

Földtani Kutatás

1965. VIII. évfolyam 3. szám

Felelős szerkesztő:

DR. KERTAI GYÖRGY

A szerkesztő bizottság:

DR. ALFÖLDI LÁSZLO, DR. ADÁM
OSZKÁR, DR. BARNABÁS KÁLMÁN,
DR. DANK VIKTOR, DR. JANTSKY
BÉLA, DR. JUHÁSZ JÓZSEF, DR.
KASSAI FERENC, MORVAI GUSZTÁV,
DR. NEMECZ ERNŐ, DR. VARJU GYULA,
DR. VITÁLIS SÁNDOR

Szerkesztő:

LUKÁCS JENŐ

*

Szerkesztőség:

Budapest, I., Iskola u. 13. III. 311.

Telefon: 359-508.

*

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

*

A földtani Kutatás megjelenik évente
négy alkalommal.

Egy-egy lap ára 3,— Ft.

Előfizetés és terjesztési ügyben fel-
villágosítást a Magyarhoni Földtani
Társulat (Bp. V., Szabadság tér 17.
Telefon: 124-116) ad.

TARTALOM

<i>Kertai György:</i> A geofizika szerepe a kőolaj- és földgázkutatásban	1
<i>Fülöp József:</i> Az ország átfogó geofizikai vizsgálata	3
<i>Posgay K. — Rádlér B.:</i> Felszíni geofizika	7
<i>Márhoffer J. — Sebestyén K.:</i> Mélyfúrású geofizika	11
<i>Barta György:</i> Elméleti geofizika	14
<i>Baranyi I. — Elek I.:</i> Délkeletdunántúli geológiai kutató fúrások geofizikai paraméter vizsgálata	16
<i>Facsinay L. — Tolmár Gy. — Varga I.:</i> Déltiszántúli geológiai-ge- fizikai elemzése	23
<i>Scheffer Viktor:</i> A földi hőáram felszíni értékelőslása Európában	31

I N H A L T

<i>György Kertai:</i> Die Rolle der Geophysik in der Erdöl- und Gas- forschung	1
<i>József Fülöp:</i> Die reionale geophysikalische Untersuchung Ungarns	3
<i>K. Posgay — B. Radler:</i> Geophysikalische Messungen an der Erdo- befläche	7
<i>J. Márhoffer — K. Sebestyén:</i> Geophysikalische Bohrlochmessungen	11
<i>Gy. Barta:</i> Theoretische Geophysik	14
<i>I. Baranyi — I. Elek:</i> Untersuchung der geophysikalischen Para- meter der geologischen Versuchsbohrungen in SO-Trans- danubiens	16
<i>L. Facsinay — Gy. Tolmár — I. Varga:</i> Geologisch-Geophysikalische Analyse Südost-Ungarns	23
<i>V. Scheffer:</i> Die oberflächliche Wertverteilung der Erdwärmeströ- mung in Europa	31

A geofizika szerepe a kőolaj- és földgáz kutatásban

Írta: dr. Kertai György

Különös, kissé feleslegesnek látszó dolog a geofizika szerepéről beszélni egy tudományos gyűlésen, pontosan 50 évvel azután, hogy az olajkutatásban először magyar szakemberek alkalmazták Eötvös ingáját a Morva-földön. Igaz ez akkor is, ha De Golyer 1926-ra teszi azt az időpontot, amikor szerinte a texasi Fort Bend County-ban elsőként alkalmazták geofizikai eszközökkel sikeresen olajkutatásban.

38 éve kezdett működni az első szeizmikus berendezés és 37 éve 1927. szept. 5-én szólaltak meg a csengetyúk a fatengelyes csörlőn a Diepenbach 7 fúrótoronynál, amikor is Conrad Schlumberger, Doll Poldini, Scheibli és Yost segítségével lebocsátotta a fúrólyukba a söréttel telt rézcsövet.

Azóta, 1928-tól F. Rummersfield és N. Morrisey adatai szerint csak az USA-ban több mint 1 milliárd dollárt költöttek el felszíni geofizikai kutatásokra. Ha a jelenlegi arányt vesszük figyelembe, mely szerint az USA-ban 42%-át kötik le (a Szovjetunió és Kína nélkül számolt) a teljes geofizikai kapacitásnak, azt jelenti ez, hogy kereken 2,4 milliárd dollárt költöttek el az egész Földön felszíni geofizikai kutatásokra.

Jelenleg, az évente e célra az olajkutatás érdekében elköltött összeget 300—400 millió dollárra becsülhetjük. A Föld szénhidrogén-termelésének értéke egy év alatt kereken 40 milliárd dollár körül van. Ha Magyarországon e célra elköltött 50 millió forintot tekintjük, és azt vesszük figyelembe, hogy a magyar olaj- és gáztermelés a világ szénhidrogén-termelésének csupán 0,13%-a, akkor megállapíthatjuk, hogy Magyarországon tekintélyes összegeket fordítunk kutatásra. A kutatást természetesen nem az évi termelés, hanem a feltárt készletek alapján lehet értékelni.

E jelentős szerep mellett is köztudomású azonban az, hogy 1956-tól 1963-ig a geofizikai tevékenység területén nagy visszaesés következett. Ennek oka nyilván a közel-keleti, kanadai és afrikai nagy leletek feletti kielégültség volt. Amíg 1956-ban 15 000 csoport/hónap, 1962-ben csupán 9 700 csoport/hónap működött a számbavett területen. Egyesületünk X. Szimpóziuma azonban ismét fordulat évére esik. Az Oil and Gas Journal 1964. júliusi száma ismét a felszíni geofizikai munkálatok világszerte történő fellendüléséről számol be. A Society of Exploration Geophysicists speciális bizottsága szerint és ehhez hozzátéve (Szovjetunió és Kína kivételével) a szocializmust építő országokban rendelkezésre álló adatait, 1963-ban kereken 10 000

csoport/hónapot fordítottak olaj- és gázkutatás céljára. Durván számolva tehát az 1963. évi 2 milliárd tonna szénhidrogén-termelés alapján egy csoport évi munkája 2 millió tonna szénhidrogén-termeléssel ekvivalens. Ha magyar viszonylatban az utolsó évtized készletnövekedését vizsgáljuk, úgy nagyságrendben ugyanilyen eredményt kapunk.

Minek köszönhető a felvételező geofizikának az utolsó évben indult fellendülése? Kétségtelenül nemcsak annak, hogy rohamosan nőtt a szénhidrogén-éhség, hanem az indok, amit megint csak az Oil and Gas Journal délnyugati kiadójának, R. Enright-nak szavaival így fejezhetünk ki: „a szeizmikus adatoknak digitális számológéppel való észlelése és feldolgozása forradalmi változás a módszer tekintetében”. A kőolaj- és földgázkutatás új korszakában, amikor is a csapdák lehetőségének sokoldalú elemzése vezet a bonyolult feladat megoldásához, igen sokat jelent az egyes rétegek alakulásának pontos megrajzolhatósága. Ezt már csak egy lépés választja el a — minden olajkutatók álmától — a mélyben levő telep közvetlen módszerrel (rádióhullámmal vagy egyéb módon) való felkutatásától.

Mielőtt azonban az olajkutató geofizikus és geológus feladatainak értékeléséről szólnék, néhány mondattal bontsuk fel az előbb summásan említett csoport/hónapok megoszlását.

Az említett kereken 10 ezer csoport/hónapból 8 700 szeizmikus, 720 gravitációs, 240 magnetométeres és 340 old meg egyéb feladatot.

A szeizmikának legnagyobb költségei ellenére, ilyen nagyarányú térhódítására panaszkozik L. L. Nettleton a B. A. A. P. G. 1962. októberi számában. Magunk részéről is egyetértünk evvel, hiszen eddigi hazai szénhidrogén-kincsünk sem csak 8%-ban köszönhető a gravitációnak. Nettleton bocsánatkérően említi, hogy talán a szeizmika e nagy jelentőségében szerepet játszik az is, hogy egyszerűbb a gravitációs módszereknél és „azt még a geológusok is megértik”. Érdemes idézni a kiváló szerző egyik másik megjegyzését is. Beszámol arról, hogy Amerikában a „geofizika fogalma szinte azonosul a „szeizmika” fogalmával. Látott egy gravitációs térképet, melyen a jelmagyarázatban a gravitációs állomások „shotpoint” robbantási pontokként voltak feltüntetve, és a jelentés arról számolt be, hogy a gravitációs felvétel „belötte” (shoot in) a területet. Ezt már egy lépés választja csak el — elnézést kérek a kis kitérésért — attól, amikor 1940-ben az egyik vidéki újság beszámolt dunántúli olajkutató-

sainkról, és a következőképpen írta le a kutatást: „fúrnak egy mély lyukat, abba behelyezik az Ötívós ingát, és utána dinamittal robbantanak!”

Örömmel közölhetjük azonban, hogy 1962—63. évi tevékenység növekedésében a Soc. Expl. Geof. adatai szerint 2%-kal szerepel a szeizmika, 6,3%-ban, a gravitáció és 32%-ban az egyéb módszerek. Nincs tehát itt az ideje még a legszorosabb célkutatásban sem a gravitációs módszerek „kilövésének”.

Az itt közölt tevékenységi adatok nem tartalmazzák a légi mágneses felvételeket, melyek érdekében 1963. évben 700 000 km-t repültek. Ebből egyharmad rész Észak-Amerikára, egy-negyed rész az európai tengeri partvidékekre, a többi Afrikára, Ázsiára és Közél-Keletre jut.

Mindaz amiről szótunk, nem terjed ki a fúrólyukakban történő geofizikai mérések szerepére. Az erre vonatkozó statisztika ma már egyszerűbb, hiszen egyezik a korszerű fúrás statisztikával. Ha az évi 90—100 millió méter olaj- és földgázkutató fúrás és az egyéb geofizikailag leért fúrás vességét figyelembe, akkor évente 250-300 millió méterre becsülhetjük a mérés céljából megtett kábelutak hosszát. Ehhez kereken 1 000 berendezéssel számolhatunk, és az évi műveletek számát 200 000-re tehetjük. (Az utolsó rendelkezésemre álló hiteles adat szerint 1957-ben, nagyobb fúrás teljesítmény mellett, 150 000 volt a műveletek száma.)

Amilyen különös feladat volna a geofizika szerepét méltatni ilyen világviszonylatban történő virágzás közepette, ugyanannyira háládatlan és merész célt tűzne maga elé az a geológus, aki geofizikusoknak akarná megmagyarázni, hogy milyen irányban fejlesszék tevékenységüket. A mi feladatunk, a kutatók feladata az igények, a problémák felvetése. Ez tulajdonképpen egyet jelentene a köolaj és földgáz keletkezése, felhalmozódása és vándorlása törvényszerűségeire vonatkozó korszerű ismeretek közlésével. Ennek részletezése nem tartozhat ide.

A szerkezet kutatása, a történelmileg legelső és legegyszerűbb, közismert feladat. A rétegtani változások megállapításában már a legújabb szeizmikus módszerek is feladatot vállalnak, de sok kérdésre ad választ a villamos és rádióaktív szelvényezés is. A legkevesebb geofizikai alátámasztást ezideig a folyadék rendszerek dinamikájának és a kőzetek minőségi jellemzőinek területén kaptuk meg. Ebbe az irányba indultak azonban el éppen a legújabb utak: a hidrogén szelvényezés, a redox, a clortartalom és a folyadékok fázishatárának rádióaktív sugárzás útján történő észlelése. Szimpóziumunkon éppen ezekről a területekről hallunk érdekes újdonságokat. Jellemző, hogy a legutóbbi közleményekből több mint 70 féle műszaki és geológiai kérdésre irányuló villamos, rádióaktív, fizikai, kémiai és akusztikai szelvényezési eljárást gyűjthet-

tem össze. A fent említett területen is nagy lendületet adhat majd a kiértékelési eljárásokban a digitális technika bevezetése.

Miután az előadásom címében megadott „szerep” kérdéséről szoltam a fentiekben a legfontosabb feladatokra történő utalást is elvégeztük, megjelölve azokat a problémákat, melyeknek megoldásával leggyorsabban vihetjük előre a kutatás ügyét.

Itt kell azonban megemlítenünk egy, az előadás címében rejlő pontatlanságot is. A mélyfúrás geofizikai vizsgálatok nem csupán a kutatás, hanem — éppen a fentiek figyelembe vételével — az olajbányászat termelési feladatainak megoldásában is jelentékenyen segíthetnek.

Amikor a geofizikus, a geológus tevékenységét jellemezzük — nem először —, de szabadjon itt is elmondanom, egy hasonlattal élek. Ennek során a geodéziából indulunk el: a geodézia feladata egy pontos térkép elkészítése a Föld felszínéről. A geológus és geofizikus feladata sok-száz és sok ezer különböző ilyen térkép elkészítése a Föld mélyéről, annak minden egyes jellemző síkjáról. Ezek a térképek csak geofizikai műszeres munkával és tudományos megfontolások alapján készíthetők el, melyben már mindig szerepe van az elméleti munkának is. Ezért nem beszélhetünk soha tudományágunkban olyan egyszerű rutinfeladatokról, mint az ipar sok más területén.

Feladatunk megoldása azonban, még egy dimenzióként, a múlt is kiterjed, nem csupán azt kell feltárni, hogy hogy van most a sok mélybeli térképe, hanem azt is, hogy hogyan volt évmilliók és millió évezredekkel ezelőtt.

E térképek elkészítése tulajdonképpen felel minden olyan feladatra, amelyet az emberiség elénk kitűz. Ezek mutatják meg, hol voltak szárazföldek, tengerek, magmatikus működések. És ezek az ismeretek vezetnek el az olaj, a gáz, a kőszén, az ércek vagy egyéb ásványi nyersanyagok nyomába. Minél tökéletesebbek e térképeink, annál biztosabban találjuk meg a keresett kincseket. Ebben leghasznosabb tevékenységünk egyesül, hiszen a készletek felmérése sem más, mint a Föld mélyének pontos ábrázolása. Megnehezíti még a feladat megoldását az is, hogy nemcsak statikus állapotokról, hanem változásokról is képet kell adjunk.

A gyakorlati geofizikai mérés feladata a statikus helyzet egyre pontosabb és egyre sokoldalúbb felmérése. A geofizikus értelmező munkája a maximális tudományosságot a statikus helyzet pontosságának érdekében igényli. A geológus az anyagvizsgálat egzaktságának területén ugyanilyen irányban halad, de értelmező munkájában már nem nélkülözheti az elszakadást az adatszerű tényektől, és már a lehetőségek, mozgások latolgató, elméleti kutatója kell legyen.

Akadhatnak persze közöttünk geológusok, akik a geofizikai értelmezés, és akadáhatnak geofizikusok, akik a földtani tudomány fegyvereit ragadják meg. A határterületek ezt szűkségessé is teszik. Vigyázzunk azonban arra, hogy a mérés és számolás ténymegállapító módszerét ne keverjük össze az elméleti teóriák módszerével. Mindent a helyére tegyünk. Ha nem ezt a rendet követjük, zavar támad és tudományunk tekintélye sínyni meg, esetleg éppen azok részéről, akik a milliárdokat áldozták.

Az eredmény talán sehol annyira, mint a kőolaj- és földgázkutatásban csak a két irányú tevékenység határozott, de tisztán megkülönböztetett szintézisével érhető el. Söhse felejtjük azonban el, hogy mi a feltételezés, mi a teória és mi a természettudományos tény.

A kutatók érdemeinek vizsgálata szempontjából érdekes megemlíteni azt a magyarországi kutatásban közismert tényt, hogy 58 kőolaj- és földgáz-felhalmozódásunkból 53-at az első fú-

rással találtunk meg. Mi ennek az oka, kinek az érdeme ez — a tudományos szempontok feltételül értékes — gyakorlatban sokszor sajnálatos eredmény. (Azért sajnálatos, mert sokszor az első fúrás környékén a geofizikailag ugyan csak jól indikált területen már a peremi vízhatárt találjuk.) Ez nyilvánvalóan annak köszönhető, hogy igen pontosak a jó helyre tervezett geofizikai felvételek.

A kutatás célja a legkisebb kockázattal a lehető legnagyobb eredmény elérése. Tudjuk, hogy a kőolaj- és földgázkutatás a legnagyobb kockázatot vállalja, és ebben nem a geofizika a legnagyobb tétel. B. I. Rummersfield és N. S. Morrissey szerint az elkövetkező 10 évben összesen 70 milliárd dollárt költenek majd el a Földön olaj- és földgázkutatásra. Ennek csupán 4-5%-a a felszíni geofizika, de ez is tízszerese a 33 év alatt elköltött összegnek. Biztosak vagyunk azonban abban, hogy minél nagyobb részt kap a geofizika ebből a 70 milliárd dollárból, annál kisebb lesz a kockázat és annál nagyobb a siker.

Az ország átfogó geofizikai vizsgálata

Írta: Fülöp József

A Magyar Geofizikusok Egyesülete fennállásának 10. évfordulóját ünnepli ebben az évben. Ez az alkalom ünnep a Geofizikai Intézetnek is, mert az Intézet és az Egyesület sorsa — amióta az Egyesület létezik — összefonódott.

A 10. szimpoziumon megtett út számbavétele mellett a Magyar Geofizikusok Egyesülete a hazai geofizikai kutatás jelenlegi és jövő feladatai felé tekint. Az elnökség kérésére megkísérlem a Geofizikai Intézet előtt álló, jelenleg legfontosabb feladatnak: az ország rendszeres és átfogó geofizikai vizsgálatának szükségességét, időszerűségét és megoldási módját megvilágítani. Egyúttal rámutatok arra a szoros összefüggésre, amely a Geofizikai Intézet története és a jelenleg előtérbe került feladatok között fennáll.

Eötvös Lorándra nemcsak azért kell hivatkoznom, mert munkássága kiindulópontja volt a Geofizikai Intézet létrejöttének, hanem azért is, mert zseniális előrelátással elsőként fogalmazta meg az ország átfogó geofizikai vizsgálatának feladatát. A Föld alakjának kérdéséről szóló 1901-ben tartott akadémiai elnöki megnyitó beszédében hivatkozott a Balaton jegén végzett torziós ingamérések nyomán kialakult

„új és nagyobb vállalkozás” tervére: az Alföld eltemetett hegyeinek és lazább anyaggal kitöltött mélységeinek átfogó vizsgálatára. Korszerű Eötvös munkássága a kutatás komplexitását illetően is. Érdeklődéssel fordult elgondolásainak megvitatása céljából kora kiváló geológusaihoz. Torziós ingafelvételei mellett pedig rendszeresen végzett földmágneses méréseket is.

Eötvös halála után is folytatódtak — Böckh Hugó kezdeményezésére a pénzügyi tárca keretében — az intézményesített geofizikai vizsgálatok. A néhány főből álló kutatócsoport tevékenysége azonban még hosszú időn át csak a torziós inga továbbfejlesztésére, gravitációs és földmágneses mérésekre szorítkozhatott. Rendszeres és átfogó jellegű vizsgálatok helyett pedig ad hoc felmerülő gyakorlati célú feladatok megoldása került előtérbe.

Nagyobb lendületet a mindinkább megélénkülő szénhidrogénkutatás adott az Intézet fejlődésének. Ez a fellendülés összefüggött azzal is, hogy az Intézet 1935-ben az Iparügyi Minisztérium irányítása alá került. Új műszerek beszerzésével több új, korszerű geofizikai eljárás bevezetésére és alkalmazására került sor. 1936

elején Pogány Béla műegyetemi tanár reflexiós szeizmikus berendezését, Schmidt-féle magneto-métereket és mágneses regisztráló berendezést, 1937-ben egy Haalck-féle gravimétert, majd egy elektromos ellenállásmérő berendezést, 1938 tavaszán egy második szeizmikus berendezést, végül az év végén egy fúrólukvizsgáló berendezést szerzett be az Intézet. Az állandó személyzet 4 főről 10 főre bővült. Az Intézet tevékenységének túlnyomó részét továbbra is a közvetlen gyakorlati célú külső megbízásos munkák jelentették.

Hazánk felszabadulása új helyzetet teremtett a geofizikai kutatás számára. A bányák államosítása, a bányatermeket felhasználó ipar nagyarányú fejlesztése, a földtani és geofizikai kutatás központosítását és ugrásszerű fejlődését vonta maga után. 1948 és 1951 között egy méreteiben és munkavégző kapacitását illetően új intézet bontakozott ki, azzal a programmal, hogy ellássa a hazai gyakorlati célú geofizikai kutatás feladatait.

1950 áprilisában a volt Maort geofizikai részlege létszámával és felszerelésével együtt az Intézethez került. 1950 szeptemberében az Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézet földmágnességi osztályát, 1951 novemberében pedig az addig önállóan működő Országos Földrengésvizsgáló Intézetet csatolták a Geofizikai Intézethez. A Tihanyi Geofizikai Observatórium 1954 novemberében kezdte meg működését. Lényegesen gyarapodott az Intézet műszer és egyéb felszerelési állománya. Igen értékes műszereket szerzett be külföldről, de saját erejéből is épített és továbbfejlesztett műszereket. Az ásványi nyersanyagkutatás céljára újszólván az összes lehetséges korszerű kutató eljárásokat bevezette.

A szénhidrogénkutatás kibontakozó ütemével és igényeivel azonban az Intézet nem sokáig tudott lépést tartani. 1952-ben megalakult a kőolaj- és földgázkutatás önálló szeizmikus csoportja. Ezen a téren az Intézet vizsgálatai másodrendű jelentőségűekké váltak. A sugárzó anyagok kutatására kezdettől fogva különálló geofizikai szolgálatot építettek ki. Az Országos Földtani Főigazgatóság kívánságára az Intézet ezután a kőszén, érc, ásvány és vízfeltáró fúrások lyukvizsgáló módszerének kifejlesztésére és minél szélesebb körű alkalmazására összpontosította erejét. Az Országos Földtani Főigazgatóság időközben történt átszervezésével a karottázsvizsgálatok nagyobb része a Nehézipari Minisztérium és az Országos Vízügyi Főigazgatóság hatáskörébe került.

A Geofizikai Intézet előtt felmerült a továbbhaladás fő iránya újabb meghatározásának kérdése.

A válasz erre a kérdésre, véleményünk szerint, az ország rendszeres, átfogó geofizikai kutatása. Ezen belül a népgazdasági fontosságuk

sorrendjében vizsgálat alá vont területnek a Földtani Intézettel összehangolt sokoldali földtani és geofizikai vizsgálata; az összes korábbi és jelenlegi új vizsgálati eredmények rendszeres, térképi és monografikus formában történő közreadása: a hasznosítható ásványos anyagok perspektíváinak vizsgálata és a nagyobb szabású gyakorlati célkitűzések (iparági kutatás, területfejlesztés, vízfeltárás, öntözés stb.) tudományos megalapozásával a nagy beruházások kockázatának csökkentése.

A hazai földtani kutatás jelenlegi méretei és feladatai mellett lehetséges és szükséges munkamegosztásról van itt szó, elsősorban a jelentősen kifejlődött, és hasznos ásványi anyagok szerint szervezett iparági kutatócsoportok és a területi komplex kutatást végző országos jellegű intézetek között, másrészt azonban az intézetek és az alapkutatási feladatokat ellátó akadémiai intézetek és kutatócsoportok között is. A kutatási igények és feltételek alakulása a jelenlegi években tette szükségessé és egyúttal lehetségessé is e munkamegosztás szervezeti kiépítését.

Hogyan oldhatja meg ezeket a feladatokat az Intézet?

Az elmúlt év során több alkalommal megvitattuk ezt a kérdést az Intézet osztályvezetőivel és geofizikusaival, az ipari geofizikus csoportok képviselőivel, elsősorban az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt kutatóival és az Egyesület nyilvánossága előtt is. Az ország gravitációs és földmágneses tanulmányozottsága lehetővé tette, hogy a KGST egyeztetéssel folyamatban levő 200 000-es földtani térképkiadáshoz kapcsolódva elindíthassuk az ország áttekintő gravitációs (Bouguer-anómália) és földmágneses (Z) térképsorozatának közreadását. A debreceni 200 000-es térképlap nyomdai úton való közreadása az említett változatokban folyamatban van.* Ezzel kezdeményező szerephez jutottunk a geofizikai térképek KGST keretben egységes előírások alapján történő megszerkesztése és közreadása terén. Az év novemberében Budapesten összeülő KGST munkabizottsági ülés feladata lesz az együttműködés előírásainak kidolgozása.

Egy földtani tájegység sokrétű geofizikai kutatási feladatainak monografikus jellegű összefoglalására is kísérlet történt a Mecsek és a Villányi hegység környékén végzett kutatások értelmezése során. Ez az úttörő jellegű munka már megjelent.

Legnagyobb gondunk a rendszeres és sokoldalú területi kutatás megszervezése. Az Intézet, a rendelkezésre álló eszközökkel és személyi erővel most csak az Alföld és É-Ma-

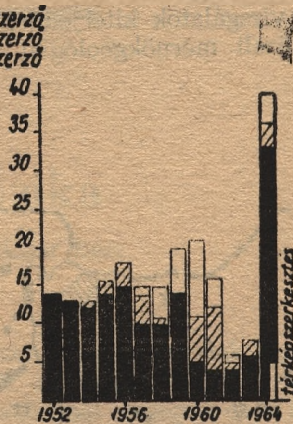
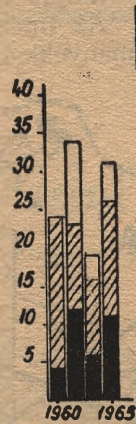
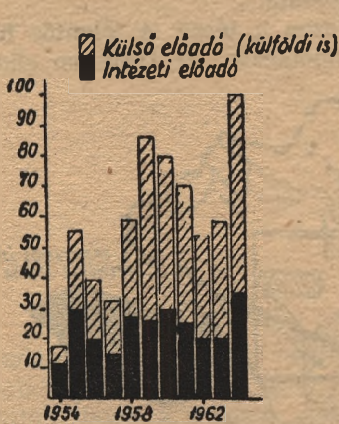
*A szerkesztőség megjegyzése: Az említett két térkép a kézirat beadása óta eltelt időközben már megjelent.

ELŐADÁSOK

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉBEN

PUBLIKÁCIÓK

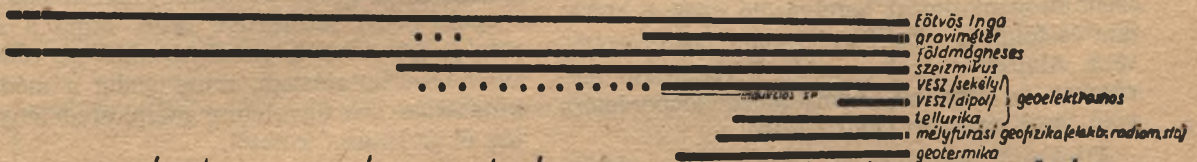
A MAGYAR GEOFIZIKÁBAN A GEOFIZIKAI KÖZLEMÉNYEKBEN



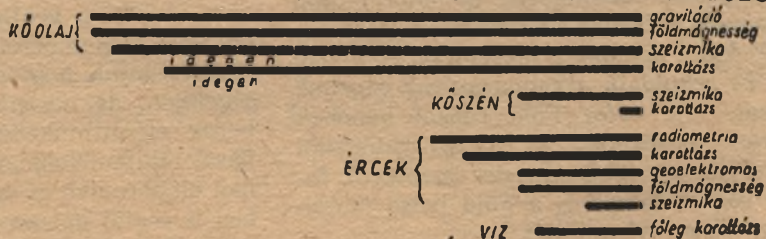
A GEOFIZIKAI INTÉZET LÉTSZÁMÁNAK ALAKULÁSA



AZ EGYES GEOFIZIKAI MÓDSZEREK BEKAPCSOLÓDÁSA A KUTATÁSBA

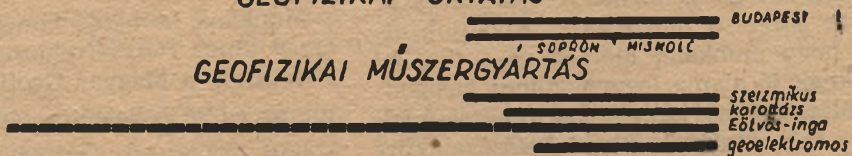


AZ EGYES Bányászati IPARÁGAK ÖNÁLLÓ GEOFIZIKAI SZOLGÁLTATÁNAK KIFEJLŐDÉSE



GEOFIZIKAI OKTATÁS

GEOFIZIKAI MŰSZERGYÁRTÁS



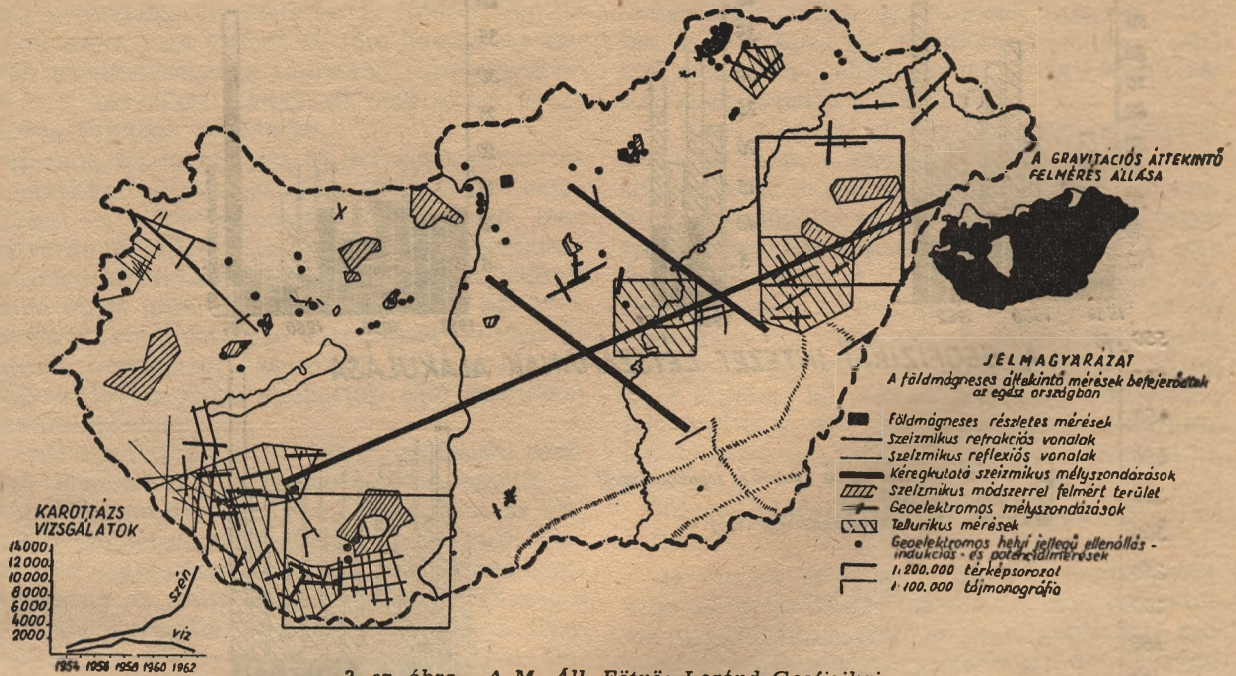
1. sz. ábra. A magyar geofizika fejlődésének néhány mutatója

gyarország korszerű komplex vizsgálatára válalkozhatott. A Dunántúl rendszeres és átfogó geofizikai vizsgálatához még hiányoznak a személyi és anyagi feltételek.

A megkezdett vizsgálatok kiterjednek a felszíni és felszínközeli mérnökgeológiai problé-

feladatot a földtani kutatás követelményeinek szigorú szem előtt tartásával, az elméleti, gyakorlati és műszerkutatások szoros egységével kívánjuk megoldani.

Az Intézet ezen a téren is jelentős hagyományokkal rendelkezik. Az 1950-ben elkészült



2. sz. ábra. A M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet vizsgálatai 1964-ig

mák megoldására, a helyi építőanyagok felderítésére, néhány száz méter mélységig a vízfeltárás földtani feltételeinek tanulmányozására, nagyobb mélységekben pedig a termálviz- és szénhidrogénkutatást befolyásoló szerkezeti földtani és földtani kifejlődési problémák vizsgálatára. Alapszelvények mentén kéregkutató méréseket is végzünk, nemzetközi kooperációra való törekvéssel és egyeztetéssel.

Áttekintő részletességű graviméter-, részletes földmágneses, felszínközeli és mélyföldtani geoelektromos, reflexiós és refrakciós szeizmikus mérésekkel, továbbá a mélyfúrású geofizika korszerű és sokoldalú alkalmazásával végzünk kutatásokat. Az egész Föld fizikai képének megismerése érdekében az Observatóriumi Osztály folytatja a földmágneses összetevők folyamatos regisztrálását és a Föld belső felépítésére vonatkozó vizsgálatát.

Az ország átfogó geofizikai vizsgálatát korszerűen és korszerű műszerekkel kívánjuk elvégezni, hogy munkánk időtálló és a további kutatásoknak jó alapja legyen. Ehhez elengedhetetlenül szükséges, hogy műszereink és módszereink színvonalával — lehetőségeinkhez mérten — megközelítsük a világszínvonalat. A Geofizikai Intézetre ezért a *műszer- és módszerkutatásban* is nehéz feladat hárul. Ezt a

szeizmikus berendezés volt a felszabadulás után magyar geofizikai műszergyártás első jelentős — külföldön is ismert — konstrukciója, amely a Magyar Geofizikai Mérőműszergyár megalakítását időszerűvé tette. Mind a szeizmikus, gravitációs, geoelektromos és radioaktív műszerkutatásban, mind pedig a módszerkutatásban sok figyelemre méltó eredményt értek el az Intézet kutatói.

Úgy gondoljuk, hogy ezek az eredmények nem csupán a geofizikusoknak, hanem a műszeripar szakembereinek érdeklődésére is méltók. Kívánjuk, hogy a különböző szervezeti egységekben, de hasonló témán dolgozó szakemberek együttműködésével még jelentősebb, a hazai földtani feladatok megoldását fokozottabban előbbrevívő és egyben a hazai műszergyártást is segítő műszer- és módszerkutatási eredmények szülessenek.

Munkánk hathatós támogatását reméljük az ez év július 1-én létrehozott Központi Földtani Hivaltól, a Magyar Geofizikusok Egyesületétől, az eddig is jelentős támogatást nyújtó Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztől, továbbá valamennyi intézménytől és szervtől, amellyel a népgazdaság érdekeit szem előtt tartva, közös feladataink vannak.

Reméljük, hogy az Intézet nem is távoli jubileumán, amikor 1919-től számított fennállásának 50. évét ünnepeljük, a most felvázolt

célkitűzések számos eredményét tárhatjuk a hazai és külföldi szakközönség elé.

Felszíni geofizika

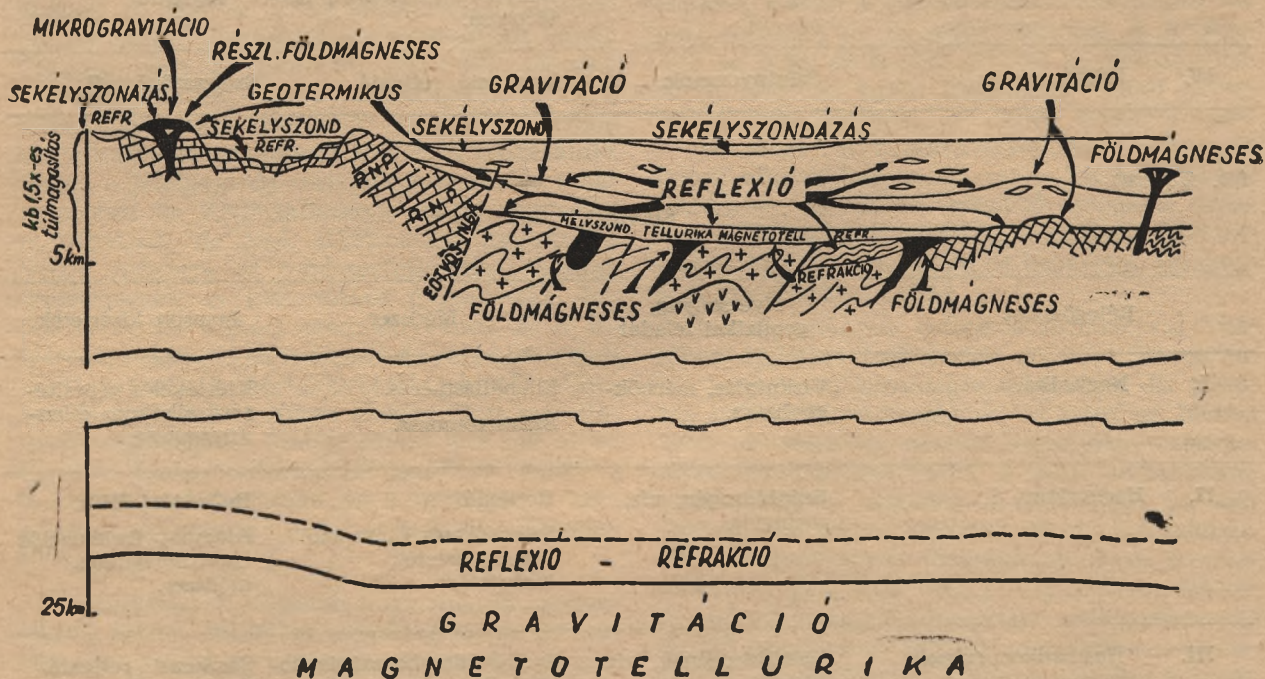
Írta: Posgay Károly — Rádler Béla

Előadásunkban a felszíni geofizikai kutatások célszerű fejlesztésére teszünk javaslatot. Úgy gondoljuk, hogy a magyar geofizikai kutatás akkor fejlődik helyesen, ha a legfontosabb földtani feladatok megoldására válik alkalmassá. Ezért először azokat a legfontosabb földtani feladatokat vázoljuk, amelyek megoldásánál szükségesnek látjuk a felszíni geofizikai módszerek alkalmazását. Ez az a reális alap, amelynek figyelembe vételével a módszer- és műszerfej-

ni, hiszen ezek határozzák meg a geofizikai kutatások súlypontját. A fejlődési irányvonal megszabásánál elegendő ezek figyelembe vétele. Az 1. ábrán továbbá az 1. a és 1. b. táblázatban összefoglalóan szemléltetjük mondanivalónkat.

Felszínközeli kutatások, negyedkori rétegek

A síkvidéki kismélységű geofizikai mérések célja a víz- és mérnökföldtani kutatások elősegítése. Fő módszere az elektromos ellenállás-



1. sz. ábra. A fontosabb magyarországi földtani kutatási feladatok és a megoldásukra alkalmas, ill. ki-fejlesztendő geofizikai módszerek szemléltető vázlata

lesztés irányát, valamint optimális volumenét is megadhatjuk.

A földtani feladatok kitűzésénél természetesen nem törekedhetünk teljességre. A legfontosabb igényeket érdemes csupán számításba ven-

mérés. Ennek síkvidéki használhatóságáról még kevés, — bár kedvező tapasztalatunk van. A jelenleg folyó alföldi kutatások komplex értelmezésétől várjuk a geofizika vízkutatói szerepének, kivitelezési módjának és gazdaságos vo-

Hegyvidék

	Rétegösszet	Nyersanyag, geofizikai feladat	Módszer	Javasolt kísérletek
I.	Negyedkor	Vizkutatás, mérnök-geofizika	Ellenállásmérés Refrakció Szintnyomozás	
II.	Harmadkor	Barnaköszén kutatása	Refrakció Ellenállásmérés Gravitációs, földmágneses Szintnyomozás; törések kimutatása	Reflexió
III.	Harmadkori rétegek medencealjazata a) mészkő-dolomitos mezozoikum és kristályos b) Egyéb mezozoós és paleozoós rétegek	Feketeköszén, vasérc, bauxit, színesérc, vegyes, víz kutatása	Szintnyomozás Kis mélységben: ellenállásmérés, refrakció Közepes mélység: tellurika és dipól, ill. magnetotellurika, továbbá refrakció Elő kutatás: gravitációs, földmágneses Bonyolult tektonika meghatározása.	Reflexió
IV.	Kéreg	Szintnyomozás	Refrakció, reflexió.	Szélesszögű refl.

Síkvidék

	Rétegösszet	Nyersanyag, geofizikai feladat	Módszer	Javasolt kísérletek
I.	Negyedkor	Vizkutatás, mérnök-geofizika.	Ellenállásmérés. Szintnyomozás.	Kiértékelés gépesítésére alkalmas ellenállásmérők.
II.	Harmadkor	Szénhidrogén, víz, melegvíz.	Reflexió. Szintkövetés, finom szerkezeti részletek kimutatása.	Reflexió + CVL. Alacsony frekvenciás elektromágneses módszer.
III.	Harmadkori rétegek medencealjazata a) Flis b) Mészkő-dolomitos mezozoikum, kristályos medencealjazat	Szénhidrogének, vizkutatás.	Erodált domborzat és bonyolult szerkezet nyomozása Felszínére refrakció és reflexió Tellurika + dipol, ill. magnetotellurika, gravitáció, mágneses	Szerkezet: reflexió. Diplószondázás, magnetotellurika
IV.	Kéreg		Szintnyomozás. Refrakció, reflexió.	Szélesszögű reflexió.

lumenének meghatározásához szükséges adatokat.

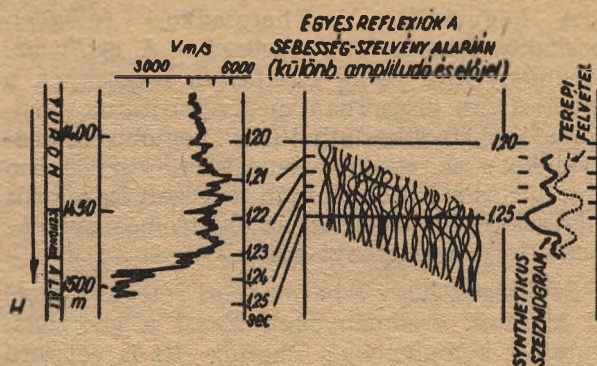
A hegyvidéken adataink már biztosabbak. Itt a felszínközeli rétegek vannak, ezért függőleges irányban hamarabb és biztosabban találunk olyan ugrásszerű fizikai változást, amely a geofizikai módszerek alkalmazása szempontjából lényeges. A mérnök-geofizikai refrakciós és ellenállásmérések eddig is jól használhatónak bizonyultak, főleg fiatal üledékekkel elfedett sziklaközetek felszínének meghatározására.

Harmadkori rétegek

A síkvidéken a fiatal harmadkori medence üledékösszlet legfontosabb nyersanyaga a szénhidrogén, ez az összlet vizet, melegvizet is tárol.

A harmadkori medence üledékösszlet a hazai geofizikai kutatások fő bázisa. A geofizikai kutatások tették eredményessé a nyersanyagkutatásokat ebben a rétegösszletben. A kutatást eleinte viszonylag egyszerűen értelmezhető gravitációs indikációk vezérelték. A jelenlegi kutatások fő bázisát a szeizmikusan kimutatott pozitív hajlott formák, ún. alszerkezetek adják. Tudjuk, hogy a finomabb szerkezeti elemek, csapdák (lencsék, egyéb kiemelkedések, törések) fontossága nagy. Szerepük a hazai geofizikai kőolajkutatások szempontjából még tisztázandó. Ehhez a jelenlegi új szeizmikus reflexiós magnetofonos és RNP műszerek máris segítséget nyújthatnak, de ezek alkalmazása mellett intenzív műszer- és módszerfejlesztést tartunk szükségesnek. A kistorzítású műszerekkel kapott reflexiós mérési eredményeknek és a folyamatos akusztikus lyukszelvényezésnek egyesített gépesített kiértékelésétől jelentős előrehaladást várunk: a gyors elektronikus számítógépek segítségével feldolgozható lesz sok olyan további fontos információ, amelvek eddig a műszerek pontatlansága és a feldolgozás korlátozott volumene miatt elveszett (Posgay, 1964).

Ha figyelembe vesszük, hogy még az egyszerűnek látszó reflexiós szeizmogramok is milyen bonyolult keletkezési folyamatot takarnak, a fenti következtetést magától értetődőnek kell tartanunk. A folyamatos szeizmikus sebességszelvényezések alapján közölt irodalmi adatok szerint figyelembe kell venni, hogy általában 100 m-nyi vertikális szelvényben legalább 100 sebességváltozással kell számolnunk (Dürschner, 1958). Minden változásnál keletkezik kisebb-nagyobb reflexió. Ezek alakja a felső rétegeken áthaladva erősen megváltozik. Műszerünkkel a tér különböző helyeiről csaknem egy időben érkező jeleket észleljük.



2. sz. ábra. Folytonos szeizmikus sebességszelvényből előállított szeizmogramrészlet

Baloldalt: sebességszelvény

Középen: a feltételezett reflexiós összetevők

Jobboldalt: a grafikus összegezéssel és a terepen kapott nyom

(Dürschner nyomán)

A 2. ábra baloldalán a folytonos szeizmikus sebességszelvényezés eredményét látjuk; középen az egyes reflexiós összetevőket, jobboldalt pedig grafikus összegezésüket és az eredeti terepi felvételt. A valóságban a kép még bonyolultabb, hiszen a tér különböző irányából kapott reflexiók is összegeződhetnek. A kívánalom az, hogy az eredeti jelekre következtethessünk, mert az egyes összetevők valódi határfelületeket jeleznek. Ez teljes részletességgel — márcsak a magasfrekvenciás összetevők gyors elnyelődése miatt is — kivihetetlennek látszik —, de számos közelítő megoldás (frekvencia, látszólagos sebesség, látszólagos hullámhossz alapján történő szűrés) ismeretes. (Embree —Burg—Backus, 1963.).

A hagyományos reflexiós technikával általában egyetlen frekvenciát emelünk ki, de főleg a végtelen látszólagos sebességet. Ez jelentős információvesztés és — mint az Intézet 1963. évi kísérleti mérései mutatják — sokszor téves értelmezésre vezet. A fenti paraméterek változtatásával ellenben a megfigyelt jel már összecsoportokra bontható, és így vizsgálható. Ez a hagyományos technikával olyan munkatöbbletet igényelne, amely rutinmérések feldolgozásánál keresztülvihetetlen. Nagysebességű elektronikus számítógépekkel azonban a variációkat és döntéseket automatizáltan, gyorsan kaphatjuk. Ebben a műveletben a folytonos szeizmikus sebességszelvény mint alapadat, ill. feltételi egyenlet szerepelhet.

Feltétlenül figyelmet érdemelnek az alacsonyfrekvenciás rádióhullámokkal külföldön végzett kísérletek. Az irodalmi közlések szerint ilyen mérésekkel szénhidrogének kutathatók (Owens, 1962.). Megfontolandónak tartjuk az eredmények helyszíni tanulmányozását, esetleg a hannoveri „Owens Electronics” cég hazai bemutatóját.

A hegyvidéken a harmadkori rétegben barnaköszéntelemek ismeretesek. A geofizikai eredményekről eddig ezeknek a rétegeknek a szerkezetére elsősorban medencealjzatuk domborzatából következtethetünk. Legjobb eredményeinket az eocén barnaköszénmedencékben gravitációs mérések alapján tervezett refrakciós mérésekkel értük el, de az elektromos szondázások is jó eredményt adtak.

Szükséges, hogy a harmadkori rétegösszletből is kapjunk eredményeket. Ezzel a geofizikai kutatást komplexebbé tehetjük. Itt is célszerű reflexiós mérések alkalmazására törekedni. A reflexiós eljárás számára idegen szerkezeti viszonyok miatt azonban előzőleg műszer- és módszerkutatás szükséges. Magnetofonos műszer és RNP alkalmazásától máris hasznos eredmények várhatók.

Harmadkori rétegek medencealjzata

A síkvidék egy részén a harmadkori rétegek alatt kréta-eocén flis jellegű képződmény található. Ennek szerkezetéről, nyersanyagtartalmáról, vastagságáról keveset tudunk. Kutatásra megfelelő geofizikai mérési eljárás eddig még nem alakult ki. A legújabb geofizikai eredményekből feltételezhető, hogy a flis összlet vastagsága több ezer métert is elérhet. Mivel ezek a rétegek a Törtel—Hajdúszoboszló-i olajgáz övezettel láthatólag kapcsolatban vannak (Körössy, 1962.), kutatásukra törekedni kell. A flis rétegek felszíne, vagy egy, felszínük közélébe eső réteg mélységviszonyai reflexiós mérésekkel kedvező esetben meghatározhatók. A flis-kutatás első fázisaként ezért reflexiós módszer- és műszerfejlesztést tartunk szükségesnek. Az első kísérleteket magnetofonos műszerrel és RNP-vel megkezdjük. A mérések során Szolnok környékén a jó és sok reflexiót adó pannonösszlet alatt egy eróziós diszkordáns felszínre következtethetünk, amelynél a fődösszlet alsó tagjai kiékelődnek. Ez a felület a flis felszíne lehet; mélysége ennek nem mond ellent.

A főleg mészköves-dolomitos mezozoikum, a főleg palás, kvarcitos, homokköves paleozoikum és a kristályos alaphegység, mint medencealjzat, a geofizikai kutatások egyik legfontosabb horizontja. A medencealjzat szerepe általában relatív és közvetett: a felsőbb szintek kutatási keretét adja. A medencealjzatot a síkvidéken kombinált tellurikus és dipól, ill. magnetotellurikus és refrakciós mérésekkel kutatjuk.

A hegyvidékek harmadkori belső, vagy peremi medencéinek aljzatában ugyanezek a kép-

ződmények szerepelnek. Bauxit, vasérc, egyéb ércek, fekete köszéntelemek vannak kapcsolatban a medencealjzattal. Hegyvidéken a medencealjzat mélysége kisebb, mint a síkvidéken, itt ellenállásméréssel is követhető.

A mezozoós és paleozoós képződmények belső szerkezetének geofizikai kutatása nagyon kezdetleges állapotban van, holott a földtani kutatás szempontjából pl. a mecseki liász vagy perm összlet szerkezetének ismerete rendkívül fontos lenne. Ehhez intenzív műszer- és módszerfejlesztést tartunk szükségesnek. Elsősorban a reflexiós módszertől várhatunk eredményeket: RNP-vel, magnetofonos berendezéssel, valamint új rengéskeltési eljárásokkal célszerű kísérleteket kezdeni.

Kéreg

A hazai kéregkutatás már 10 éves múltra tekinthet vissza. Az eredmények egyelőre tudományos jelentőségűek. A kutatásokat 1964-ben már a szocialista országok geofizikusaival közösen tervezett szelvényrendszerben végeztük. Ezekkel a mérésekkel a Kárpát-Balkán-i területen a másodrendű nagyszerkezeti egységeken és határvonalakban tanulmányozzuk a kéreg felépítését.

A kéregkutatás módszerfejlesztését célzó hazai kísérletek célja, hogy egyrészt a viszonylag kedvezőtlen lehetőségek között is a nemzetközi kötelezettségnek eleget tegyünk, — másrészt, hogy ne csupán a másodrendű nagyszerkezeti egységek dimenziójában, hanem (amennyiben lehetséges) a nyersanyagkutatás szempontjából fontosabb, harmadrendű nagyszerkezeti egységekre is kapjunk adatokat.

Következtetés

A geofizikai módszerek alkalmazása sok földtani feladat megoldásánál adott szép eredményeket, és valamennyi várható feladat megoldásában eredményesnek ígérkezik, sőt nélkülözhetetlennek látszik. A feladatok megoldásához jelentős műszer- és módszerfejlesztésre van szükség. A műszer- és módszerkutatás ezért a hazai földtani kutatás szempontjából ugyanolyan lényegesnek látszik, mint külkereskedelmi, vagy expedíciós szempontból. A geofizikai kutatásoknak világviszonylatban is súlypontját képező reflexiós mérések fejlesztése mellett az elektromos kutatások fejlesztése látszik célszerűnek a földtani feladatok megoldása szempontjából.

1. *Posgay K.* (1964.): A szeizmikus módszer legújabb eredményei, alkalmazásának lehetőségei. Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványai.
2. *Dürschner, H.* (1958.): Synthetic Seismograms from Continuous Velocity Logs. Geophysical Prospecting, Vol. VI., No. 3. Sept. — 272.
3. *Embree, P., Burg, J. P. and Backus, M. M.* (1963.): Videband Velocity Filtering — the Pie-Slice Process. Geophysics, Vol. XXVIII, No. 6. (Dec.) p. 948.
4. *Owens, W. D.* (1962.): How the Radio-Frequency Method Works as an Exploration Tool. Oil and Gas Journal, Oct. — p. 132.
5. *Dr. Körössy L.* (1962.): A Nagy Magyar Alföld mélyföldtani viszonyai. Kandidátusi értekezés.

Mélyfúrási geofizika

Írta: Márhoffer József és Sebestyén Károly

A hazai mélyfúrási geofizika fejlődésének útját leginkább jellemezhetjük azokkal a problémakörökkel, amelyeket vizsgálatai körébe bevont. Ebből a szempontból a fejlődés az alábbi fokozatokon haladt keresztül:

1. Első kezdeti lépésként francia műszerekkel, francia megbizásból működő szakemberek végezték a méréseket kizárólagosan olajkutatási célokból.

2. A második időszakban szovjet kutatások hatására a BKZ mérések és általában a rétegek mélyebb elemzésének bevezetése történt meg.

Erre az időszakra esik a magyar műszergyártás megindulása.

Ekkor veszik kezdetüket azok a törekvések, amelyek a kőolajkutatáson kívül más területekre, elsősorban a víz- és kőszénkutatás területére is be kívánják vezetni a karottázs méréseket.

3. A harmadik időszakot az új módszerek kikísérletezésére és bevezetésére való törekvés jellemzi. Használatba kerülnek a rádióaktív módszerek, a mikroellenállás módszerek és a fókuszált áramterű ellenállás módszerek.

Erre az időszakra jellemző, hogy a karottázs-mérések alkalmazása általánossá válik a nem olajkutató fúrásokban és speciális feladatok megoldására használják az olajkutató fúrásokban.

Ekkor válik kutatási feladattá a fúrólukak radiológiai vizsgálatával egyes elemek jelenlétének kimutatása és mennyiségének meghatározása.

Az első két időszakra jellemző, hogy a feladatok megoldásán túl kevés önálló kutatási motívumot tartalmazott, legalább is módszertani és műszerteknikai vonatkozásban.

Olajkutatás területén az első időszak feladata az 1000—2000 m közötti mélységeig lefúrt és agyagmárga-homokkő összleteket harántolt fúrásokban a szénhidrogén tároló rétegek kimutatása, azok mélységi helyeinek meghatározása volt.

Később a harántolt rétegösszletek bonyolultsága, az erősen agyagos homokkő, valamint a másodlagos porozitású repedezett tárolók kutatása, a kutatási átlagmélység növelése, és főképp a termelési problémák megoldásába való bekapcsolódás, az addig alkalmazott geofizikai módszerek bővítését tették szükségsszerűvé. Bevezetésre és széleskörű alkalmazásra kerültek az elektromos módszerek közül a BKZ, a Gulf-Coast és a mikrolog eljárások, melyek egyedi vagy kombinált alkalmazásával egyes esetekben különböző geofizikai paraméterek meghatározásával megbecsülhetővé vált a vizsgált réteg szénhidrogén telítettségének foka és a porozitásának mértéke. Bonyolult, litológiai-lag zavart rétegsor esetében pedig kijelölhetők a porózus, szénhidrogén tárolására alkalmas rétegek. A nagylengyeli repedezett mészkőtároló feltárásánál rendszeresítették a rádióaktív mérési módszerek közül a természetes gamma és a neutron gamma méréseket. Elkezdték a laterológ mérési eljárás elméleti és gyakorlati kidolgozását.

A nem olajkutatási területen való alkalmazás elsősorban vizkutatásban nyújtott jelentős eredményeket. Néhány év munkálatai megbizonyították, hogy a karottázs mérések már a leg-egyszerűbb mérési kombinációkban (1 PS, 1 potenciál és 1 gradiens ellenállás görbe) olyan biztonsággal szolgáltatják a víztárolásra alkalmas rétegeket, hogy a fúrási és csövezési technika alapjául is szolgálhatnak. Ezt tükrözi az

új vízügyi szabvány is, mely a karottázs méréseket kötelezően előírja.

A kőszénkutatás volt a másik terület, melyen a hagyományos karottázs eljárások alkalmazást nyertek. Az eredmények a földtani felépítés függvényében több-kevesebb eredményt hoztak, de nem jelentettek végleges megoldást még a kőszének detektálásában sem.

A radiológiai eljárások közül először a természetes gamma sugárzás, majd a szórt gamma sugárzás (gamma-gamma mérés) és a neutron gamma mérések alkalmazása kezdődött meg.

Vízkutató fúrásokban a természetes gamma sugár eloszlásának mérése jelentősen kiegészítette az elektromos mérésekből nyerhető interpretációt. Nem csak a folyadékviszonyoktól függetlenítette a homokrétegek felismerését, hanem lehetővé tette az esetleges agyagos szennyeződés megállapítását is.

A gamma-gamma mérések alkalmazása pedig megnyitotta az útját a porozitás meghatározásának (a térfogatsúly segítségével). Legnagyobb jelentőségüket a radiológiai mérések mégis a kőszénkutató fúrásokban érték el. Már a természetes rádióaktív tulajdonságaik alapján is általában elválnak a széntelepek a meddő rétegektől. A gamma-gamma mérés viszont nem csak a megnyugtató detektálást oldja meg, hanem a térfogatsúly és ezáltal a hamutartalom kiszámítására is lehetőséget nyújt.

Eredményesnek mutatkoztak a karottázs mérések más ásványi nyersanyagok kutatásában is (pl. bauxit, mangán stb.).

A vázolt feladatok megoldása nem igényelte újabb elven működő berendezések szerkesztését. A radiológiai problémák megoldása a GM számlálócsővel (v. szcintillációs detektorral) működő szintmérő műszerekkel lehetséges volt, csupán a megfelelő izotóp csatlakozásának szükségessége merült fel, és az interpretációs tevékenységet kellett megfelelően kifejleszteni.

A kutatásokkal szembeni igények a továbbiakban egyre sokrétűbbé váltak. Nemcsak az egyes módszerek által szolgáltatott mérési eredmények pontosabbá, mennyiségi analízisre alkalmasabbá tétel lett a feladat, hanem szükségessé váltak a korszerű mérési kombinációk bevezetéséhez alkalmas eszközök is.

Szénhidrogén kutatás esetében a problémák súlypontja a szénhidrogén szempontjából reményteljes mélysintek (5000—6000 m mélységig) kutatására és feltárására irányul. Ezen a területen figyelembe kell venni, hogy az eddigi kutatások során egyes alföldi fúrásokban nagy túlnyomású rétegekkel és magas talpi hőmérséklettel találkoztak. Így például U—7. számú fúrásban 2000 m-ben a réteg nyomása 322 at volt, Kab—4. sz. fúrásban pedig ugyancsak 2000 m-es talpmélységnél a hőmérséklet 156 °C volt. Ilven körülmények között a lemélyítésre kerülő fúrásokban a geofizikai műveleteket ma-

gas hőmérsékleten és nagy fajsúlyú iszapban kell elvégezni.

A továbbiakban nagy hő (300 °C) és nyomás (1000 at.) tűrő kisátmérőjű karottázs és rétegmegnyitási eszközöket kell üzembeállítani. Fel kell készülni, hogy a fúrás-műszaki problémák megelőzésére különleges öblítőfolyadék (olajbázisú iszap stb.) alkalmazásakor, illetve agresszív sósvíz betöltése esetében új karottázs mérési eljárások bevezetése megtörténhessen.

A mélységnövekedésből származó feladatokon kívül az eddig vizsgált mélységekben hatékonyabbá kell tenni a karottázs értelmezés munkáját.

Az aránylag nagy vastagságú homogén homokkő tároló rétegek értelmezésénél problémát jelent a permeabilitás becslése, a visszamaradó szénhidrogén mennyiségének meghatározására; továbbá a porozitás becslés és egyes kutatási területeken a rétegvíz ellenállásának meghatározása.

A probléma megoldására laboratóriumi mérésekkel meg kell határozni a tároló kőzetek fajlagos ellenállása és átteresztő képesség közötti összefüggést. Tanulmányozni kell az átmeneti zóna paramétereit és ki kell dolgozni karottázs kábellel működő rétegvizsgáló eszközöket.

Agyagos homokkövek minőségi értelmezése (azaz szénhidrogén tároló kijelölése) is egyes esetekben pl. a vékony homokos-agyag és agyagos-homokcsíkok váltakozásánál jelenleg megoldatlan. Ide tartozik a flis jellegű és a tufás összletek értelmezése, amelyeknél többnyire csak a tárolónak feltételezhető intervallumok kijelölése történik meg.

A feladat megoldására széleskörű elméleti és gyakorlati munka kezdődött, mely eredményekkel kecsegtet.

A termelés problémáinak vizsgálata kapcsán eredménnyel próbálták ki a neutron-gamma méréseket a felső pannon agyag-homokkő összeleiteinek száraz kútjaiban a termeltetés közbeni gáz-vízhatár mozgásának nyomon követésére.

A továbbiakban egyrészt szükséges a viszonyítási értelmezési eljárás vegyes, tehát díszperz agyagot tartalmazó szendvics-rétegekre is kidolgozni, másrészt pedig új, külföldön eredménnyel alkalmazott mérési módszereket, így pl. indukciós szelvényezést kell kipróbálni.

Tágabb értelemben ehhez a csoporthoz tartozik a konglomerát tárolók értelmezése, amelyeknél a tengely és radiális irányú formáció faktor változékonysága miatt egyes esetekben a minőségi interpretáció is komoly nehézségekbe ütközik. A probléma megoldására sok energiát igénylő munkát végeznek.

Eredményesnek mutatkozik a két különböző szondahosszal végzett neutron-gamma mérés a pusztaföldvári konglomerátum gáz-olaj fázis-határának kimutatására. A módszert, amely a

gamma-gamma mérési eljárás kombinációjával bővíthető, más tároló típusokban is ki kell próbálni. A konglomerátum olajzónáinak kimutatására két pusztaföldvári kútban kísérleteket végeztek elektro-kémiai mérési eljárások (redox potenciál, pH mérés) alkalmazásával.

A továbbiakban az elektrokémiai módszerek alkalmazási technológiájának egyszerűsítése lehetővé teszi az eredményes, széleskörű bevezetést.

A *másodlagos porozitással* rendelkező karbonátos tárolók értelmezési problémája egyrészt, hogy a különböző típusú homokkő tárolóknál meghatározható geofizikai paraméterek (ellenállás, neutron tulajdonság stb.) és effektív porozitás, valamint az olajtelítettség tényezők közötti kapcsolat a nagymértékű tapadóvíz jelenléte miatt hiányzik, másrészt az elárasztott zóna mélysége oly nagy, hogy az érintetlen zóna a meglévő mérési módszerekkel nem érzékelhető. Ezen okok miatt a repedezett karbonátos tárolók minőségi értelmezése komoly nehézségekbe ütközik.

Komoly előrelépést jelentene a bonyolult feladat megoldásában a hasadékvizsgáló-neutron-gamma laterolog kombináció módszerének üzemszerű bevezetése. Sikerral próbálták ki a repedezett zónák olajos szakaszainak kijelölésére az elektro-kémiai eljárásokat is.

Köszénkutatás esetében a gamma-gamma méréseket azonos szintre kalibrálva fel kell használni a telepek térfogatsúlyának meghatározására, ami egyrészt a készletszámítások pontosságának növelését teszi lehetővé, másrészt a hamutartalom meghatározását is lehetővé teszi.

Az *ásványkutató és a földtani alapfúrások* vizsgálatában a kutatásoknak radiológiai módszerek felhasználásával a makroszkópos analízistől az egyes elemek közvetlen kimutatására alkalmas megoldások felé kell haladniuk. A nagymélységű fúrások vizsgálatának igénye a magasabb hőmérsékletek elviselésére alkalmas eszközök kikísérletezését hozták előtérbe. A nagyobb mélységek egyúttal ráirányították a figyelmet az egyszerre több paraméter mérésére alkalmas karottázs berendezés létrehozásának jelentőségére.

Jelenleg ezek tekinthetők a legfontosabb kutatási feladatoknak, természetesen a fent felsorolt feladatok megfontolást igényel az, hogy a felsorolt főfeladatok műszeres vonatkozásainak melyike oldható meg saját kutatásokkal, és melyiket célszerű beszerezni, elsősorban KGST országokból, vagy ezen kívül eső területről. Az nyilvánvaló, hogy pl. az akusztikus karottázs méréseket a karottázs interpretáció és a szeizmikus kutatások egyaránt nélkülözik. Bevezetésük évek óta aktuális, de a műszer beszerezhetősége miatti nehézségek mindeddig nem tették ezt lehetővé. Előállítására irányuló hazai

műszerkutatások megindítása mégsem látszik kellően megalapozottnak.

A másik modern karottázs eljárásnak — az indukciós ellenállásmérésnek — előnyös alkalmazhatósága szintén indokolja minél gyorsabb bevezetését. Ha azt akarjuk, hogy a megfelelő műszer létrehozására vonatkozó törekvéseink ne jussanak az akusztikus berendezés sorsára, akkor a rendelkezésünkre álló tapasztalatok megfelelő felderítése és felhasználása alapján intenzíven foglalkoznunk kell a műszer létrehozására és a kiértékelés segédeszközeinek elméletileg megalapozott és modelleken ellenőrzött megteremtésével.

A *radiológiai kutatások* területén a mélyfúrás geofizika elé tűzött cél: az elemek detektálása két irányú intenzív kutató munkát igényel. Az egyik irány a kimutatni kívánt elem megfelelő izotópjának létrehozására alkalmas neutron forrás, vagyis a fúrólukban alkalmazható neutron generátor, amelynek végsőleges kialakításában többféle energiájú neutronok meghatározott időtartamú kibocsátására alkalmasnak kell lennie. Nyilvánvaló, hogy jelenlegi erőink egy ilyen kérdés megoldásához elégtelenek, de azok az eredményes kísérletek, melyek a KFKI-ben hazai neutron generátor laboratóriumi kialakítását lehetővé tették, azzal a reménnyel töltenek el bennünket, hogy a megfelelő kapcsolatok létrehozásával a lyuk-neutron-generátor kérdései megoldódnak. Távolról sem akarjuk itt azt állítani, hogy egy első modellel kialakításával mindenfajta kérdés, minden mélységű fúrásban, minden problémát megold, de tapasztalatgyűjtésre ad lehetőséget.

A második kutatási irány: a keltett sugárzás detektálása és analízisének. Laboratóriumi vizsgálatban ez a kérdés szintén megoldott, de a mélyfúrás geofizikai alkalmazásnál még a megoldások irányainak elvi kérdései is tisztázásra várnak (pl. magnós jele rögzítés és sokcsatornás analízátor későbbi, vagy néhány csatorna azonnali analízissal stb.).

A tendenciák figyelembe vételével azt állapíthatjuk meg, hogy a fúrólukok minél rövidebb ideig való igénybevétele és a lehető legszélesebb információnyerés egymásnak ellentmondó feltételei egyidőben úgy nyerhetnek kielégítést, ha a mérés folyamán impulzus anyag amplitúdó, beütésszám, mélységelosztás stb. adatai reprodukálható módon rögzítést nyernek, és az utólagos analízist lehetővé teszik.

Mindezeket összefoglalva azt állapíthatjuk meg, hogy a mélyfúrás geofizikai hazai feladatok közül jelen pillanatban a műszer és az ezekhez kapcsolódó módszerkutatások a leg sürgetőbbek. A fent felsorolt problémák is azt igazolják, hogy nem szabad megfele-

kezni azokról a munkálatokról sem, melyek a karottázs mérési anyagnak a regionális földtani értelmezésben való minél eredményesebb felhasználását célozzák, és arról a segítségnyújtási kötelezettségről, amely a fúrás műszaki álla-

potának vizsgálatában a karottázs szakemberre hárul.

Végezetül, mint állandó feladat jelentkezik a karottázs vizsgálatok leggazdaságosabb elvégzése.

Az elméleti geofizika

Írta: Barta György

A Föld egy nagy fizikai test. A mindennapi életben megszokottaktól csak méreteiben különbözik. Méretei és az emberi életben betöltött különleges szerepe miatt fizikai tulajdonságait az alkalmazott fizikának egy külön ága, a geofizika vizsgálja. Ebből a megfontolásból következik, hogy a geofizika elméleti alapját részben a kísérleti és elméleti fizika eredményei, részben a nagy területekre, sőt lehetőleg az egész Földre kiterjedő mérési adatai szolgáltatják. Az elméleti geofizikus feladata, hogy ezekből a különböző alapokból a Föld fizikai jelenségeinek magyarázatát kutassa, sőt ezen túlmenően lehetőleg új jelenségek létezését előre jelezze, illetőleg azokat felfedezze. A Föld anyagai szoros egységet képeznek; sajátosságai és folyamatai a felszíni formákat és a külső kéreg felépítését is meghatározzák. A Föld pontosabb megismerésén keresztül ezért az elméleti geofizika a nyersanyagkutatót is elősegíti. A vizsgálati módszerére vonatkozó alapokat a fizikusok szolgáltatják, míg a Földre vonatkozó mérési adatok összegyűjtésén és értelmezésén már a geofizikusok fáradoznak.

Magyarországon a második világháború végén az elméleti geofizikát meglehetősen elhanyagolták. Mágneses és gravitációs erőterünk időbeli változásáról és általános térbeli eloszlásáról keveset tudunk. Országos mágneses alaphálózat-mérésünk utoljára 1890-ben volt, gravitációs alaphálózattal pedig egyáltalán nem rendelkeztünk. Sem mágneses, sem gravitációs obszervatóriumunk nem működött, egy, a század elejéről származó elavult szeizmológiai obszervatóriumi hálózat küzdött a teljes megsemmisüléssel.

A reménytelennek látszó helyzetben csak az volt a biztató, hogy a nyersanyagkutatói céllal végzett felszíni geofizikai mérések fejlődésnek indultak. Az ilyen típusú munkák nem képzelhetők el az ország általános geofizikai képének ismerete és geofizikai alap kutatás nélkül; ezért ez a fejlődés az elméleti geofizikát

is magával vonta. Bizonyos kezdeti nekifutási idő elteltével — meglepően gyorsan — már az 50-es évek első felében kialakult az elméleti geofizikai munkák egy sokat ígérő csúcspontja. Az egyik első lépés ezen a területen a budakeszi ideiglenes mágneses obszervatórium működésének megindulása volt 1949 elején. Az obszervatórium variációs adatainak felhasználásával 1949—50-ben el tudtuk végezni a már nagyon régen égetően szükséges országos mágneses alaphálózat mérését. 1954-ben készült el a végleges elhelyezésű tihanyi geofizikai obszervatórium.

Az Eötvös működése óta eltelt évtizedekben igen sok gravitációs mérést végeztek az ország területén. A heterogén mérési anyag egységesítése céljából 1951—54. között készült el az első- és másodrendű országos gravitációs alaphálózat.

Ebben az időben alakultak ki a soproni Bányászati és a budapesti Tudományegyetem geofizikai tanszékei. A tanszékek megoldották a geofizikus utánpótlás kérdését és fontos elvi kutatási munkát is folytattak az oktatási tevékenység mellett.

1952-ben jelent meg először folyóiratunk, a Geofizikai Közlemények, és 1954-ben megalakult a Magyar Geofizikusok Egyesülete. A közlemények és az egyesület igen fontos szerepet játszottak a különböző geofizikai kutatások egységesítése terén. Lehetőséget nyújtottak ui. a geofizikusok gondolatainak közzlésére, terjesztésére és társadalmi keretet adtak a belföldi és külföldi szakmai kapcsolatok kiépítésére. Nem véletlen az, hogy éppen a folyóirat megjelenése és az egyesület alakulása idejében tűnt fel a Föld felépítéséről és folyamatairól két új geofizikai elgondolás hazánkban.

Az egyik gondolat az, hogy a Föld a geológiai korok folyamán nem zsugorodott, hanem táult. A probléma irodalmi gyökereit már régebben is megtaláljuk, de fizikai bizonyítékok összegyűjtésével egységes földfizikai elméletté

Magyarországon fejlesztették. Az elgondolás megadja a félévszázados Wegener-féle kontinens-vándorlási elmélet természetes energia-alapjait, és ezzel földfizikai jelentőségén túlmenően geológiai fontosságot is nyer; bizonyos fizikai elgondolásokhoz kapcsolódva pedig egységes kozmogóniai elméletté fejlődött. Az elmélet jelentősége a fizikai háttér részleteinek a kiépítésével növekszik, és valószínűleg még hosszú ideig a vizsgálat középpontjában marad.

A másik gondolat egy különleges magyar nehézséggel kapcsolatban fejlődött ki. Magyarországon ui. a mágneses értékek sorozataiban igen sok szakadás volt. Az egyes szakaszok egységesítése céljából részletesen kellett foglalkozni a magyarországi és szomszédos területek mágneses évszázados változásának sajátjával. Ennek a kutatásnak a folyamán alakult ki az az elgondolás, hogy a Föld belseje excentrikus felépítésű, és hogy Földünk inhomogenitása fontos jelenségek magyarázatául szolgálhat. A vizsgálat jelenleg a Föld energia-egyensúlya kérdésének irányában folyik, és valószínű, hogy a különböző fizikai jelenségek egyeztetése és a szükséges adatgyűjtés belátható időn belül eldönti, hogy milyen mértékű az excentricitás és inhomogenitás, és hogy ennek milyen földfelületi hatásai vannak. Az elvi geofizikának egyik igen fontos problémája, hogy meddig tekinthető a Föld homogén egyesületi alakzatának, és hogy mely kutatási pontoknál, illetve jelenségeknél kell elvetni ezt a matematikai absztrakciót, és kell helyettesíteni a fizikai valóságnak egy pontosabb megközelítésével.

Kb. 10 évvel ezelőtt a soproni Egyetem geofizikai tanszékéből fejlődött ki a Magyar Tudományos Akadémia soproni Geofizikai Kutató Laboratóriuma. A laboratórium Nagycenk mellett obszervatóriumot létesített, ahol rendszeresen regisztrálják a három földmágneses, két földi áram és a lélegelektromos komponens, vagyis a földi elektromágneses tér általános jellemző paramétereit.

A laboratórium munkatársai kezdetben főleg a földi áramokkal foglalkoztak. Így természetesen a rövid periódusú jelenségek vizsgálata került előtérbe. Az egyes jelenségek analízise mellett azok felépítési gyakoriságát vizsgálták. Munkájuk során egy újabban általánosan elfogadott és alkalmazott feldolgozási rendszert fejlesztettek ki, és eredményeikkel nemzetközi elismerést értek el. A már meglévő obszervatóriumi hálózat anyagának vizsgálatával, valamint mozgó obszervatóriumok időszakos méréseivel a belső földszerkezet elektromos kutatását országos jellegűvé fejlesztették.

Látjuk tehát, hogy az 50-es évtized első felében az elméleti geofizika igen lendületesen haladt, és mai eredményeink és fejlődő elgondolásaink jó része az akkori munkákban gyökerezik. Ez a fellendülés természetes volt, hi-

szén hatalmas hiányokat kellett pótolni, és tulajdonképpen ez a hiánypótlás mutatkozik a sokrétű érdekes feladatok tömeges megoldásában. Ezt a lendületes munkát azonban tovább kellett volna folytatni, illetve az eredményeket irodalmi közlésekkel rögzítve megbízható alapot kellett volna teremteni az újabb eredmények számára. Sajnos, a félévtizedes lendület rövidesen ellankadt, és utána erős visszaesés következett. Csak azok az eredmények bizonyultak tartósnak, amelyek mellett egyes kutatók egyéni érdeklődése biztosította a haladást.

Milyen irányban kívánjuk a további fejlődést biztosítani?

A gravitációs tér időbeli változásának a regisztrálása bízható kezdet után (1951.) csak meglehetősen későn, 1957-ben vált rendszeressé, és csak a Geofizikai Év és Együttműködés alatt 1960-ig sikerült fenntartani. E rövid működés is nemzetközi elismerésben részesült. Sajnálatos, hogy a gyakorlati kutatás súlyos feladatai mellett ez a fontos problémakör hazánkban még kevés figyelmet tudott kelteni. Jelenleg reményünk van arra, hogy a rendszeres regisztrálási munkát rövidesen megindíthatjuk.

Országos gravitációs alaphálózatmérésünk egy kelet-nyugat irányú pontsorán újból elvégezzük a méréseket, hogy a mérések között eltelt idő alatt esetleg bekövetkező változásokat megállapíthassuk. A mérést időnként megismételjük, és a vonalat lehetőleg a szomszédos országok területére is meghosszabbítjuk. Általában arra törekszünk, hogy gravitációs kutatásainkban a föld-alakkal kapcsolatos geodéziai szemlélet megerősödjék.

A Nemzetközi Geofizikai Év folyamán (1957-1960.) obszervatóriumaink fotokópiákat készítettek regisztrátumaikról, és bizonyos feldolgozásokkal együtt azokat kiküldték a nemzetközi gyűjtőközpontnak. A Nyugodt Nap Évében (1964—65.) a világ mágneses felmérésének keretében egy új országos mágneses alaphálózatmérést is végeztünk. Hogy a kisterületű kiegyenlítésből származó hibákat elkerüljük, a keleteurópai népi demokráciákkal együtt az adatok egységes nemzetközi feldolgozását tervezzük. Most kezd fejlődni hazánkban a paleomágneses kutatás. Első eredményei máris nemzetközi érdeklődést keltettek.

Az eddig felsoroltakhoz képest sokkal kedvezőtlenebb állapotban van ionoszféra-kutatásunk. A helyzet megjavítására nagy erőfeszítéseket kell még tennünk.

Szeizmikus és szeizmológiai módszerekkel kimutattuk, hogy a Mohorovičić-réteg Magyarországon viszonylag magasan fekszik. Kéregkutatásunk mintegy 10 éve folyik. Ennek nyomán egyre biztosabb eredményeket kapunk, és lassan megbízható kép alakul ki hazánk mélyszerkezetéről. További törekvésünk, hogy nemzetközi együttműködéssel a Kárpát-hegység és

Balkán-félsziget felépítését részletesen megvizsgáljuk.

Szeizmológiai csoportunk 1963-ban a Geofizikai Intézettől a Magyar Tudományos Akadémiához került. Remélhető, hogy ezzel az átszervezéssel eddig elhanyagolt szeizmológiai obszervatóriumi hálózatunk megújul, és munkaterülete az adatgyűjtésen túl a tudományos kutatásra is erősebben ki fog terjedni. Lehet, hogy ez az új szervezés egy egészséges irányzat első lépése volt.

Az eddigiekből látható, hogy az elméleti geofizikának igen sokrétű feladatot kell megoldania. A történeti fejlődés következtében a feladatok megoldására hivatott munkahelyek különböző intézmények hatáskörébe tartoznak. Ez az oka annak, hogy a kutatás egyénekhez kötött és esetleges. Ha jó képességű, munkakedvelő kutató dolgozik valamilyen területen, akkor ott a munka halad és szép eredményekkel jár. Az utánpótlás azonban ott sincs biztosítva. A kiöregedő kutató után a munka megszűnik. Az ilyen szervezési rendszerben új kutatási irányok megindítása is meglehetősen nehézkes, és modern, új műszerek beszerzése csaknem

lehetetlen, ezért gyakran kisegítő megoldásokkal kell kísérletezni.

A felvetett problémátömeg egy egységes elméleti geofizikai intézet létesítésével megoldható. Az egységes intézmény szervezetével az egységes kutatási elvek alkalmazását bizonyos mértékig a kutatásban résztvevő kutatók egyéni érdeklődésén túlmenően is biztosítani lehet. Egy ilyen szervezet létezése esetében sokkal egyenletesebb és biztosabb fejlődés érhető el, és nem kell tartanunk attól, hogy az elméleti geofizika fejlődése az 50-es évek elejéhez hasonló, kiugró teljesítmények után visszahanyatlak.

Az elméleti geofizika amellett, hogy felvilágosítást nyújt a magyarországi gravitációs és mágneses erőterek általános térbeli és időbeli eloszlásáról, új, egységes gondolatrendszerek felvetésével a nemzetközi tudománynak is hasznára van, és hozzájárul egész Földünk szerkezeti problémáinak megoldásához. Csak erős alapkutatási geofizika birtokában művelhetjük sikeresen tudományunk műszer- és módszerkutató, valamint nyersanyagkutató ágait. Elsőrendű kulturális kötelezettségünk, de anyagi érdekünk is tehát, hogy ezt a tudományágat továbbra is virágzásban tartsuk és fejlesszük.

Délkeletdunántúli földtani kutató fúrások geofizikai paraméter vizsgálata

Írta: Baranyi István és Elek István

Az utóbbi években a hasznos ásványi nyersanyagok kutatása, valamint a szerkezetkutatások terén a DK-Dunántúlon három szerv geofizikai szolgálata fejtett ki tevékenységet: az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt és a Mecseki Ércbányászati Vállalat.

Az említett szervek által végzett vizsgálatok során nagymennyiségű geofizikai mérési adat halmozódott fel, amelyek földtani értelmezését nagymértékben hátráltatta és hátráltatja ma is az a tény, hogy a sok felszíni mérési adat mellett nem ismerjük kellőképpen a különböző korú és kifejlődésű képződmények közetfizikai paramétereit, ami esetenként a felszíni mérések helytelen földtani értelmezéséhez vezethet.

Néhány évvel ezelőtt pl. a DK-dunántúli mágneses anomáliákról az volt a geofizikusok többségének a véleménye, hogy azok a kréta

korú vulkanikus termékekkel — főleg trachidoleritokkal — kapcsolatosak. Az utóbbi évek kutatásai igazolták, hogy a kristályos alaphegység is jelentős mágneses anomáliákat eredményezhet.

Míg viszonylag kevés mérés volt, a DK-Dunántúl területén — a 4700 m/sec szeizmikus sebességeket a gránitra vonatkoztattuk és csak arra. Az utóbbi években elvégzett mérési eredmények alapján kiderült, hogy a gránit ettől lényegesen eltérő sebességértékekkel is jelentkezhet, sőt 4700 m/sec sebességgel jelentkezhetnek egészen más képződmények is.

Jelen tanulmányunkban a Mecseki Ércbányászati Vállalat által a DK-Dunántúl különböző területrészein lemélyített 10 db kutatófúrás anyagát dolgoztuk fel, a fúrásokban elvégzett geofizikai vizsgálatok és a fúrások maganyagából erre a célra szedett kőzetminták fizikai pa-

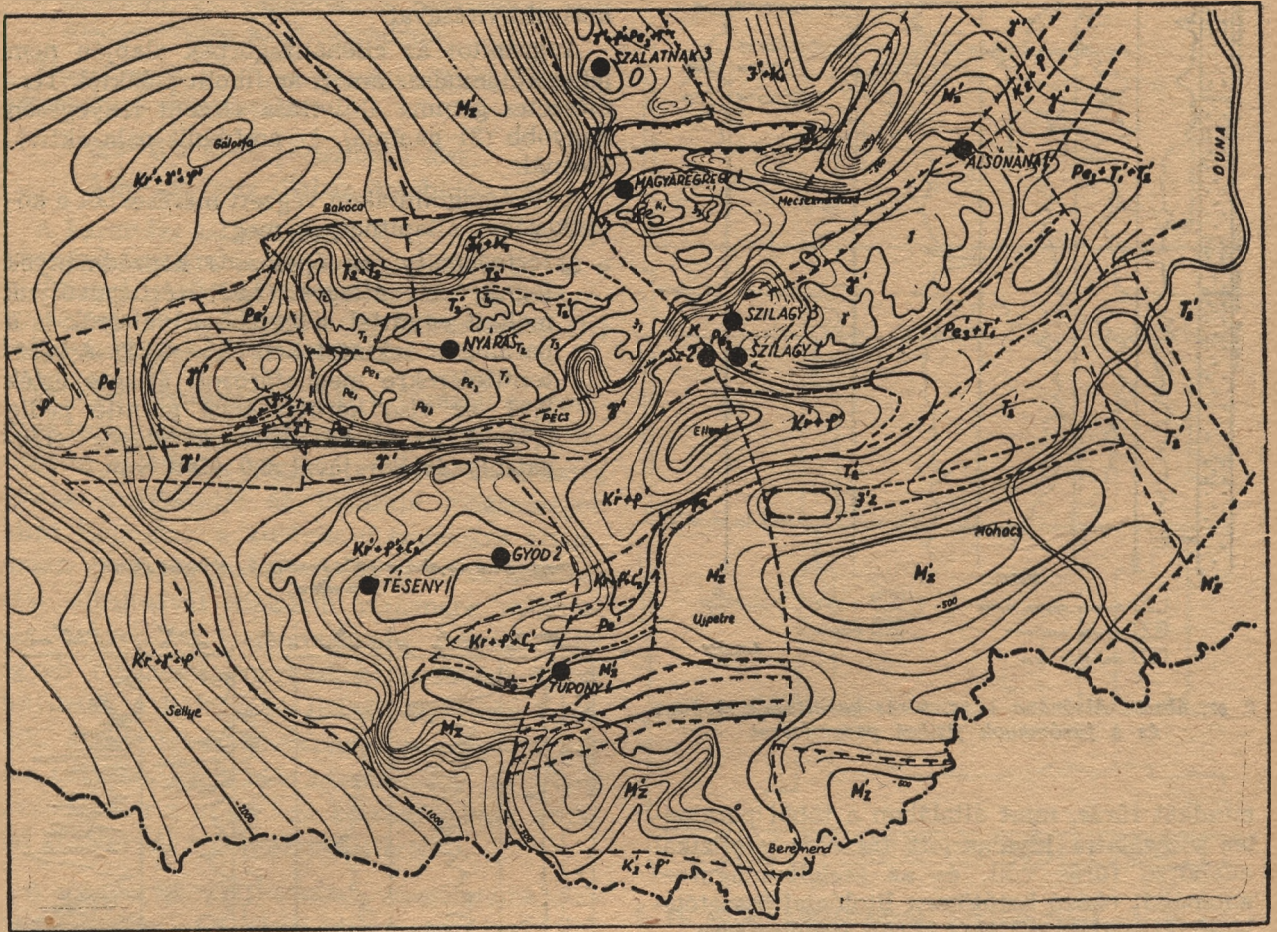
raméter meghatározása eredményeinek felhasználásával.

A fúrások helyei: Nyárásvölgy, Turony—1, Szalatnak—3, Szilágy—1—2—3, Alsónána—1, Gyód—2, Magyaregregy—1, Téseny—1. (1. ábra.)

c) Szuszceptibilitás,

d) Koenigsberger-együttható ($Q = \frac{I_r}{I_i}$)

3. Sebesség meghatározás fúrómagokon.
Műszer: IPA-típusú szovjet gyártmányú ultrahangos szeizmoszkóp.



1. sz. ábra. A vizsgált fúrások helyszínrajza (a földtani nagyszerkezeti vázlatban)

A közetfizikai paramétereket a fenti fúrásokban az alább ismertetett módszerekkel és műszerekkel vizsgáltuk:

a) Karottázs mérések:

1. Természetes gamma szelvényezés,
2. Ellenállás szelvényezés.
3. Szeizmikus karottázs:

a) Szokásos, külső robbantó pontos eljárás,

b) Fordított karottázs (robbantás a vizsgálendő fúrólyukban történt).

b) Fúrómag vizsgálatok:

1. Térfogatsúly meghatározás analitikai mérleg segítségével,
2. Mágneses tulajdonságok meghatározása.
 - a) Remanens mágnesség (Ir),
 - b) Induktív mágnesség (Ii),

A közetfizikai paraméter vizsgálatokba bevont minták száma 782 db. A mintákat üledékes kőzeteknél általában 5 m-ként vettük, a kristályos alaphegységben mélyült fúrásokból a mintavételi köz általában kisebb volt mint 5 m.

A mérési adatok feldolgozása két fokozatban történt.

I. A fúrómagmintákon történt mérések és a számítások elvégzése után az egyes fúrások karottázs szelvényein grafikusán ábrázoltuk a laboratóriumi mérések eredményeit, a különböző paraméterek kölcsönös változásainak megismerése céljából.

A 2. ábrán példaként az Alsónána—1, és a 3. ábrán a Magyaregregy—1 sz. fúrás geofizikai szelvényeit mutatjuk be. Megjegyezzük, hogy

129,0—235,0 m Alsó karbon korú gránit, diabáz telérrel.

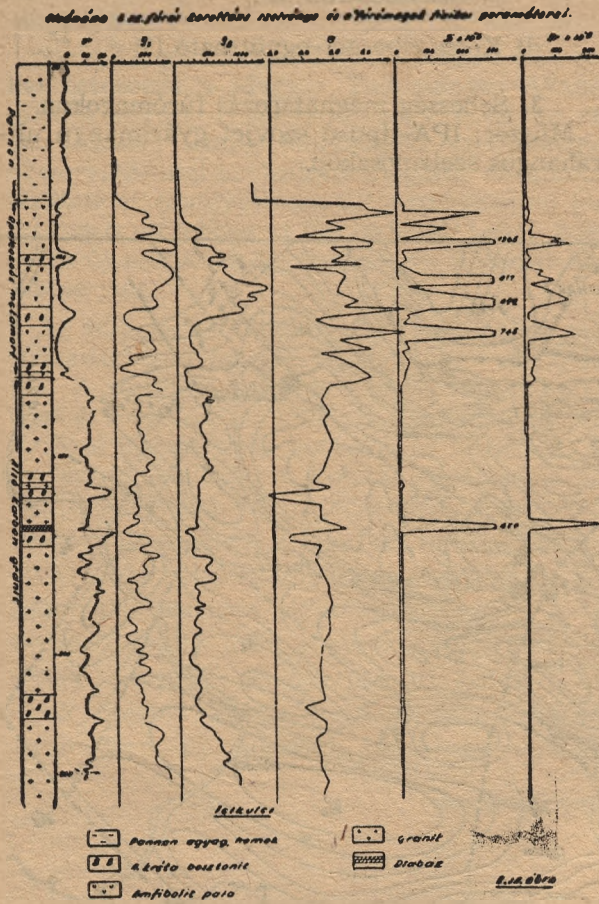
A ϵ_1 ; ϵ_2 ; görbék alapján az amfibolit pala ellenállása 500—1500 ohm között változik, alakultságától és kvarcedzettségétől függően.

A bosztonit telérek általában kisebb ellenállással jelentkeznek (100—200 ohm), ezzel szemben az utóbbiak gamma aktivitása eléri a 15—20 gammát, szemben a amfibolit 3-4 gamma aktivitásával.

A gránitot az ellenállásgörbék alapján nem lehet különválasztani az amfibolit paláktól. Természetes gamma aktivitása viszont lényegesen nagyobb (21 gamma), az amfibolit pala aktivitásánál.

A fűrőmagmintákon végzett mérésekből a következőket állapíthatjuk meg:

a) *térfogatsúly*: az ópelozoós képződmények legnagyobb átlagos (2,92) térfogatsúlyuk mellett egyúttal a legjobban változók is a paraméter tekintetében (2,5—3,25). A bosztonit telérekre meghatározott átlagos érték 2,97, az alsó karbon korú gránit pedig 2,72. A fiatalokorú üledékek átlagos térfogatsúly értéke jóval 2,0 alatt van.



2. sz. ábra. Alsónána I. sz. fúrás karottázs-szelvénye és a fűrőmagok fizikai paraméterei

mindkét fúrás, mint általában a többi paraméter vizsgálatra kiválasztott fúrás is geofizikai ellenőrző fúrás volt, és az észlelt mágneses anomáliát okozó hatótömeg litológiai összetételének vizsgálata céljából került lemélyítésre.

Az alábbiakban ismertetjük a fenti két fúrás vizsgálatának eredményeit.

Alsónána—1 sz. fúrás: a fúrás lemélyítése előtt elvégzett geofizikai mérések kiértékelése szerint a hatótömeget 90 m mélységben vártuk. A fúrás a neogén üledékek alatt 85 m-ben jutott a kristályos alaphegységbe. Az anomális mágneses tér interpretációja alapján meghatározott h_z hatómennyiség és fúrásban kapott mélységadatok közötti eltérés kisebb mint 6%.

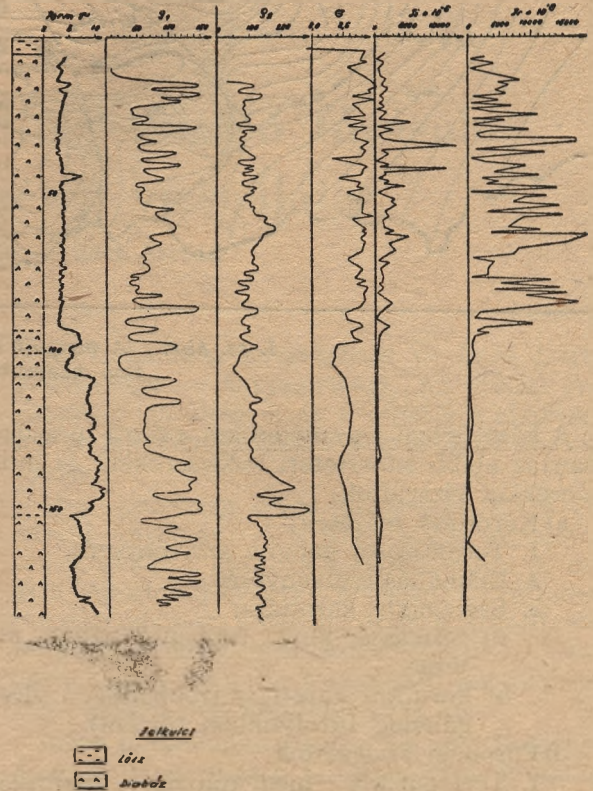
A 2. ábrán az elektromos ellenállás (ϵ_1 , ϵ_2), a természetes gammaszélvény (γ), a térfogatsúly (σ), a remanens (Tr) és induktív (Li) mágnesség grafikonjai láthatók.

A fúrás földtani rétegsora a következő:

0,0—85,0 m Pleisztocén pannon képződmények;

85,0—129,0 m Ópalaozoós amfibolitpala, bosztonit telérekkel;

Magyaregregy I. sz. fúrás karottázs-szelvénye és a fűrőmagok fizikai paraméterei



3. sz. ábra. Magyaregregy I. sz. fúrás karottázs-szelvénye és a fűrőmagok fizikai paraméterei

b) *mágneses tulajdonságok*: az ópaleozoós képződmények valamennyi mágneses jellemző, különösen pedig a remanens mágnesség tekintetében élesen elkülönülnek úgy a fiataloktól, mint a gránitoktól is. A gránitok mágneses tulajdonságok szempontjából alacsony értékekkel ugyan, de határozottan elkülöníthetők a gyakorlatilag nem mágneses fiataloktól, és valamivel a bosztonitellérék mágnessége alatt maradnak.

Magyaregregy—1. sz. fúrás: a fúrás földtani rétegsora a következő:

- 0,0—5,0 m-ig pleisztocén lösz;
- 5,0—185 m-ig diabáz (trachidolerit).

A karottázs szelvényen a γ , e_1 , e_2 , SP és bőségmérés, valamint a földtani szelvényt és a fúrómagok geofizikai vizsgálatának eredményeit: térfogatsúly, induktív (I_i) és remanens (I_r) mágnesség görbéit tüntettük fel.

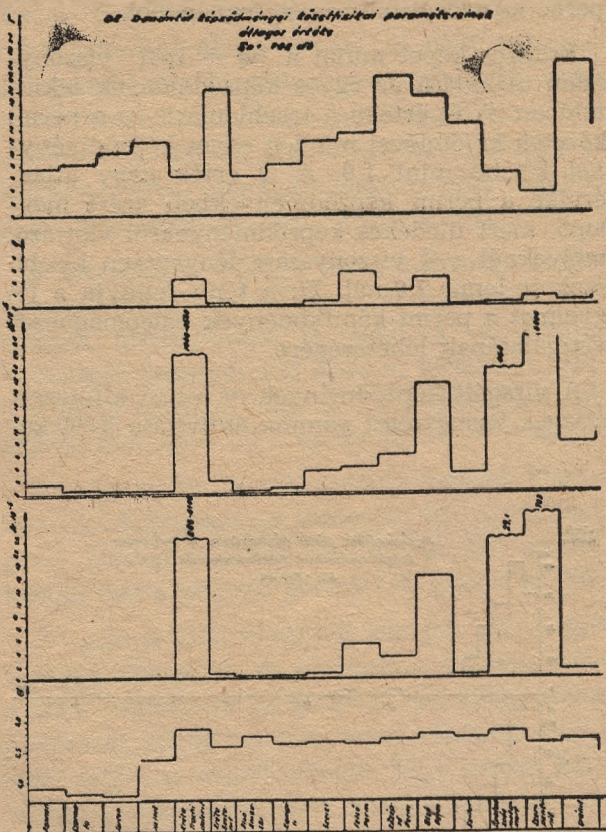
Érdekes eredményt adott a fúráson a remanens mágnesség vizsgálata. A karottázs szelvényen is látható, hogy a remanens mágnesség értéke meghaladja az induktív mágnességet. Mint ismeretes, a különböző kőzetekre általánosan érvényes szabály, hogy a kőzet keletkezése alkalmával kialakult remanens mágnesség (legyen az termoremanens, kémiai vagy egyéb mágnesség) a későbbi geológiai korok folyamán a különböző fizikai és kémiai hatások, átalakulások következtében exponenciálisan csökken. Ezért idős kőzeteknél a $Q = I_r/I_i$ viszonyszám a nulla felé közeledik, míg a fiatal kőzeteknél a Q maximális értékű.

A magyaregregyi fúrásban vizsgálataink szerint a diabáz $Q = I_r/I_i$ viszonyszámának legvalószínűbb átlagos értéke 2,2. Az előbbieken ismertetett alsónánai fúrásnál — a valószínűleg szintén termoremanens mágnességgel rendelkező — amfibolit pala Q értéke 0,19, vagyis lényegesen kevesebb a Magyaregregyinél.

II. Az általunk vizsgált különböző fúrásokra vonatkozóan kapott adatok felhasználásával elvégeztük azok statisztikus feldolgozását, úgy, hogy az azonos korban keletkezett képződményekre kiszámítottuk a fizikai paraméterek átlagértékét.

A magmintákon végzett paraméter vizsgálat eredményeinek a számtani középértékét számítottuk ki, a folyamatos regisztrálással történt fizikai paraméternek (természetes gamma aktivitás, elektromos ellenállás) pedig a súlyozott

számtani középértékét határoztuk meg. Az így számított átlagértékek diagramja a különböző korú képződményere vonatkozóan a 4. ábrán látható. Itt a térfogatsúly a remanens mágnesség, a mágneses szuszceptibilitás, a $Q = I_r/I_i$ érték, és a természetes gamma aktivitás átlagértékeit tüntettük fel. Az adatok értékelése alapján az egyes paraméterekre vonatkozóan az alábbiakat állapíthatjuk meg:



4. sz. ábra. DK-Dunántúl képződményei kőzetfizikai paramétereinek átlagos értéke

a) *Térfogatsúly*: a neogén korú üledékek térfogatsúlya lényegesen kisebb a mezozoós és idősebb képződmények térfogatsúlyánál. Az alaphegységen belül anomálishan magas térfogatsúllyal jelentkeznek az ópaleozoós metamorf képződmények ($2,90 \text{ gr/cm}^3$), a gránit átlagos térfogatsúlya $2,70 \text{ gr/cm}^3$. A vulkáni kőzetek közül a bosztonitnak van legkisebb térfogatsúlya ($2,52 \text{ gr/cm}^3$).

b) *Mágneses tulajdonságok*: a különböző képződmények közül anomálishan kiugró, az átlagértéket egy vagy több nagyságrenddel meghaladó remanens mágnességgel rendelkezik a kréta trachidolerit és a valószínűleg ópaleozoós serpentin. Viszonylag nagy remanens mágnességet mutatnak az ópaleozoós metamorf képződmények is.

Az üledékes eredetű kőzetek közül egyedül a perm-időszakiak mutatnak jelentősebb remanens mágnességét, különösen az alsó perm. Igen kicsiny, $1,10^{-6}$ CGSM-nél kisebb értékűek az üledékes eredetű szilur időszaki fekete palák, a mezozoós és a fiatalabb üledékes képződmények.

A gránit szuszceptibilitása mindössze $7,6 \cdot 10^{-6}$ CGSM. Az üledékes képződmények közül a perm szuszceptibilitása a legnagyobb.

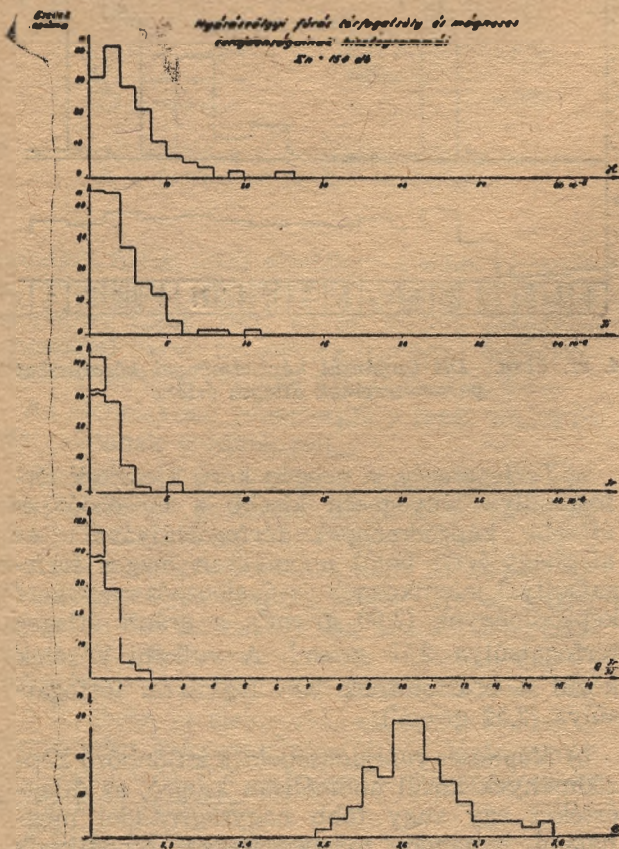
Érdekes képet mutat a $Q = Ir/Ii$ viszonyszám alakulása az egyes képződmények tekintetében. A Q értéke a trachidolerit és a permi kőzetek kivételével minden egyes képződménynél kisebb mint 1,0. A Q érték nagy átlagértéke a permi képződményekben azért meglepő, mert üledékes képződményekről van szó, melyeknél a Q viszonyszám lényegesen kisebb szokott lenni 1,0-nál. Ez a tény felhívja a figyelmet a permi képződmények paleomágneses vizsgálatának lehetőségére.

A vizsgált képződmények $\mu r/h$ -ban kifejezett átlagos természetes gamma aktivitása 3-24 kö-

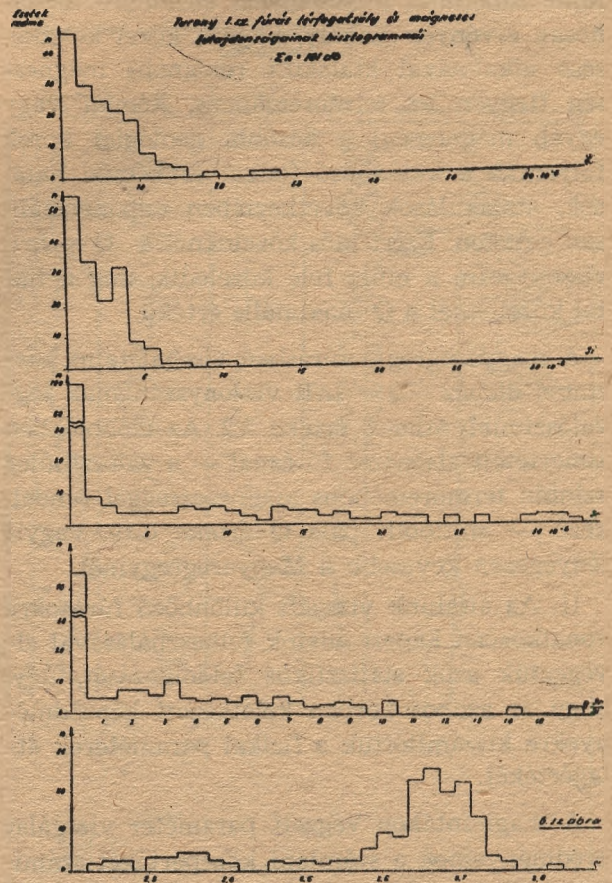
zött változik. Legkisebb aktivitással az ópaleozoós szerpentinit (3) és kréta trachidolerit (6), a legnagyobb aktivitással a gránit (24) jelentkezik. Anomális értékkel jelentkeznek a paleozoós képződmények középső permi maximummal, valamint az alsónánai fúrásban hárántolt bosztonit.

Az ismertetett 4. ábrán az átlagértékeket tüntettük fel, melyek különböző területek azonos korú képződményeire vonatkoznak. Az átlagértékek azonban nem tükrözik az azonos képződményeken belüli kőzetfizikai paraméter értékek szórását, még akkor sem, ha megadjuk az adott képződményhez tartozó legkisebb és legnagyobb értékeket.

Felvetődik a kérdés, hogy azonos korú és összetételű, de különböző területi elhelyezkedésű kőzetek fizikai paraméterei hogyan változnak egymáshoz viszonyítva. Erre a kérdésre kíséreltünk választ adni az 5. és 6. ábra megszerkesztésével.



5. sz. ábra. Nyárásvölgyi fúrás térfogatsúly és mágneses tulajdonságainak hisztogramjai



6. sz. ábra. Turony I. sz. fúrás térfogatsúly és mágneses tulajdonságainak hisztogramjai

Az 5. ábrán a mecseki (nyárásvölgyi fúrás), a 6. mellékleten a villányi (Turony—1 sz. fúrás) kifejlődésű, felső és középső permre vonatkozó térfogatsúly és mágneses tulajdonságok adatainak hisztogramjait mutatjuk be.

A vízszintes tengelyek mentén a különböző fizikai paraméterek (χ , I_i , I_r , Q) értékváltozásait tüntettük fel, a függőleges tengely mentén pedig az adott értékközön belül jelentkező esetek számát, (vagyis a hisztogramok fizikai értelme közel azonos a Gauss-féle eloszlási görbével).

Legfelül láthatjuk a mágneses szuszceptibilitás hisztogramjait, melyek szerint mind a két területen a felső és középső perm mágneses szuszceptibilitása közel azonos. A minták döntő többsége $0-10 \cdot 10^{-6}$ CGSM közötti értékkel rendelkezik.

Felülről a második diagram a kőzetek induktív mágnesességét tükrözi. Mivel ebből a fizikai paraméterből számítjuk a szuszceptibilitás értékét, természetesen ezek is hasonló értékűek, habár a villányi permnél a hisztogram valamivel szabálytalanabb lefutású, főleg a $3,0-4,0 \cdot 10^{-1}$ intervallumú szakaszra eső maximum miatt. A számított számtani középértékek a villányi permre $2,14 \cdot 10^{-6}$ CGSM, a mecseki permre $2,16 \cdot 10^{-6}$ CGSM, tehát gyakorlatilag teljesen azonos értéket mutatnak.

Felülről a harmadik görbe a két terület permi képződményeinek remanens mágnességét mutatja be. A mecseki permben a remanens mágnesség értéke gyakorlatilag $0-3,010^{-6}$ CGSM intervallumba esik, míg a villányi permnél a remanens mágnesség értékei $0-33 \cdot 10^{-6}$ CGSM értékek közé esnek, meglehetősen arányosan elszórva.

A mecseki perm remanens mágnesességének számtani középértéke a 154 db minta alapján: $0,80 \cdot 10^{-6}$ CGSM, míg a villányi permé 161 minta alapján $7,40 \cdot 10^{-6}$ CGSM, tehát megközelítőleg az utóbbi egy nagyságrenddel nagyobb. Ez a tény rendkívül élesen rámutat a kétfajta permi képződmény eltérő jellegére.

Mint ismeretes, üledékes képződményeknél a remanens mágnesség kialakulása a vízben lebegő mágneses részecskéknek az üledékképződés folyamán ható földmágneses térbe történő beállításával, és irányítottsággal rendelkező leülepedésével magyarázható. Ez az irányítottság főleg nyugodt leülepedési viszonyok, vagyis a partszegélyi zónától távolabb alakultak ki,

nyugodt vízviszonyok mellett. Ezért tapasztalatunk szerint is, főleg az igen aprószemű homokkövek, az aleuritok rendelkeznek nagyobb remanens mágnesességgel a villányi területen. Ezen belül legnagyobb remanens mágnesességgel a vörös színű képződmények jelentkeznek. A mecseki típusú permben is találunk a villányival makroszkópicusan azonos aleurolit rétegeket a felső és középső permben, azonban a villányival ellentétben ezek nem rendelkeznek különösen nagyobb értékű remanens mágnesességgel. Felvetődik a kérdés, miért? Vizsgálataink jelenlegi állása szerint az okot valószínűleg azokban a képződményekben kell keresni, amelyekből a permi üledékek képződtek a két területen. Ez felveti annak lehetőségét, hogy a kétfajta perm más-más alapkőzetből, vagyis különböző letarolási területről származhat.

A mecseki és villányi perm mágneses tulajdonságainak különbözőségét jól mutatják a Q értékek hisztogramjai is, ahol a $Q = I_r/I_i$. A mecseki permnél a Q értékek kicsinyek, míg a villányi permnél nagyok. Az előbbi számtani középértéke $Q = 0,37$, az utóbbié $Q = 3,56$.

Az alsó sorban a térfogatsúly értékek eloszlásának hisztogramjait tüntettük fel. A mecseki perm hisztogramjának maximuma $2,61 \text{ gr/cm}^3$ körüli, míg a villányi permé $2,68 \text{ gr/cm}^3$ értékű.

A fúrások által harántolt kőzetek látszólagos fajlagos ellenállás- és szeizmikus sebességértékeinek változását az I. és II. sz. táblázatban tüntettük fel. E két paraméter részletes elemzése nélkül is megállapítható, hogy azokat korrelációs kapcsolatba lehet hozni a korábban ismertetett paraméterekkel.

Az ellenállásméréseket Kardos István, a sebességadatokat pedig Várfalvi Lajos geofizikus dolgozta fel a MÉV által az 1. ábrán feltüntetett fúrások ellenállás- és szeizmikus szelvényezési adatainak alapján. Az egyes kőzetek fúrómagmintákon mért sebességértékeit kérésünkre az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Szeizmikus Üzemének laboratóriuma határozta meg.

Ismertetett tanulmányunkban a DK-dunántúli terület egyes, meghatározott korú és összetételű kőzetei fizikai paraméter vizsgálatának eredményeiről számoltunk be. Az elvégzett vizsgálatok kezdetét jelenti egy átfogó országos programnak, amelynek megvalósítása a legfontosabb magyarországi kőzettípusok fizikai paramétereinek szélesebb körű megismerését eredményezi.

Földtani kor	K ö z e t	Súlyozott számtani átlag ohm. m.	Intervallum ohm. m.	
1	2	3	4	
PLEISZTOCÉN	lész	26	10—50	
	agyag	10	9—15	
	homok	37	35—60	
PANNON	márga	18	8—90	
	agyag	12	9—17	
	homokkő	23	13—38	
SZARMATA	diatóma földmárga	10	7—20	
	homokkő	14	9—18	
TORTON	márga	5	3—7	
	aleuolit	7	7—8	
	homokkő	20	10—30	
	mészke	32	30—36	
HELVÉT	agyag	5	3—11	
	homokkő	30	4—60	
	agyagos homok	17	5—45	
ALSÓ-KRÉTA	bostonit	310	70—500	
	diabáz	120	30—240	
TRIÁSZ-ANIZUSZI	mészke-dolomit	1000	380—2500	
	márgás mészke-dolomit	235	230—290	
CAMPILI	mészke	320	290—380	
	márga	140	70—160	
SZEIZI	mészke	a) Nyárásvölgy	435	380—600
		b)	970	
	márga aleuolit	a) Nyárásvölgy	300	180—460
		b)	50	30—90
FELSŐ-PERM	homokkő aleuolit	a) Nyárásvölgy	370	280—420
		a) Nyárásvölgy	270	200—380
	homokkő	b)	55	20—130
		a) Nyárásvölgy	400	220—650
	konglome- rátum	b)	85	35—210
		a) Nyárásvölgy	650	640—660
b)	175	75—360		
KÖZÉPSŐ-PERM	homokkő	a) Nyárásvölgy	300	200—650
		b)	94	60—180
ALSÓ-PERM	aleuolit	104	55—350	
SZILUR	homokkő-kovapala	149	5—550	
	kovapala-antracitos	198	2—400	
	konglomerátum	815	280—1260	
ÓPALEOZOIKUM	gránit	310	20—750	
	amfibolitpala	750	450—1050	
	szerpentin	2700	750—5500	

Megjegyzés: a b) jel a nyárásvölgyi fúrás kivételével az összes többi vizsgált fúrásra vonatkozik.

Szeizmikus sebességek

Fúrás	Geológiai kor	Képződmény	Szeizmo-	Mintamérés	Szeizm. szelv.
			karottázs	m/sec.	
1	2	3	4	5	6
Szalatnak—3	PERM	homokkő	—	3220	—
	ÓPALEOZOIKUM	kovapala, homokkő	5260	3000—6000	—
	ÓPALEOZOIKUM	gránit	5400	5700	—
Turony—1	PLEISZT. PANNON	homok-agyag	1240		
	K. TRIÁSZ	dolomit mtkő	5780		1500—1800
	F. és K. PERM	homokkő	3880	1460—6000	5400—6100
	A. PERM	aleurolitos hkő	5800	4250	3300—3900
Nyárásvölgy	A. TRIÁSZ	homokkő	4120	3500—3640	—
	F. PERM	homokkő	4650	—	—
	K. PERM	homokkő	5080	3410—5100	—
Szilágy—1	PLEISZT. PANNON	homokkő	1520		
	SZARMATA	homok, agyag	1850		
	TORTON	homok, agyag	1870		
	F. PERM	homok, agyag	3200		
	KARBON	gránit (mállott)	3450		
Szilágy—2	PANNON—SZARMATA	mész márga, agyag márga	1650		

Déltiszántúl geológiai-geofizikai elemzése

Írta: dr. Facsinay László, dr. Tolmár Gyula és Varga Imre

A Tiszántúl D-i részének mélyföldtani tanulmányozása az 1941. évben megindult kőolajkutató mélyfúrásokkal kezdődött el. A szervezett, korszerű tudományos alapokon nyugvó, nagyarányú kutatás csak 1945 után indult meg. (4). Az elmúlt évek során jelentős szénhidrogéntelepeket fedeztek fel ezen a területen. Ezek feltárását kiterjedt és rendszeres geofizikai, elsősorban szeizmikus mérések előzték meg.

Az Alföld D-i részén először a MĀNÁT végzett a kutatási igényeknek megfelelő kis területekre kiterjedő graviméteres és szeizmikus méréseket, majd a negyvenes évek elején a Geofizikai Intézet részletes Eötvös-inga felmérést hajtott végre.

A gravitációs izoanomál térképek alapján kitűzött fúrások nem várt eredményt szolgáltatottak. A sándorfalvi és a ferencszállási (nagy gravitációs anomália értékekkel jellemzett) maximumok helyén lemélyített fúrások viszonylag

mélyen, a felszín alatt 1995,2, illetve 2573,0 méter mélységben még alsópannon korú rétegekben fejeződtek be, holott a tótkomlói kisebb értékű és kisebb amplitúdójú gravitációs maximumon mélyített fúrásokban lényegesen kisebb mélységben már mezozoós korú kőzeteket tártak fel a fúrások. A mezozoikum felépítésében triász dolomit ($s = 2,74$) és agyagpala, valamint kérdéses korú júra ($s = 2,62$) kőzetek szerepelnek.

A mezozoikumra közvetlenül a pannon sorozat települ. A mezozoós összlet legmagasabb pontja a felszín alatt 1475 méter mélységben van, a mezozoikum felszíne általában azonban 1600 méter körül helyezkedik el. A tótkomlói maximum kis kiterjedésére utal, hogy a K-re levő kaszaperi fúrás a felszín alatt 1902 méter mélységben érte el a triászt, a csanádapácai fúrás pedig 2223 méter mélységben valószínűleg

a triász feldolgozott anyagából álló konglomerátumán állt meg.

Tótkomlóstól K-re, Gyula környékén ismét nagykiterjedésű pozitív gravitációs anomália zóna észlelhető. A maximum tetővidéke a határon túlra, Románia területére esik, a legnagyobb értékváltozása 40 mgal értékű. A gravitációs adatokból várhatóan nagykiterjedésű szerkezeten Romániában több fúrást mélyítették. (6) Ezek közül a szerkezet tetővidékén levő 6. számú fúrás 1263 méter mélységben kristályos palát ért el, a 4. sz. fúrás viszont, amely a határszéli Gyulavársánd közelében van, 3222 méter mélységben még szarmata korú rétegekben ért véget. A 6. számú fúrás az alaphegység helyi kiemelkedésére utal, de a gyors mélységcsökkenést figyelembe véve (4. sz. fúrás) a nagy-kiterjedésű gravitációs maximum okozója ez egyedül nem lehet. A refrakciós mérések Békéscsaba, Kétegyháza térségében ugyancsak mély területeket mutattak ki, legalább 4000 méter mélységeket.

Az eddig ismert adatok szerint a sándorfalvi, ferencszállási és gyulai nagy gravitációs maximumok területén igen vastag üledékes, sőt harmadidőszaki üledékes összlettel kell számolnunk. Tótkomlós környékén a harmadidőszaki üledékek vastagsága csekélyebb, ismerünk azonban ismeretlen vastagságú mezozoós üledékes kőzeteket is. A mezozoós dolomitok sűrűsége általában még nagyobb ($s = 2,74$), mint a kristályos palák és a kristályos kőzetek többségének sűrűsége

($s =$ kvarcporfir: 2,53
gránit: 2,53
kristályos pala: 2,63)

Az eddig elmondottakból nyilvánvaló, hogy a tótkomlósi mezozoós összletnek megfelelő gravitációs maximumtól mind K-re, mind pedig Ny-ra olyan gravitációs maximumok jelentkeznek, amelyek nem magyarázhatók nagyobb sűrűségű kőzetek felszínközeli jelenlétével.

A szeizmikus kutatások és az azok alapján lemélyített fúrások szerint Battonya—Tótkomlós—Pusztaföldvár térségében kiemelt gerinc húzódik.

A Pusztaföldvár közelében lemélyített fúrásokban paleozoós metamorf palából álló alaphegység ismeretes, amelynek legmagasabb része a felszín alatt 1700 méter mélységben van. A metamorf palára már pannon faunát tartalmazó alapkonglomerátum, majd az általános pannon sorozat települ. Pusztaföldvártól D-re Pusztaszőlős környékén az eddig ismert legidősebb képződmények a jura legfelső részébe, ill. a krétába tartoznak ($s = 2,63$). Az összlet felépítésében főként agyagos, márgás kőzetek szerepelnek. Teljes vastagságát még nem is-

merjük, de egyes fúrások több mint 500 métert haladtak benne. A mezozoikumra itt is csak pannon-sorozat települ.

Tótkomlóstól D-re, közel a román határhoz, Battonya környékén lemélyített fúrásokban a felszín alatt 1100 méter körüli mélységben gránitot, ill. kvarcporfirt, néhány fúrásban pedig paleozoós kristályos palát tártak fel. A közepes szemcsenagyságú, biotitos, muszkovitos mikroclin gránit enyhén metamorfizálódott, helyenként mállott. A kvarcporfir kor szerint a gránitnál fiatalabb. A pelezozoikumra közvetlenül az alsópannon települ, bár helyenként a legidősebb pannon tagok hiányoznak.

A Battonya környéki fúrások Végegyháza, Mezőhegyes, Pitvaros és Battonya-kelet környékén ugyancsak pelezozoós kristályos kőzeteket tártak fel: gránitot, kvarcporfirt és metamorf kőzeteket. (12)

Az Arad melletti, Zádorlak—1. sz. sz. fúrás már 793 méter mélységben elérte a kristályos kőzeteket.

A Pusztaföldvártól É-ra eső nagyszénási fúrásban az előzőknél lényegesen nagyobb mélységekkel találkozunk. A 3099 méteres mélyfúrás rétegsora bizonytalan. A fúrás alsó szakaszán rossz megtartású ösmaradványokat tartalmazó rétegek vannak, ezek kora egyes kutatók szerint jura, mások szerint azonban még ez is a harmadidőszakba tartozik.

Láthatjuk tehát, hogy a Battonya-Pusztaföldvár-i gerincet — amely D-ről É felé süllyedő tendenciát mutat — három oldalról nagymélységű medencék veszik körül, nagyvastagságú üledékes összlettel. A refrakciós szeizmikus mérések az alaphegységet helyenként igen nagy mélységben mutatták ki, gyors mélységváltozásokkal. Különösen nagy mélységet kaptak Hódmezővásárhely—Makó térségében, ahol 5000—6000 méter mélységgel kell számolni. (5) Ez az árok minden valószínűség szerint a Balkán-félszigeten ismert Kraistida törésrendszer folytatása. (10) Bončev (2) szerint a törésrendszer kialakulása a mezozoikumban indult meg, a pliocénben D felé meghosszabbodott és jelenleg is aktív szeizmicitású. Feltehető, hogy az árokrendszer pliocén meghosszabbodása É-felé is megtörtént, és ennek eredménye a Hódmezővásárhely—Makó-i árok, valószínűleg zömmel fiatal üledékekkel töltve, amelyeket még nem ért oldalnyomás.

A Battonya—Pusztaföldvár-i gerincvonulaton a battonyai és tótkomlósi szerkezetek maximumként jelentkeznek a Bouger-anomáliákban. Más a helyzet a pusztaföldvári kiemelkedés esetében, amely nem felel meg a Bouger-anomália maximumnak, hanem az Orosháza—Békéscsaba—Tótkomlós közötti zárt gravitációs minimum ÉK-i peremére esik. A Geofizikai Intézet 1958—1962. között a Dél-Tiszántúlon részletes graviméter méréseket végzett, amelyek

alján az egész területről egységes gravitációs térképet szerkesztettek. Az új mérésekből számított magasabb deriváltak térképe világosabb képet ad a felszínhez közelebb levő lokális jellegű gravitációs hatók helyzetéről.

Az ismertettelt adatok azt bizonyítják, hogy a Tiszántúl DK-i részén bonyolult regionális hatásokkal van dolgunk. Feltehetően több regionális ható zavarja a helyi szerkezetek hatásait. Emellett az üledékek horizontális sűrűségváltozásai is okozhatnak regionális hatásokat. Felmerült az a feltevés is, hogy izosztatikussal van összefüggésben a Bouguer-anomáliák észlelhető alakulása. (7)

Vegyük figyelembe a gravitációs és a mágneses anomáliák kapcsolatát. A gyulai maximum környékén csak a határon belüli mágneses anomáliákat ismerjük, Ferencszálláson azonban több adatunk van. A nagy amplitudójú gravitációs és mágneses anomáliák helyileg egybeesnek és kiterjedésük is megegyezik. Ez az összefüggés arra hívja fel a figyelmet, hogy a gravitációs ható a kristályos alaphegységen belül kialakult nagyobb sűrűségű és nagyobb szuszceptibilitású kőzetekben keresendő. (Ezt megerősíti az is, hogy a ferencszállási maximum Jugoszláviába eső folytatásában a Velika Kikinda (Nagykikinda) melletti fúrások bazikus kőzetet, gneiszt tártak fel 1820, illetve 2250 méter mélységben.)

Mivel szénhidrogénkutatás szempontjából fontos területről van szó, ahol még mélyebb szinteken levő szerkezeti alakulatok is érdeklődésre tarthatnak számot, arra törekedtünk, hogy a Bouguer-anomáliák mélybeli hatóit felderítsük. Ebből a célból néhány egyszerű hatószámítást végeztünk el.

Ismeretes néhány új, gyors közelítő eljárás a mélységi ható méreteinek megállapítására. A módszerek a közvetett gravitációs és mágneses feladatok megoldási körébe tartoznak. A gravitációs anomáliákra Skeels (11), a mágneses anomáliákra Bruckshaw és Kunaratnam (3), közöltek kiértékelő diagramokat. A számítás az anomáliák karakterisztikus pontjainak alapján történik.

Skeels módszere a két dimenziós derékszögű négyzöghalmozgatású, vagy függőleges hengerrel megközelíthető ható szélességét és a ható aljának mélységét is megadja. Az utóbbi adat ismerete éppen olyan esetben fontos, ha azt akarjuk eldönteni, hogy az anomáliát milyen mélységi kiterjedésű ható okozza. A Bruckshaw és Kunaratnam-eljárással a dyke-szerű, két dimenziós lefelé végtelen kiterjedésű hasábalakú ható tetőmélysége és horizontális szélessége számítható.

A Skeels-féle eljárásnál a mélységi adatok értékei függenek a feltételezett sűrűségkülönbségtől, ebből következik, hogy ha a ható tetőmélysége más kutatási eredményekből ismere-

tes, a sűrűségkülönbség számítható. A kapott sűrűségkülönbség jellemző a hatónak és környezetének kőzetösszetételére. A Bruckshaw—Kunaratnam-módszernél a mágneszettségének nincsen szerepe a ható mélységi adatainak számításában. Az alkalmazott kiértékelési eljárások vázlatos információkat adnak az anomáliák hatóiról, de a nyert eredmények alapul szolgálhatnak további — pontosabb — számításokhoz. A számítások eredményei és a levonható következtetések a következők:

A ferencszállási mágneses maximumon végzett közelítő számítás szerint a ható tetőmélysége

$$Z = 3,2 \text{ km}$$

a ható szélessége $t = 10 \text{ km}$.

Ferencszálláson Skeels módszerével a két dimenziós gravitációs ható méreteire a következő közelítő adatokat kaptuk:

$$D_1 = 3 \text{ km (tetőmélység)}$$

$$D_2 = 12 \text{ km (talpmélység)}$$

$$W = 18 \text{ km (szélesség)}$$

A mágneses és gravitációs ható tetőmélységére közel azonos értéket kapunk, ha a Skeels módszerrel feltételezett sűrűségkülönbség $\Delta \sigma = 0,1 \text{ gr/cm}^3$. A tetőmélység jó egyezést mutat a 6300 m/sec határsebességű réteg mélységével, amely Ferencszálláson a refrakciós szeizmikus mérésekből volt kimutatható.

A gyulai gravitációs maximum hatójának mélységét a romániai területre eső maximális anomáliaértéken az izoanomálokra merőleges szelvény mentén számítottuk ki. Az 1. sz. ábrán mutatjuk be a regionális hatás grafikus levonásával nyert anomáliagörbét és a Skeels módszerének alkalmazását, illetve a kapott eredményeket.

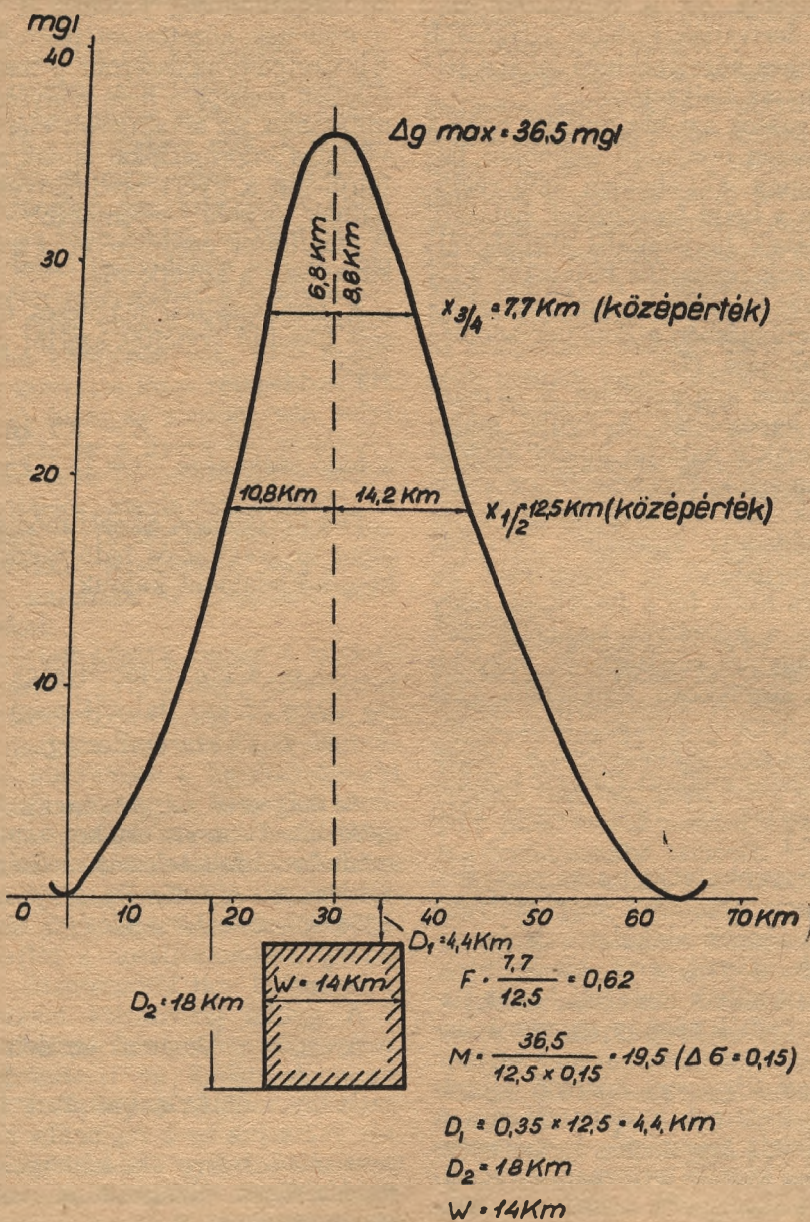
$$\text{Ha } \Delta \sigma = 0,15 \text{ gr/cm}^3, \text{ akkor}$$

$$D_1 = 4,4 \text{ km}$$

$$D_2 = 18 \text{ km}$$

$$W = 14 \text{ km}$$

A ferencszállási és gyulai maximum esetében a mélységeket úgy kaptuk, hogy a feltételezett sűrűségkülönbségnél természetesen a tetőmélységbe tartozik, amely az alaphegységen belüli sűrűségkülönbségekre jellemző. Magasabb sűrűségkülönbségnél természetesen a tetőmélység nagyobb lesz, a talpmélység kisebb. Mivel az így kapott tetőmélységértékek a szeizmikus mérésekből megismert mérésekkel elég jól egyeznek, a feltételezett sűrűségkülönbségek reálisnak mondhatók.



1. ábra

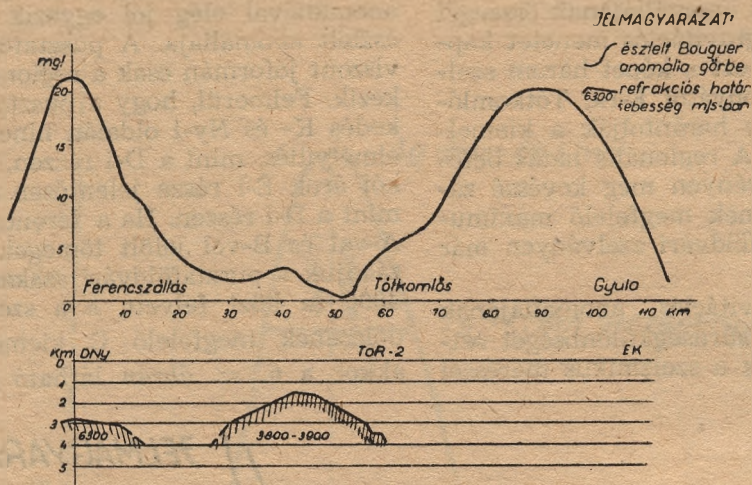
A Gyula környéki mágneses maximumhoz tartozó ható számításához nem volt megfelelő adatunk. Posgay (9) szerint 4—6 km körül van a ható mélysége.

Látható, hogy a gravitációs hatók és mágneses hatók helyileg a mélység szerint azonosnak vehetők, tehát Ferencszállás és Gyula környékén elsősorban az alaphegység kőzettani felépítésének horizontális változásai okozzák az anomáliákat, nem pedig az alaphegység vagy alépitmény kiemelkedése. Gyulánál kb. 4 km mély ható anomáliájának szárnyán vagyunk. Ilyen nagy mélységű ható nagykiterjedésű nagy amplitudójú anomáliát eredményez, amely a ható szélétől még néhány 10 km-re is érez-

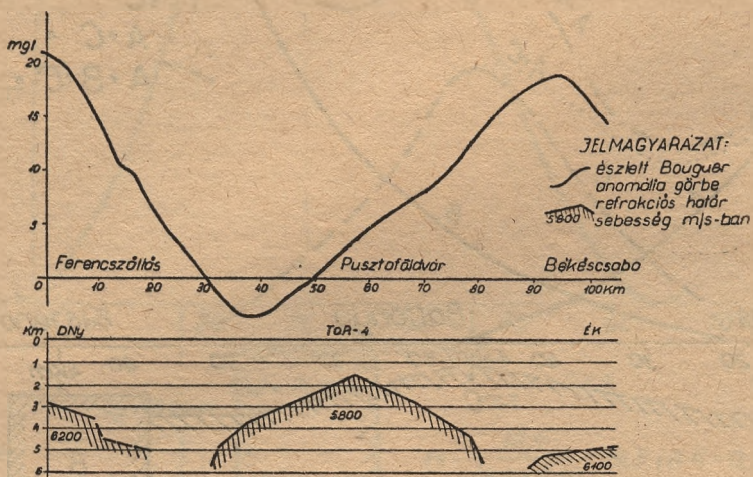
teti hatását. Ugyanez a helyzet Ferencszálláson is.

Ha tehát a ferencszállási és a gyulai nagy gravitációs anomáliákat számításaink szerint mély hatóktól származó regionális hatásokként fogjuk fel, akkor könnyen belátható, hogy a köztük levő kiemelkedések hatásait ezek esetleg mérsékelik.

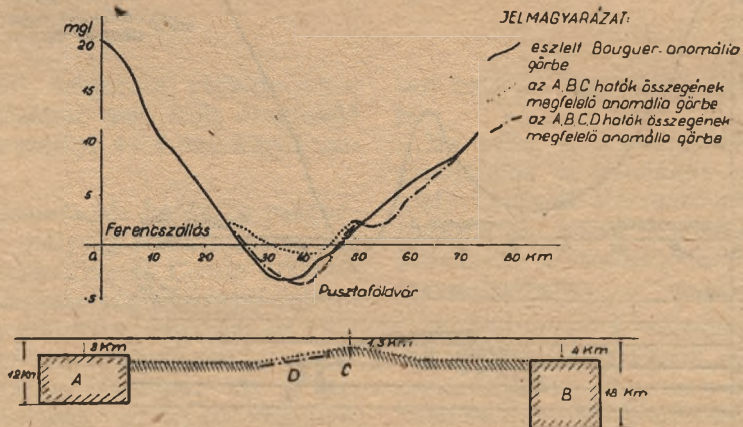
Alapul véve a refrakciós szelvényeken kimutatott kiemelkedések méreteit, kiszámítottuk az antiklinális formára szolgáló képlettel a gravitációs anomáliák lefutását arra az esetre, amikor a tető mélysége 1500 m, a pozitív forma-elem legnagyobb mélysége 600 m. Kiszámítottuk egyúttal a ferencszállási és a gyulai maxi-



4. ábra



5. ábra



6. ábra

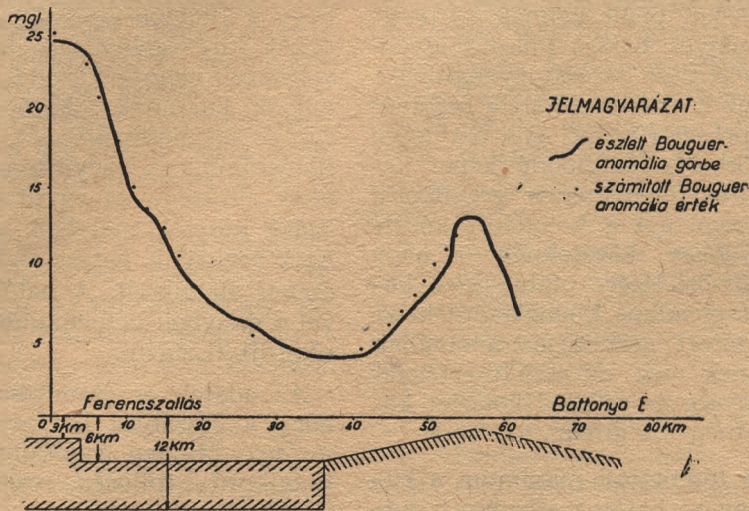
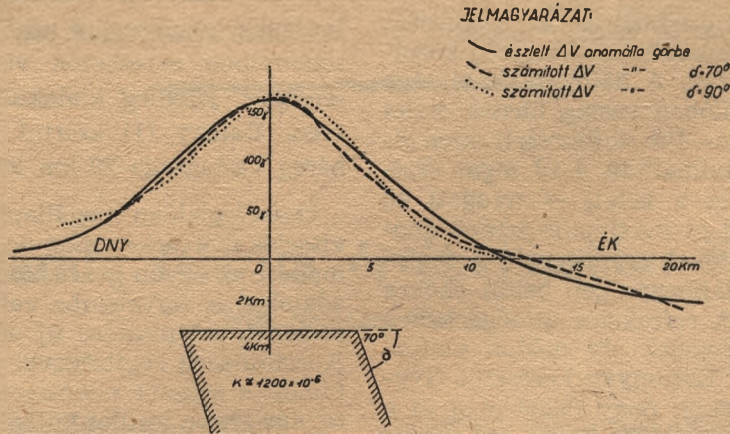
szült anomáliákat kapjuk. Az észlelt anomáliamenettől még jelentős eltérés van.

Említettük a Békéssámson—Tótkomlós—Pusztaföldvár közti zárt minimumot. A szeizmikus mérések szerint a gravitációs minimum helyén elmélyülésnek nyoma sincs. Ismét fel kell tételeznünk, hogy az alaphegység közetében van sűrűségváltozás.

A negatív anomáliára alkalmazott Skeels-féle közelítő mélységszámítás olyan alakzatot eredményez, amelynek a tetőmélysége 2, a talpmélysége 5 km, szélessége 13 km, $H_a \Delta \sigma = 0,15 \text{ g/cm}^3$. A negatív anomáliának megfelelő D ható az alaphegységen belül foglal helyet, környezetéhez képest kisebb sűrűséggel. Az A, B, C, D hatók hatásának összege a 6. ábrán látható módon már megközelíti az észlelt anomáliagörbét. Az egyezés azt a feltételezést is megengedi, hogy ezen a részen a makói árok mélysége csökken.

A makói árok jelenlétét sem a Bouguer-anomáliákból, sem a gradiensekből nem lehet egyértelműen megállapítani. Makó környékén jelentkezik ugyan néhány 20 E értékű gradiens, de a ferencszállási maximumtól K-re a gradiensek átlagos értékétől (10 E) alig van jelentős eltérés. A gradiens állandósága hosszú szakaszon azt a gondolatot veti fel, hogy a ferencszállási ható keleti oldala dőlt sikkal közelíthető meg. A Parker—Cav-féle mágneses standard görbék (8) felhasználásával az észlelt mágneses anomáliát olyan alakzattal lehetett legjobban megközelíteni, amelynek északkeleti irányban 70° -os dőlése van (7. ábra).

A feltételezett alakzatnak megfelelően vizsgáltuk meg a Bouguer-anomália képet. Feltűnik, hogy a ferencszállási maximum keleti, északkeleti oldalán 10-es mgal közelében levő izonomál vonalak közé kis szakaszon növekszik. A bemutatott szelvényeken (3, 4, 5. ábra) is látható az a jelenség, különöscn a déli szelvé-



nyen. Az is megfigyelhető, hogy az anomáliagörbe jellegzetes törésétől a maximum felé nagyobb a gradiens, mint a másik oldal felé. A gravitációs görbének ezen sajátosságából azt következtethetjük, hogy a ferencszállási maximumot okozó alakzat közelítőleg két egymás alatt levő különböző szélességű hasábszerű tömeg indikációja. Az anomáliagörbe valóban megközelíthető két hatóval, amelyek közül a felszínhez közelebb esőnek tetőmélysége 3 km, talpmélysége 6 km, szélessége 10 km. Az alatta levő szélesebb hatótetőmélység 6 km, talpmélysége 12 km (8. ábra).

Az alaphegység mélyszerkezetének lépcsőshatóval helyettesített modellje a szeizmikus adatokkal összhangban van, egyben megérteti azt a sajátos hatóösszetételt, amely a látszólagos ellentmondások oka. Az ilyen szerkezetek — ha nagy mélységben vannak — egyszerű lejtőnek megfelelő anomáliákat okoznak.

Kiszámítottuk a ferencszállási és gyulai nagy gravitációs anomáliák mélységi hatóinak közelítő méreteit.

A mélyszámítások eredményei azt mutatják, hogy a nagy anomáliákat az alaphegység közet-tani változásai okozzák. A hatók tetőmélysége 3-4 km, tehát itt valóban vastag üledékösszlet várható. A Battonya—Pusztaföldvár-i kiemelkedés anomáliái maximálisan 4-10 mgal értékűek, ezekhez képest a keleti és nyugati 40 mgal-os, ill. 22 mgal-os maximális értékű anomáliák regionális hatónak számítanak. A regionális hatásokat az alaphegységen belüli okokra vezethetjük vissza. A refrakciós útidőgörbékben mutatkozó határsebességek oly módon változnak Ferencszállástól Battonyán keresztül Gyuláig, hogy a szárnyakon nagy (6200 m/s) és a középső részen kisebb (5400—5800 m/s) sebesség jelentkezik. Feltételezhető, hogy a közet-sűrűség is ennek megfelelő értelemben változik. Az alaphegységen belül vannak sűrűségcsökkenések is, amelyek hatása Pusztaföldvárnál a kiemelkedés pozitív hatását gyengíti. Az alaphegység bonyolult közetösszetétele befolyásolja a Bouguer-anomália képet, és a tényleges domborzati formákkal ellentmondó képet kapunk. A makói árok jelenlétének gravitációs indikációit is elárnyékolja a bonyolult közetösszetétel. Az üledékes kőzeteknek a nagy mélységgel járó tömörödésére utalna az a körülmény, hogy a szeizmikus kiemelkedéseknek megfelelően számított gravitációs anomáliák csak akkor egyeznek meg az észlelt értékekkel, ha az alaphegység és az üledékösszlet közötti sűrűségkülönbség $0,1 \text{ gr/cm}^3$.

Érdekes, hogy a tótkomlói maximum a különböző laterális zavaró hatások ellenére is határozott. A kristályos alaphegység Battonya—

Pusztaföldvár közötti vonulatata Tótkomlósnál elmélyül és ezt az elmélyülést töltik ki, mezo-zoos mészkövek, dolomitok. Az elmélyülés mérete a számítások szerint a felszíntől számítva 3-3,5 km lehet, ha a mészkövek, dolomitok sűrűségkülönbsége a kristályos kőzetekhez képest $+0,1 \text{ gr/cm}^3$.

A magasabb derivált anomáliák a Dél-Tiszántúlon olyat képet mutatnak, amely már összhangban van a megismert részben fiatalabb földtani szerkezetekkel részleteikben és regionálisan is. A pusztaföldvári kiemelkedésnek jól körülhatárolt magasabb derivált maximum felel meg. A makói árok helyén és a gyulai területen a $\delta^2g/\delta z^2$ értékek negatív zónái találhatóak. A főbb szerkezeti irányok világosan követhetők a zero vonalak lefutásából. Nyilvánvaló, hogy a magasabb deriváltak anomáliái a szénhidrogén kutatásban jobban rávezetnek a keresett kismélységű kiemelkedésekre, mint a Bouguer-anomáliák olyan területen, ahol a Bouguer-anomáliákban uralkodnak a regionális hatások.

Több kutató a Tiszántúlon izosztatikus jelenségek lehetőségére utal. Hogy a süllyedések mennyiben vezethetők vissza izosztatikus jelenségre, jelenleg kialakult véleményünk nincsen. Balkay (1) szerint ezen a területen a kéreg vastagsága 20 km lehet.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a gravitációs méréseken alapuló hatószámítás, amely mellett az egyéb geofizikai, valamint a földtani adatokat is figyelembe vettük, a Tiszántúl D-i részének felépítésére új adatokat szolgáltatott. A számítások segítségével sikerült összefüggést találni a sokszor ellentmondónak tűnő adatokra, amelyet a terület különböző módszerrel végzett kutatási eredményei között találunk.

Ezen az összefüggő területen úgy látszik, hogy a Bouguer-anomáliák inkább a medence aljzat sűrűségeloszlását tükrözik; a sekélyebb szerkezeti elemek kimutatására a maradék anomáliák látszanak alkalmasabbnak. A gravitációs és mágneses mérések eredményein alapuló hatószámítások együttesen és egyértelműen nagy sűrűségű és egyúttal nagy szuszceptibilitású kőzetek mélybeli jelenlétét bizonyítják. Ezek regionális hatása okozza a gravitációs képzelt alakulását. A hatószámítások segítségével a mélybeli betelepülések közelítő méretét is sikerült tisztázni.

Az adatok és számítások azt valószínűsítik, hogy a Tiszántúl D-i részén a medencealjzat törései. Minden valószínűség szerint egészen fiatalok (pliocén, vagy közvetlen pliocén előtti) mozgások is nagy szerepet játszottak a jelenlegi szerkezeti kép kialakításában. A fia-

tal harmadidőszaki üledékek vastagsága változó, helyenként azonban igen nagy és meghaladja az ország többi területein általában észlelt értékeket. A fiatal mozgások uralkodó ten-

denciája tehát a süllyedés volt a harmadidőszakban a Tiszántúl D-i részén. Ez nagy vastagságú és kőolajkutatás szempontjából jelentős üledéktömeget eredményezett.

I r o d a l o m

1. *Balkay Bálint*: A magyarországi földkéreg szerkezete. Geofizikai Közlemények, 1960. 1-2. szám, 5-21. oldal.
2. *Bončev E.*: Über die tektonische Ausbildung der Kraistiden. Geologie, Gedenkschrift Serge von Bubnoff, 1958. Heft 3-6. 409-419. old.
3. *Bruckshaw, J. M., Kunaratnam, K.*: The interpretation of magnetic anomalies due to dykes. Geophysical Prospecting, 1963. No. 4, 509-522. old.
4. *Dank Viktor*: A Nagyalföld déli részének mélyföldtani viszonyai. Kandidátusi értekezés, 1963.
5. *Kádár József*: Fáziskorrelációs refrakciós mérések eredményei Délkelet-Magyarország nagyszerkezetének kutatásánál. Magyar Geofizika, 1961. 30-42. old.
6. *Dr. Körössy László*: A környező államok kőolajkutatási eredményei és a hazánkra vonatkozatható tanulságok. Bányászati Lapok, 1957. 2. sz. 130-136. old.
7. *Dr. Körössy László*: Kőolaj- és földgázkutatások Magyarországnak a Dunától K-re fekvő területén. A kőolajkutatás és feltárás módszerei Magyarországon. Budapest, 1957. 202-221. old.
8. *Parker Gay, S. jr.*: Standard Curves for interpretation of magnetic anomalies over long tabular bodies. Geophysics, 1963. No. 2. 161-200. old.
9. *Posgay Károly*: A magyarországi mágneses hatók áttekintő térképe és értelmezése. Geofizikai Közlemények, 1962. 1-4. sz. 78-101. old.
10. *Scheffer Viktor*: Adatok a Vardaridák és a Bánáti-árok felszín alatti vonulatainak követéséhez a Kárpát-medencében. Földtani Közlöny, 1963. 93. 3. 286-303. old.
11. *Skeels, D. C.*: An approximate solution of the problem of maximum depth in gravity interpretation, Geophysics, 1963. No. 5. Parb. I. 724-735. old.
12. *Dr. Szepesházy Kálmán*: Közöttani adatok a battonyai területek mélyföldtanához. OKGT Laboratórium Főosztály jelentése, 1961.

A földi hőáram felszíni értékeloslása Európában

írta: Scheffer Viktor

A földi hőáram anomáliás, magasértékű zónáinak elhelyezkedése törvényszerűségeit vizsgálván, egyelőre elsősorban W. H. K. Lee és G. I. F. MacDonald összefoglaló munkáira (1, 2) kell, hogy támaszkodjunk. 1963. júniusában már több mint 900 földi hőfluxusmérés adatai álltak a szerzők rendelkezésére. Ezekből 757 került tudományos feldolgozásra, melyekből csak 92 volt kontinentális és 665 óceáni mérés. Ezek területi eloszlását 5° x 5°-os területeken az 1. ábránk mutatja be.

Ezen anyag alapján a földi hőáram számtani középértéke 1,61 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$, amelyből 1,48 kontinentális és 1,63 az óceáni középérték. Az ábrából látható a földi hőárammérések egyenlőtlen eloszlása. A legtöbb mérést a Csendes Óceán keleti felében végezték.

A földi hőfluxusanomáliák nagyságára és az anomális zónák kiterjedésére vonatkozóan az eddigi adatokból a következő információkat nyerjük.

A Földön ezideig megállapított legnagyobb hőfluxusérték, 13,8 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$, a kontinentális

átlagérték nem egész tízszerese, Boldizsár Tibor által Larderelloban nyert megállapítást. A normális fluxus kétszeresétől ötszöröséig terjedő értékeket földi viszonylatban eddig még kevés helyen sikerült mérni.

Az európai hőfluxusértékeket vizsgálva, arra a meggyőződésre jutunk, hogy a Larderelloban megállapított maximális nagyságú hőfluxusérték jelentős részét az ottani folyamatos, nagymértékű gőztermelés másodlagos hatása hozza létre.

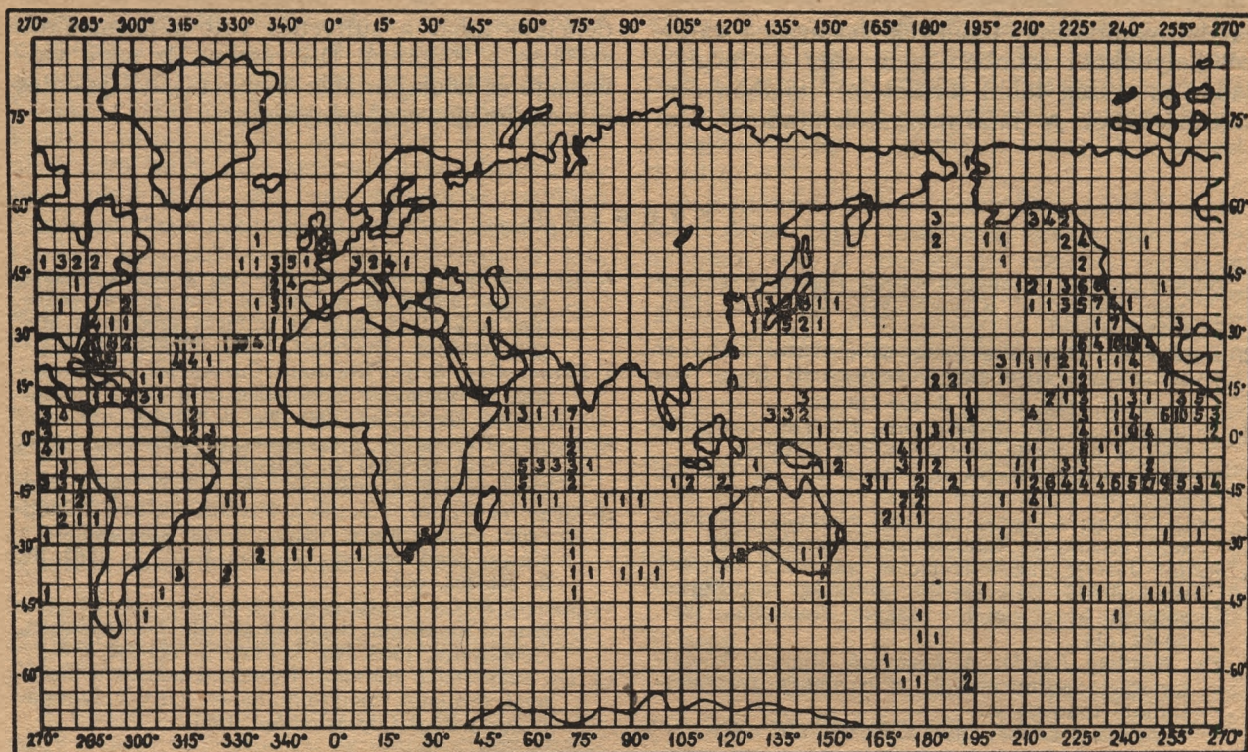
Az anomális, meleg területek kiterjedésének nagyságára az eddig összegyűjtött észlelési anyag a következő tájékoztatást adja.

Az Atlanti hátság hőfluxusanomáliája kb. 200 km szélességű.

A Kárpát-medence geotermikus anomáliájának átmérője kb. 300—500 km.

A Csendes-óceán keleti kiemelkedésének megfelelő geotermikus anomális zóna szélessége kb. 2400 km.

A japáni geotermikus anomália-öv szélessége kb. 1200 km.



1. ábra. Az 1963. júniusáig végzett hőfluxus meghatározások eloszlása $5^\circ \times 5^\circ$ -os területeken

A Földközi-tenger nyugati medencéjében megállapított melegzőna átmérője kb. 5—600 km.

Mindenesetre már az eddig észlelt adatokból is megállapítható, hogy a geotermikus anomáliák kiterjedése a gravitációs anomáliákéhoz hasonló, a meridiánok mentén elnyúlt területekkel aránylag vékony longitudinális mértékekkel.

Az eddig észlelt adatok alapján a Föld felszínén nem tételezhető fel oly geotermikus anomáliaterület, amely a földfelület egyharmad részét vagy a felét foglalja el.

A földi hőfluxus európai értékei

A hőfluxusértékek vizsgálata céljából összegyűjtöttük és az I. sz. táblázatunkba foglaltuk a rendelkezésünkre álló eddig megállapított európai értékeket.

A táblázatban 52 részletezés alapján közölt 41 hőfluxusértékből 27-et Lee katalógusából vettünk át. Ezek közül, Lee kritériuma alapján 5-nek az értékét nem vettük figyelembe a területi értékek és az anomáliatérkép szerkesztéséhez. A figyelembe nem vett értékeket a táblázatban szorzójellel jelöltük. A lengyelországi Ciechocinek-i hőfluxusérték észlelési helyének koordinátáit meghatározván, felhasználtuk a jelenlegi európai átlagérték ki-

számításához és az anomáliatérkép megszerkesztéséhez.

Mivel az egyetlen Szovjetunióbeli, Mazestai 3 fúrásban végzett mérések alapján meghatározott hőfluxusérték földrajzi koordinátái az eredeti értekezésben (5) nem közöltettek, ennek helyét csak durva közelítéssel, az értekezésben közölt leírás alapján tudtuk térképünkre felrakni. Mivel azonban ez az érték fontos tájékoztató adatot ad számunkra, a spanyol partok menti atlanti-óceáni hőfluxusértékekkel együtt felhasználtuk középérték képzésünkhöz és anomáliatérképünk megszerkesztéséhez. 13 db, a Német Demokratikus Köztársaságban meghatározott hőfluxusértéket Schössler és Schwarzlose publikációjából (4) vettünk át.

Anomáliatérképünk megszerkesztésénél a Larderelloban meghatározott (3) $13.8 \mu\text{cal cm}^2 \text{ sec}$ nagyságú értékeket lokálisnak és helyi hőhatások által befolyásoltnak tekintettük. Regionális jellegű vizsgálatainkban a gőztermelés által már nem befolyásolt terület kb 5 mikrokalória nagyságú értékét vettük figyelembe, és az európai középérték képzéséhez sem vettük számításba a Larderello-i fluxusértéket.

Végeredményben tehát az európai földi hőáram átlagértéke meghatározásakor 32 értéket vettünk tekintetbe. Avégből, hogy többé-kevésbé elfogadható átlagértéket nyerjünk, az észlelt értékeket 11 db $5^\circ \times 5^\circ$ -os területsávra

csoportosítottuk, és a területsávok középértékeiből képeztük az európai középértékeket, amely $1,66 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ -nek adódott.

Ez a középérték valamivel magasabb a Lee és MacDonald által meghatározott földi középértéknél (1,61), ami az alapul vett hőfluxusértékek nagy részében anomális, magasértékű területen történt meghatározásának következménye.

Az európai átlagérték képzéséből kihagytuk az Atlanti-óceánon mért Lee-féle, I. táblázatunkban 30, 35, 38 és 40-nel jelölt értékeket. Ezeket a 36 db hőfluxusérték felhasználásával készült európai hőáramtérkép szerkesztéséhez használtuk fel.

Ha az anomáliás területek ismeretében, ezek kihagyásával próbáljuk a földi hőáram európai normálértékét meghatározni, kb. $1,10 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ -ot kapunk, mint regionális környezeti átlagot.

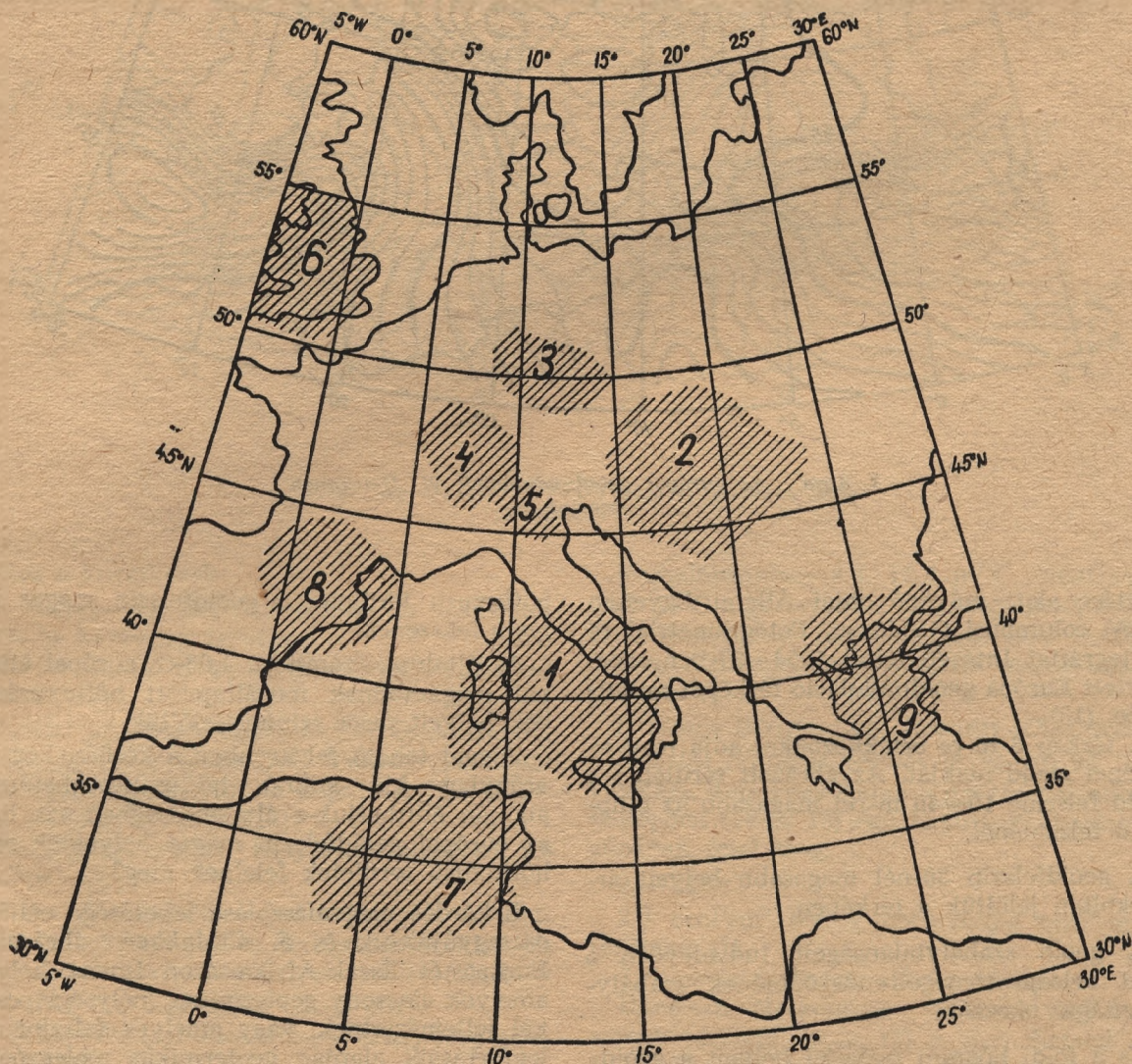
A földi hőáram értékeloslása és a geoidundu- összefüggés

A földi hőáram európai értékeinek a fenti táblázat alapján megszerkesztett térképét a 2. ábránkon mutatjuk be.

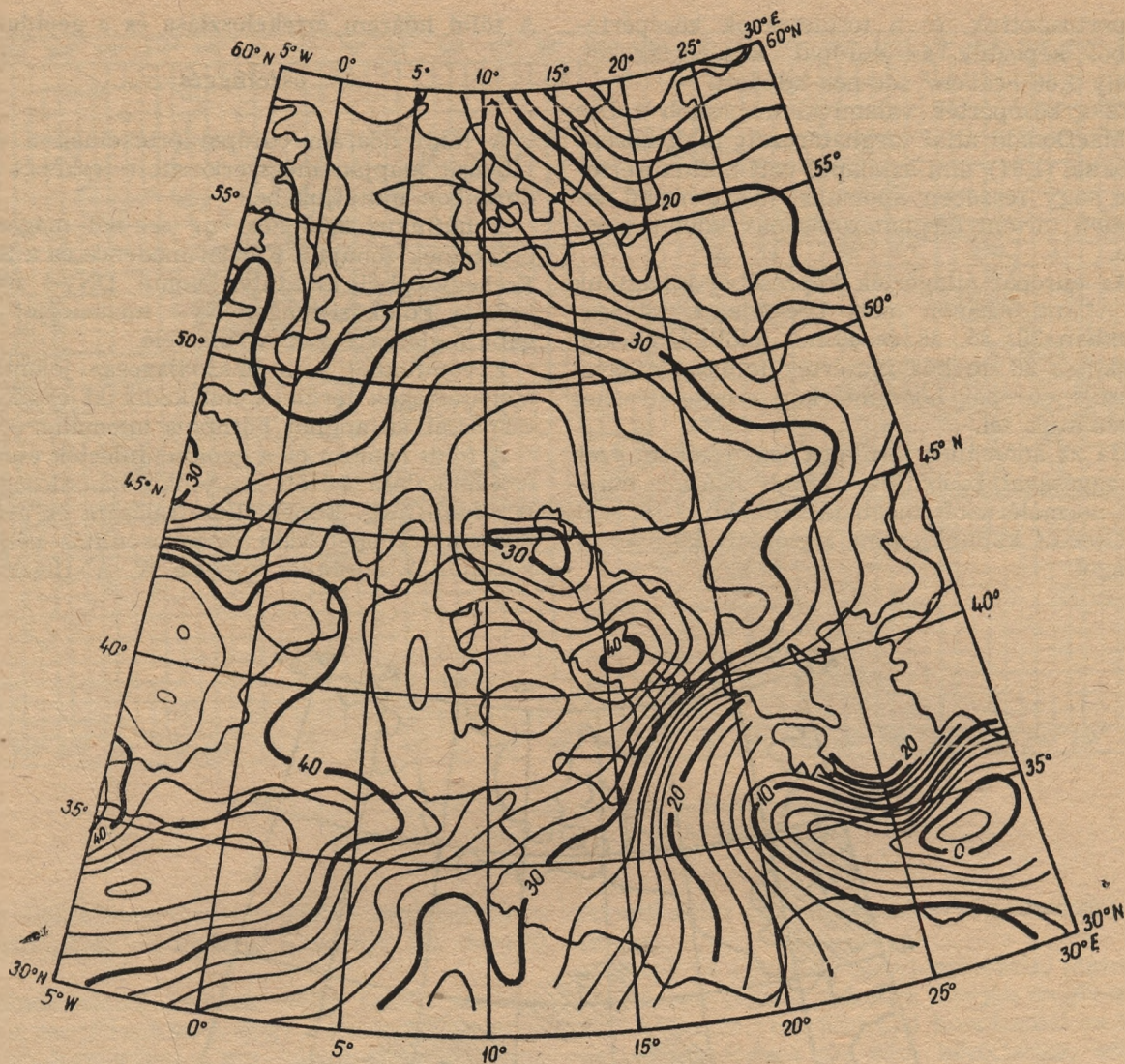
A hőfluxus $2,00 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ -nál magasabb értékeinek zónája a Kárpát-medence és a Szász Érchegységből kiindulva vonul DNY-i irányban, a Földközi-tenger Ny-i medencéjét magába foglalva Észak-Afrika felé.

E vonulatból, mint másodlagosan jelentkező magasértékek területe emelkedik ki észak-déli csapással az angliai hőfluxus anomália.

A földi hőáram és a geoidundulációk európai értékeloslása között nagyfokú hasonlóság állapítható meg. Ennek illusztrálására és a földi hőáramtérképpel való összehasonlítás céljából közöljük 3. ábránkat, mely a W. A. Heiskanen



2. ábra. A földi hőáram felszíni értékeloslása
Európában



3. ábra. Az európai geoidunduláctók W. Heiskanen szerint

vezetése alatt működő ohioi Állami Egyetem (USA) columbusi Geodéziai, Fotogrametriai és Kartográfiai Intézete által 1954–57-ben szerkesztett Európa geoidunduláció térképét mutatja be. (18)

A térkép 2 m-es értékközökkel adja meg az európai geoid alakját. Az ábrázolt területen a geoid felszíne 10–40 m-rel magasabb az ellipszoid felszínénél.

A geoidfelszín 30-nél magasabb helyeit árnyékoltan jelöltük a térképen.

A geoid szabálytalanságait tudvalevően a Föld belseje tömegrendeződésének szabálytalanságai okozzák.

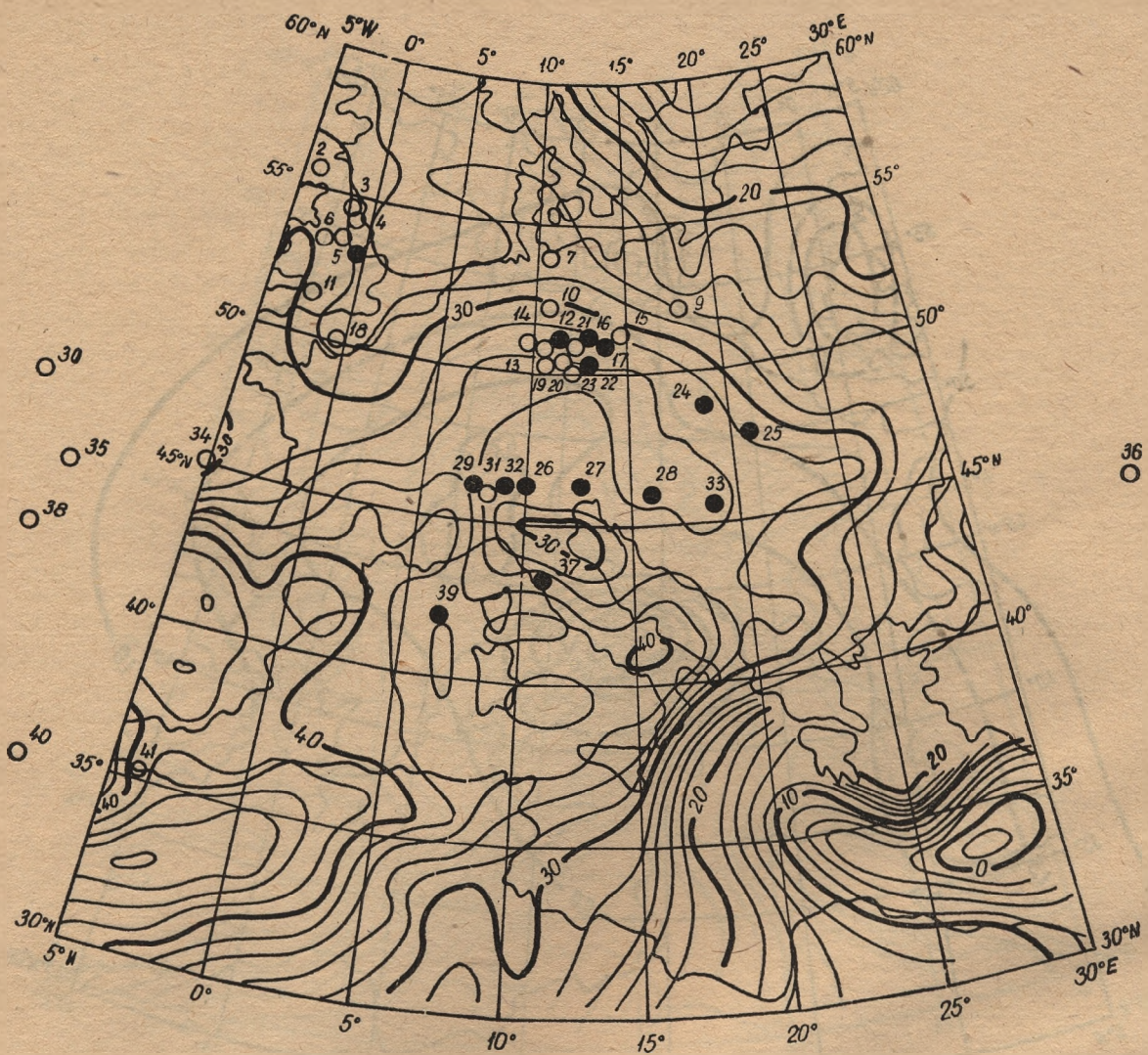
Ha a földi hőáram észlelési helyeit a geoidundulációk térképére rakjuk fel (lásd a 4. ábrát) megállapíthatjuk azt, hogy Európa nagy

hőfluxusu területei a geoidfelszín magas helyein fekszenek.

Az általunk számított, 1,66-os európai átlagnál magasabbnak megállapított hőfluxusértékek helyeit piros színnel jelöltük.

Joggal tehető fel azonban a kérdés, hogy az aránylag kis számú hőfluxusmeghatározás alapján állíthatjuk-e általánosságban azt, hogy az európai geoidfelszín magas helyeinek nagy hőfluxusú területek felelnek meg?

E kérdés megválaszolása lehetősége céljából összegyűjtöttük és 5. ábránkban ábrázoltuk Európa és Észak-Afrika azon ismert helyeit, amelyek alacsony geotermikus mélységlépcsőkkel jellemeztetnek, vagy amelyek felszíni melegforrásaik alapján geotermikus melegzónának minősíthetők. Ezeket az ábrán vonalkázással tüntettük fel és számozással jelöltük.



4. ábra. Az Európában eddig végzett hőfluxus meghatározások

Ezek a következők:

1. Közép- és Dél-Olaszország és Szardínia gőzös és forróvizes területei.

Larderello és környéke (6), Isola d'Ischia és Campi.

Flegrei (6), Monte Amiata (7,8), Rapolano (6), Sciacca (6), Viterbo (6,9) Vulcano (6) Tolfa (10), Rocca-Strada (10) és Szardínia (11, 23).

2. Kárpát medence (12)

Melegvizes terület. Hőfluxusa átlagban $2,5 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$.

3. Szász Érchegység—északcsehországi terület.

$2,0 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ fölötti hőfluxusértékekkel. (4)

Északcsehországi forróvizes terület (Karlovy Vary $73,8 \text{ }^\circ\text{C}$, Marianske Lazne stb.)

4. Svájc—Nyugat-Ausztria—Württemberg-elzäsi terület.

$1,8, 2,2 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ nagyságú hőfluxusértékekkel. (1)

Pechelbronban $8,2, 12,2 \text{ m}^\circ\text{C}$, Neuffenben $11,1 \text{ m}^\circ\text{C}$ a geotermikus mélységlépcső, Baden-Badenben 86° -os forróvíz van. Ems és Wiesbaden, Schlengenbad, Nauheim melegvizes területek. (13)

5. Monti Berici—Colli Euganei (Olaszország).

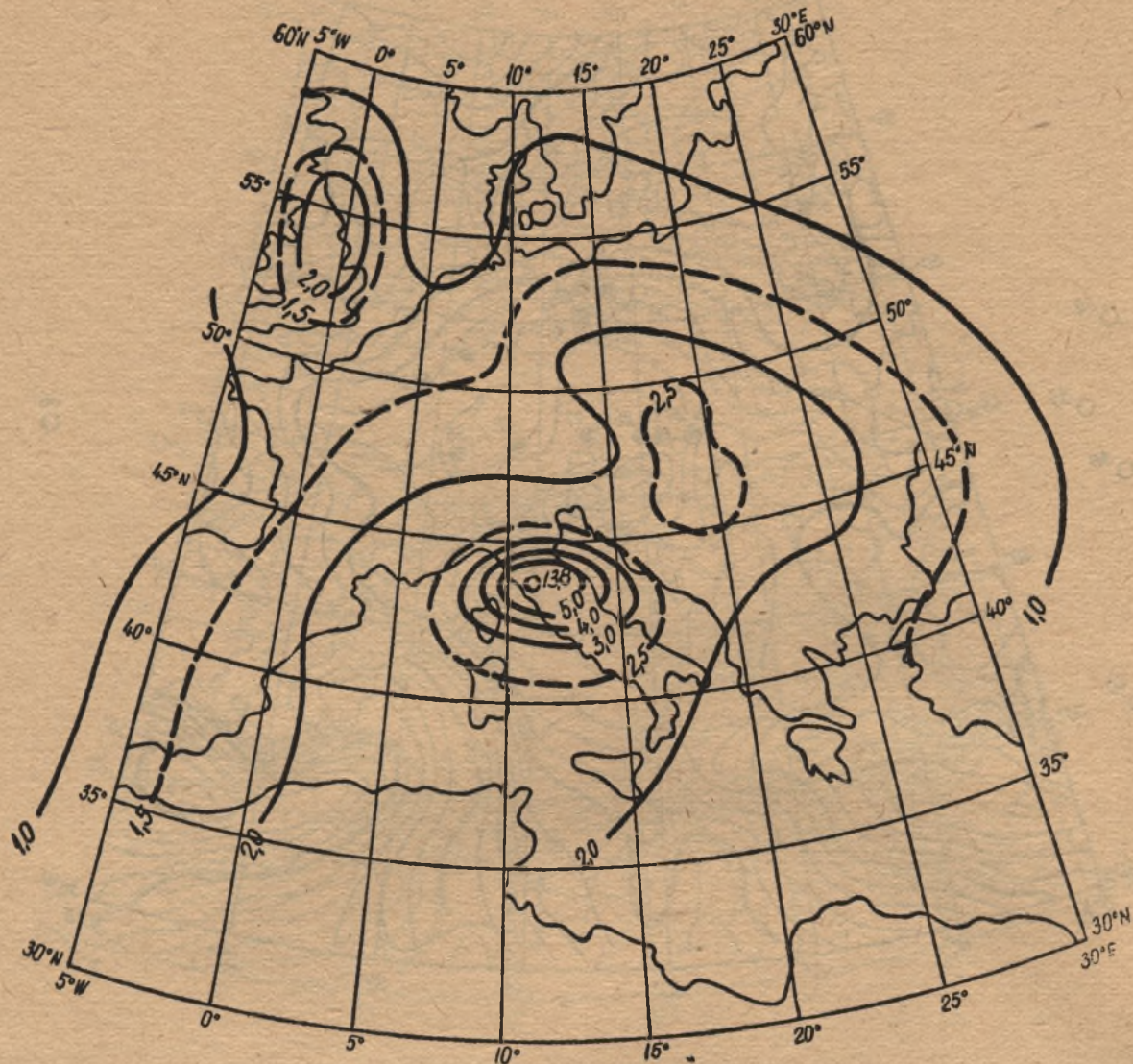
Felszíni hőforrás terület (6 és 10) $90 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vizekkel, amelynek helye a gravitációs anomáliaképpen (14 és 15) egy határozott maximumzónának felel meg.

6. Anglia.

$2,0 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ -es hőfluxussal bíró meleg területei. (1)

7. Algéria és Tunisz (Észak-Afrika).

Hamman. Meskoutine-i $96 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vízü forrásainak területe. (6 és 13) A Sidi Ahmed Zarrouk (Tunisz) környéki források, valamint a Capo Bon vidéki számos forrás $65\text{--}80 \text{ }^\circ\text{C}$ hőfokú termálvizekkel. (21 és 22)



5. ábra. Európa és Észak-Afrika hipertermális zónái

8. A Keleti Pireneusok hőforrásos területe, ahol a felszínre törő források vizének hőfoka $79,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot is elér. (16 és 17)

9. Az égei-tengeri hipertermális zóna, különösen Lesbos, Samothaki, Aedipos szigeteinek $60\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os forrásvizeivel. (24 és 25)

6. ábránkon a fenti 9 hipertermális zóna területét felraktuk az európai geoidundulációk térképére, amelyen a 34 m-nél magasabb geoid-szinteket árnyékolással jelöltük

E térkép közvetlenül szemlélteti azt a tényt, hogy Európa és Észak-Afrika hipertermális területei a geoid tetőzónán fekszenek.

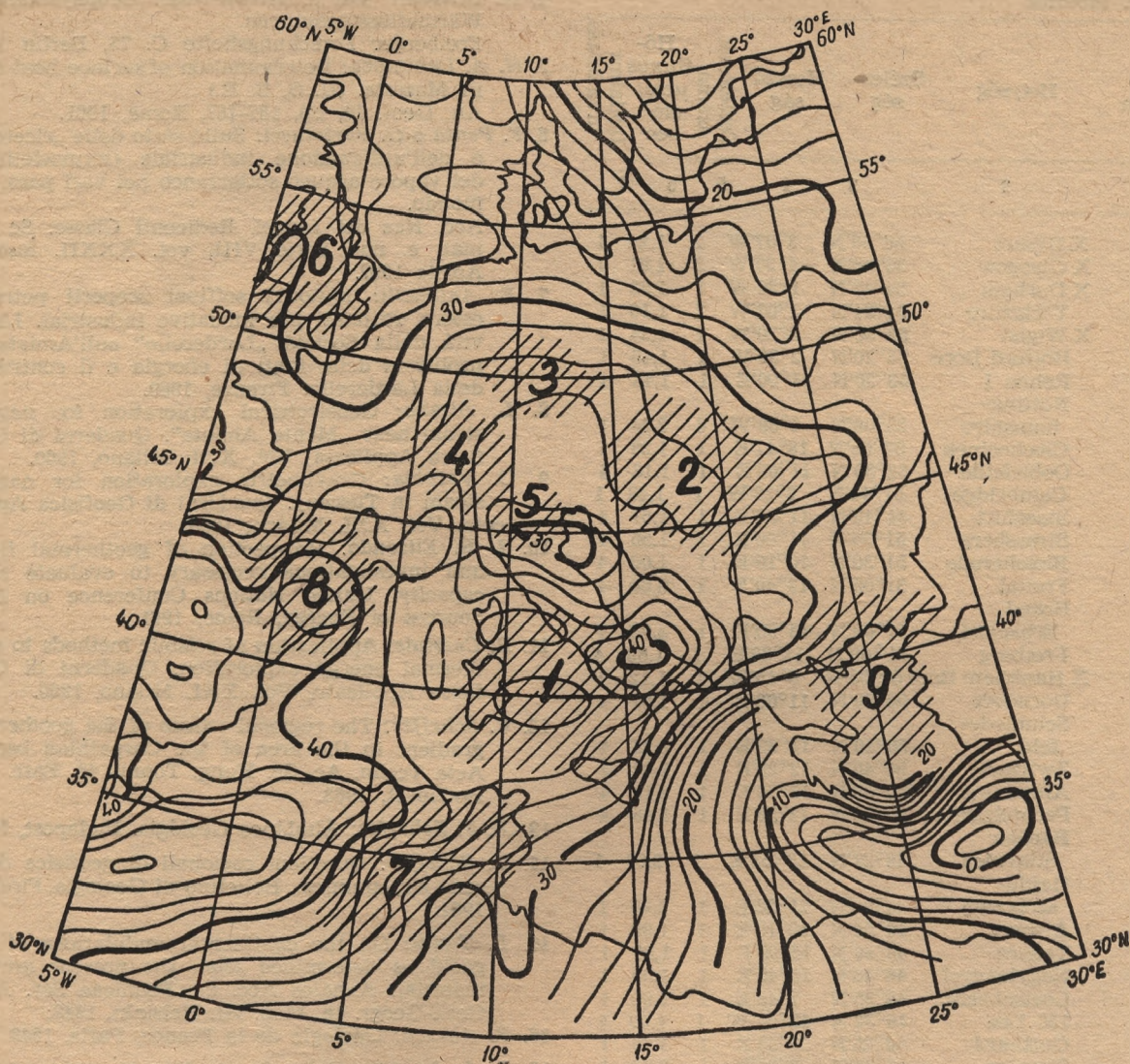
A hipertermális zónáknak a geoid magas helyein fekvése megerősíti a nagy hőfluxusú területek vizsgálatával szerzett és az előzőkben ismertett összefüggés realitását. Ezen összefüggés felhasználásával már részleteiben helyesebben lenne megszerkeszthető Európa földi hőáramának térképe, melyet a 2. ábránkon

csak a végzett hőárammérések eredményei alapján állítottunk össze.

6. ábránk alapján megállapítható, hogy a 34 m-en felüli geoid-nívófelületeken kívül az angliai nagy hőfluxusú zónák a 30 m-es geoid-szintvonal igen markáns másodlagos maximumán az égei-tengeri hipertermális terület a 20 m-es geoid-szintvonal, a Monti Berici és Colli Euganei viszonylag kicsiny hipertermális zónája pedig a 32 m-es geoid-szintvonal másodlagos maximumán terül el.

Az egyes, vonalkázással és számozással felüntetett hipertermális területeken kívül a geoid-undulációk tetőzónáinak más helyein is találhatóak hőforrásokkal jellemzett zónák. Ilyenek pl. a 2-es és 3-as területek között Pöstyén, Trencsén-teplic, Szliács (19), Vöslau, Baden (13), a 4 és 8-as területek között Vichy (13) stb.

Ezzel szemben megállapítható az a tény is, hogy a geoid elsődleges és másodlagos tető-



6. ábra. A hipertermális zónák és a geoidmagaslatok közötti összefüggés Európában és Észak-Afrikában

zónáin kívül Európában nem található hipertermális zóna.

Ez az Európában észlelt egyszerű összefüggés nagymértékben egyszerűsíti a földi hőáram felszíneloszlása okairól alkotott addigi elképzeléseket is.

Azt, hogy ezen összefüggés a Föld más területein is fennáll, bizonyítja az Északamerikai Egyesült Államok ez évben publikált kéregvastagság térképe is (26), melynek kis kéregvastagsággal jellemzett területei egyúttal a hipertermális zónákat is tükrözik.

Nyilvánvaló, hogy a kárpát-medencék és a nyugati földközi-tengeri medence pozitív gravitációs anomáliaterületeit magában foglaló geoid tetőzóna, amely ezen értékezésünk tanúsága szerint egyúttal magas földi hőáram területet is jelent, az európai kontinens felépítésének egy eddig nem ismert kéregszerkezeti elemére utal.

Az Olasz félsziget, Szicília, Szardínia, Korzika és a Baleárok szigeteinek a geoid tetőzónában való fekvése, valamint az északafrikai partvonal tuniszi, ÉK felé való előreugrásának helye, és más természetű morfológiai adat is kéregszerkezeti vonatkozásra enged következtetni.

A földi hőáram magasértékű zónáinak a geoidmagaslatokkal való, az előzőekben vázolt összefüggése nagy gyakorlati jelentőséggel bír a földi geotermikus energia feltárása lehetőségének szempontjából. Ezen, eddig úgyszólván ismeretlen, hatalmas energia feltárása már jelenleg is a legkisebb anyagi befektetéssel érhető el (20) és nagy energianyeresi lehetőségeket teremt az emberiség számára.

Kedves kötelességemnek teszek eleget, amikor megköszönöm S. Vardabasso professzornak (Cagliari) a szardíniai, Dr. R. Cataldinak (Pisa) a görögországi geotermikus adatok összegyűjtésénél nyújtott segítségét.

Sorszám	Helység	Szélesség	Hosszúság	Észlelések száma	Hőfluxus $\mu\text{cal}/\text{cm}^2/\text{sec}$	Irodalmi hivatkozás
1	2	3	4	5	6	7
1	X Dysart	56°08'N	3°07'W	2	1,24	1
2	X Glasgow	55°53'N	4°20'W	2	1,91	1
3	X Durham	54°45'N	1°38'W	1	1,82	1
4	Yorkshire	54°34'N	1°03'W	2	1,16	1
5	X Wigan	53°30'N	2°20'W	1	1,34	1
6	Holford Bore	53°20'N	2°30'W	1	1,43	1
7	Rehna I	53°20'N	11°00'E	1	1,48	4
8	Nottinghamshire	53°08'N	0°59'W	6	2,24	1
9	Ciechocinek	52°53'N	18°47'E	1	1,23	1
10	Oebisfelde	52°30'N	11°00'E	1	1,18	4
11	Cambridge	51°44'N	2°22'W	1	1,48	1
12	Stassfurt	51°40'N	11°30'E	1	1,67	4
13	Strassberg	51°35'N	11°00'E	1	1,55	4
14	Bleicherode	51°30'N	10°10'E	1	1,06	4
15	Freital	51°05'N	13°40'E	1	0,60	4
16	Brand					
	Erbisdorf	51°00'N	13°00'E	1	2,02	4
17	Freiberg	51°00'N	13°30'E	1	1,89	4
18	X Hankham Bore	50°55'N	0°15'W	1	1,12	1
19	Dorndorf	50°50'N	11°00'E	1	1,51	4
20	Schmiedefeld	50°40'N	11°25'E	1	1,25	4
21	Zwickau	50°40'N	12°25'E	1	1,32	4
22	Altenburg	50°30'N	13°50'E	1	2,19	4
23	Pechtelsgrün	50°30'N	12°35'E	1	1,43	4
24	Banska Stiavnica	48°27'N	18°53'E	1	2,60	1
25	Hajdúszoboszló	47°26'N	21°23'E	1	2,40	1
26	Arlberg	46°55'N	10°10'E	1	1,90	1
27	Tauern	46°50'N	13°05'E	1	1,80	1
28	Nagylengyel	46°46'N	16°45'E	1	1,90	1
29	Loetschberg	46°35'N	7°45'E	1	1,90	1
30	150 Lee	46°32'N	13°04'W	1	1,09	1
31	Gotthard	46°25'N	8°35'E	1	1,60	1
32	Simplon	46°25'N	8°05'E	1	2,20	1
33	Hosszúhetény-Zobák	46°11'N	18°20'E	2	2,90	1
34	149 Lee	45°28'N	5°47'W	1	0,75	1
35	157 Lee	44°55'N	10°45'W	1	1,39	1
36	Mazestahosta, USSR			3	0,88	5
37	Larderello	43°12'N	10°54'E	1	13,80	1
38	159 Lee	42°18'N	11°53'E	1	0,78	1
39	177 Lee	42°14'N	7°09'E	1	2,50	1
40	147 Lee	35°59'N	9°59'W	1	0,87	1
41	148 Lee	35°58'N	4°34'W	1	1,22	1

Irodalom

- W. H. K. Lee: Heat flow data analysis. Reviews of Geophysics. Vol. 1. Nr. 3. August 1963. Richmond, Virginia, USA.
- W. H. K. Lee and G. I. F. MacDonald: The global variation of terrestrial heat flow. Review of Geophysics, Vol. 1. Nr. 4. Dec. 1963.
- T. Boldizsár: Terrestrial heat flow in the natural steam field at Larderello. Geofisica Pura et Applicata, Vol. 58. pp. 115-122, Milano 1963.

- K. Schissler und J. Schwarzlose: Geophysikalische Wärmeflussmessungen. Freiburger Forschungshefte C. 75, Berlin 1969.
- H. A. Lubimova: Determination of surface heat flow in Mazesta. (U. S. S. R.) An. Geof. 14, pp. 157-167, Roma, 1961.
- F. Penta e G. Bartolucci: Sullo stato delle „ricerche“ e dell'utilizzazione industriale (termoelettrica) del vapore acqueo sotterraneo nei vari paesi del mondo. Acc. Naz del Lincei. Rediconti Classe. Sc. fis. mat. e. nat. Serie VIII, vol. XXXII. fasc. 4. Aprile 1962.
- E. Antonelli: I nuovi soffioni scoperti potranno essere utilizzati per iniziative industriali. L'attività della Società „Larderello“ sull'Amiata. Il problema delle fonti di energia e il contributo della Larderello. Firenze, 1960.
- L. Alfano: Geoelectrical exploration for natural steam near „Monte Amiata“. Quaderni di Geofisica Applicata, Vol. XXI. Milano, 1960.
- O. Vecchia: Gravimetric exploration for natural steam in Tuscany. Quaderni di Geofisica Applicata. Vol. XXI. Milano, 1960.
- I. R. Elizondo: Prospection of geothermal fields and investigations necessary to evaluate their capacity. United Nations Conference on New Sources of Energy, Rome, 1961.
- R. Cassinis: Application of seismic methods to geothermal energy exploration. Quaderni di Geofisica Applicata, Vol. XXI. Milano, 1960.
- V. Scheffer: The regional values of the geothermic gradient in the area of the Carpathian basins. Acta Techn. Ac. Sc. Hung. Tomus 43. Fasc. 3-4. Budapest, 1963.
- X. F. Schaffer: Általános Geológia. Budapest, 1919.
- V. Scheffer: Questioni regionali di geofisica della zona appenninica. Bolletino di Geologia, Firenze, 1964.
- L. Tanni: On the continental undulations of the geoid as determined from the present gravity material. Annales Acc. Sc. Fennicae Ser. AIII. Geol.-Geogr. 16. Map. III. Helsinki, 1948.
- R. Abrard: Géologie de la France, Paris, 1948.
- L. de Launay: Recherche, captage et aménagement des sources thermomineral, Paris, 1899.
- W. A. Heiskanen: Geodetic research in Finland. Public lecture of Dr. W. A. Heiskanen on August 1, 1960. in the XII. General assembly of the I. U. G. G. in Helsinki.
- L. Motka: Die Tschechoslovakei als Reiseland. Praha, 1962.
- G. Facca and A. Ten Dam: Geothermal Power Economics. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Commissione geotermica Italiana, Firenze, 1963.
- Gh. Bartolini—Salimbeni: Szóbeli közlés.
- Gh. Bartolini—Salimbeni e R. Biffoli: Analisi e ricerche chimico-fisiche sull'acqua di Ain-Oktor (Tunisia). Anali di Idrologia, Vol. I. N. 3. 1963.
- E. Puxeddu: Le acque minerali della Sardegna. Rendiconti Univ. Cagliari, Vol. XIX. 1949.
- M. L. Pertessis: Les eaux minérales de l'île de Lesbos. Athènes 1932.
- M. L. Pertessis: Les eaux thermominérales de Grèce. Athènes 1937.
- D. I. Stuart, I. C. Roller, W. H. Jackson, G. B. Mangun: Seismic propagation paths, regional travel times and crustal structure in the Western United States. Geophysics, Vol. XXIX. N. 2. April 1964.

C O N T E N T

<i>György Kertai</i> : The role of geophysics in oil and gas exploration	1
<i>József Fülöp</i> : The regional geophysical investigation of Hungary	3
<i>K. Posgay — B. Rádler</i> : Field geophysics	7
<i>J. Márhoffer — K. Sebestyén</i> : Geophysical well logging	11
<i>G. Barta</i> : Theoretical geophysics	14
<i>I. Baranyi — I. Elek</i> : Investigation of geophysical parameters of geological exploratory wells in SE Transdanubia	16
<i>L. Facsina — Gy. Tolmár — I. Varga</i> : Geological-geophysical analysis of South-Eastern Hungary	23
<i>V. Scheffer</i> : The superficial distribution of heat flow values of the Earth in Europe	31

C O Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Дьердь КЕРТАИ</i> : Роль геофизики в разведке нефти и газа	1
<i>Йожеф ФЮЛЕП</i> : Региональное геофизическое исследование территории Венгрии	3
<i>К. ПОШГАЙ—Б. РАДЛЕР</i> ; Полевая геофизика	7
<i>Й. МАРХОФФЕР—К. ШЕБЕШТЬЕН</i> ; Промысловая геофизика	11
<i>Д. БАРТА</i> : Теоретическая геофизика	14
<i>И. БАРАНИ—И. ЕЛЕК</i> : Об изучении геофизических параметров геологоразведочных скважин, пробуренных в районе Юго-восточного Задуная	16
<i>Л. ФАЧИНАИ—Д. ТОЛМАР - И. ВАРГА</i> : Геолого-геофизический анализ южной части Затисского района	23
<i>Виктор ШЕФФЕР</i> : О распределении величин геотермического потока на поверхности на территории Европы	31

I

S

T

II

III

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC

CC