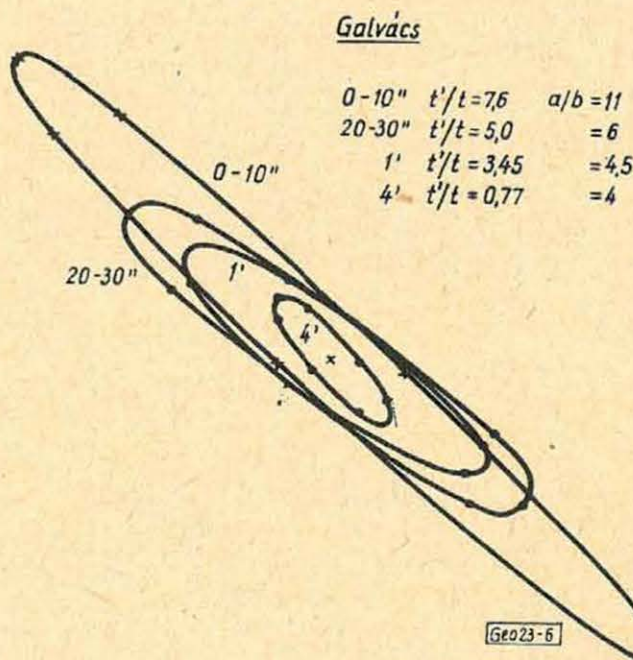
5. ábra. Hortobágy állomás területarány-periódus függvénye

juk be (3. ábra). Látható, hogy az egyes értékek szórása még a gyors pontoknál is elég nagy. Különösen jellemző ezeknél, hogy voltak olyan időszakok pl. 22 sec-nál az 1,15 és 1,25 értékű területarányt magában foglaló két óra, amikor a pulzációk jellege valószínűleg még egész Magyarországon sem volt állandó, és így eléggé kiütő területarány-értékeket kaptunk. Ezeket a ponto-



kat az 5 adat végleges meghatározásánál elhagytuk. A nagyperiódusú változásoknál a szórás szintén igen nagy nemcsak az abszolút ellipszis módszer, de általában minden módszer alkalmazásánál. Kellő eredményt érhetünk el azonban a megfigyelések számának, illetőleg a megfigyelés időtartamának növelésével, azaz az adatok statisztikus feldolgozásával.

Jászapáti területarány-periódus görbéje jellegzetesen emelkedő tendenciájú: 10 sec-nál a területarány 0,5, míg 1 min-nél már 1 körül van. Elég jól egyezik a gyors és a lassú regisztrálásból nyert megfelelő ellipszis. Sajnos ez az egyezés elég sok esetben nem kielégítő, mert elég jelentékeny ugrás van a területarányban a kétféle módon számított érték között. Véleményünk szerint a hiba a lassú regisztrálásból nyert ellipszis rovására írható, ugyanis a szabálytalan alakú, és legtöbbször pulzációkkal együtt jelentkező lassú, több perces változások pontos kiolvasása, s különösen a fázishelyzet meghatározása a lassú regisztrátumon nagyon nehéz, (és ami a legzavaróbb) szisztematikus hibával terhelt lehet. Ez is egyik oka annak, hogy a jövőben a lassú változásokat is gyors regisztrátumról olvassuk ki. Tapasztalataink szerint ilyenkor ugrás nincs (l. 4., 5. ábra). Így a kétfajta úton nyert ellipszis közötti átmeneti szakaszt csak akkor tudtuk kellőképpen hasznosítani, ha az 500 sec-os lassú és gyors regisztrálás együtt megvolt.



6. ábra. Galvács állomás relatív ellipszisei különböző periódusok mellett

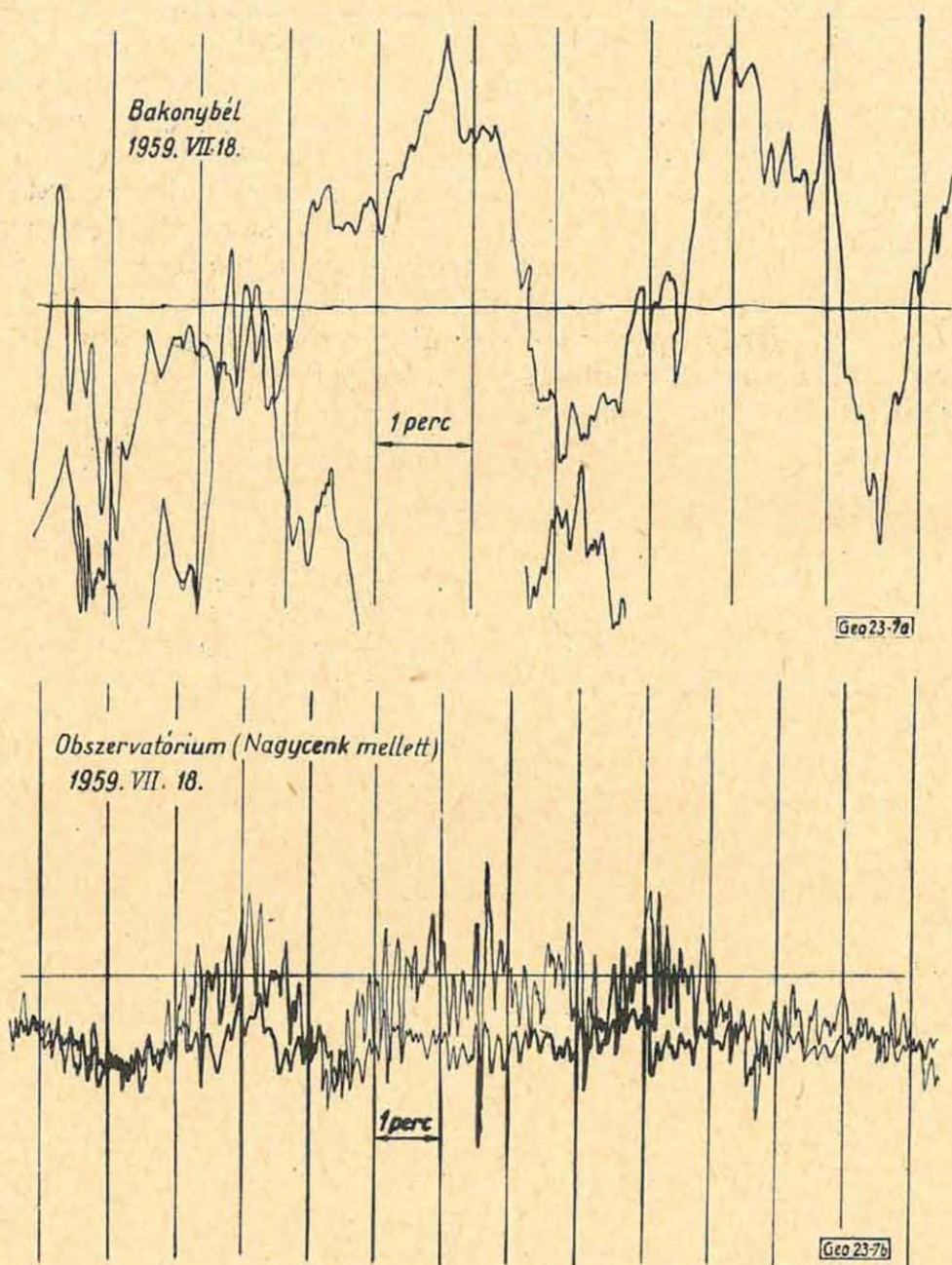
Még egy érdekes jelenséget említünk meg: kb. 10 pontunk közvetlenül a tellurikus szempontból alaphegységnek tekinthető kőzetre települt. Ezeknek a pontoknak a közös jellemvonása, hogy a kisperiódusú változások (kezdve a légköri elektromos kisülésekkel kapcsolatos variációktól a különböző elektromágneses változásokig) sokkal erőteljesebben jelentkeznek. Példaként a Miskolctól északra fekvő Galvács relatív ellipsziseit (6. ábra) és Bakonybél egy regisztrátumát (7. ábra) mutatjuk be. Ez egyértelműen arra utal, hogy a felszíni rosszvezető kőzet alatt nagyobb mélységben egy jobbvezető kőzet helyezkedik el, amely nagy területen megtalálható.



A frekvenciaszondázási görbéket az alapul választott 5 periódus között lineáris szakaszokra bontottuk és a görbék jellemzéséül az 5 egyenes darab iránytangensét ( $t$ ) használtuk fel félig logaritmusos koordináta rendszerben.

$$F = t \log T + \text{konst.}$$

ahol  $F$  a területarány,  $T$  pedig a közepes periódus.



7 a-b. ábra. Bakonybél és az obszervatórium párhuzamos regisztrátuma

Az így kiszámított  $t$  értékeket az egyes periódussávokra a 8a-d ábrán találhatjuk. Az obszervatóriumi és a Magyarországon megfigyelt átlag közti különbséget is figyelembe véve kaptuk a 9. ábrát a teljes kisperiódusú (kb. 3-5 min-ig) sávra vonatkozólag. Ez a térkép nem sokban tér el a [2]-ben bemutatott és az ortoptikus körök területaránya alapján szerkesztett térképtől. Természetesen itt sem lehetett az izovonalak megrajzolásánál minden



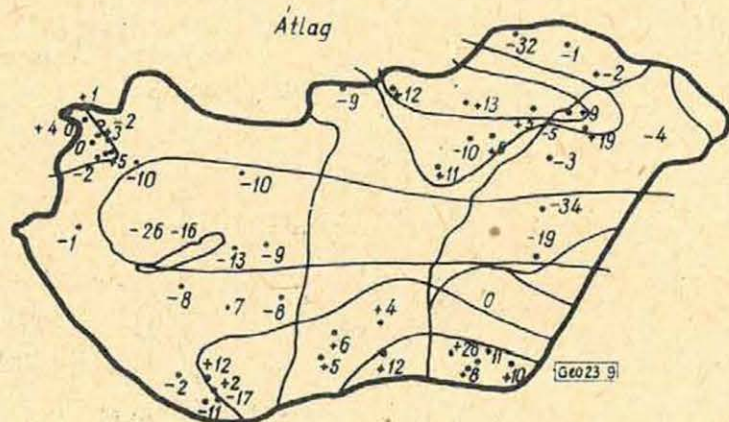




pontot felhasználni: a jobb spektrumú pontokat a szerkesztésnél nagyobb súllyal vettük figyelembe, míg a hegyvidéki pontokat elhagytuk.

A most bemutatott s a [2]-ben közölt térkép közös sajátága a délkeleten fellépő erős maximum. Északkeleten található még egy kisebb és az egyes térképeken különböző alakú maximum. Ez a Bükk-hegységtől délre az Alföldre is lehúzódik (Jászapáti). Az északnyugati határszélien ugyancsak gyenge pozitív anomália mutatkozik. Ezek között a pozitív anomáliák között nagyjából kelet-nyugati csapásiránnyal vonul a már [2]-ben bemutatott negatív terület, a Balaton-Kőrös vidék közötti sávban. E terület közepén jó mérési pontunk kidolgozott mérési tervünk alapján csak később lesz.

A periódus szerint felbontott térképek nagyjából hasonló képet mutatnak. A legeltérőbb a 100–500 sec-os, de az 500-as adatok a lassú regisztrátumokon a már említettek miatt bizonytalanok, viszont az 500-as változások



9. ábra. A teljes kisperiódusú sávra vonatkozó területarány-periódus-függvény együtthatójának térképe

kat tartalmazó gyors regisztrátum több helyen hiányos. Ezen felismerésünk alapján a gyors regisztrátumokat a jövőben előtérbe helyezzük.

Érdekes végül megemlíteni, hogy a területarány és a területarány-periódus térképek között nincs hasonlóság. Ez bizonyítja azt, hogy az utóbbiak nem az üledékvastagságot, hanem más hatásokat tükröznek.

A területarányok térképe (1. ábra) mai ismereteink szerint is jól értelmezhető. A Balatontól DK-i irányban húzódó magas terület a Scheffer Viktor által felismert Dunántúl–Bácskai Küszöbvel azonosítható, míg ettől K-re, a Szeged–Budapest vonalában mutatkozó kimélyülés a Vardar-törésvonal folytatásaként fogható fel. A Küszöbtől DNY-ra ismét mélyebb terület van. Ugyancsak megtalálható a Makó–Hódmezővásárhelyi árok is [5].

Sokkal nehezebb a területarány-periódus térkép (8. a–d ábra) értelmezése. Múlt alkalommal (2) feltételeztük, hogy a Mohorovičić-szint mélységváltozásai [3] és a mi térképünk közötti hasonlóság miatt esetleg ilyen mélységben kell a hatót keresnünk. Ez a lehetőség ma sincs teljesen kizárva, bár újabban az elektromágneses anomáliák okát sokkal kisebb mélységben keresik (l. pl. [4]). Az értelmezés egyik lehetőségére utal az alaphegység alatt talált jobb vezetőképességű szint elhelyezkedése, illetve ennek feltételezhető mélységváltozása; erre viszont semmilyen más adatunk nincsen, s a magnetotellurikus szelvények sem nyújtanak ilyen értelmezésre támpontot. Sokkal valószínűbb, hogy egy törés-rendszer az, amely ezt az anomáliát okozza. Ilyen irányú törés-rendszer létezik is, a dél-alpi vonulat, de ez inkább a fiatal üledékeket érintette,



s nem hatol le olyan mélységekbe, amelyek itt szóba jöhetnek. Nem lehetetlen, hogy a pozitív anomáliák a hegységek előterére jellemzők (Bükk, ill. Alpok). A DK-anomália pedig ismét csak Makó – Hódmezővásárhelyi árokkal lehet kapcsolatban. Amint arra már utaltunk, a magnetotellurikus szelvények sok kérdésre választ adhatnak, s a méréseket a jövőben ilyen irányban is szeretnénk folytatni.

#### IRODALOM

- [1] *Ádám Antal és Verő József*: Előzetes beszámoló a MTA Geofizikai Kutató Laboratórium országos földáram-méréseiről (Geofizikai Közlemények, X. kötet, 1–4 szám 27–37. o.).
- [2] *Ádám Antal – Verő József*: Az országos földáram-mérés adatainak feldolgozása és az adatok térképi ábrázolása (Magyar Geofizika, 3. évf. 1–2 szám, 81–90. o.).
- [3] *Gálfi János – Stegena Lajos*: Geotermikus időbeli változások (Magyar Geofizika, 2. évf. 70. o.).
- [4] *H. Wiese*: Geomagnetische Tiefentellurik (Geofisica Pura e Applicata Bd. 51. 59. o.).
- [5] *Scheffer Viktor*: On some problems of the regional geophysics of the Carpathian Basins (Annales Universitatis Scientiarum Bp. de R. Eötvös nom, Sectio Geol., Tom. V., 127. o.)