

Földtani Kutatás

1969. XII. évfolyam 3-4. szám

T A R T A L O M

Felelős szerkesztő:

DR. FÜLÖP JÓZSEF

A szerkesztő bizottság:

DR. ALFÜLDI LÁSZLÓ, DR. ADÁM OSZKAR, DR. BARNABÁS KÁLMÁN, DR. DANK VIKTOR, DR. JANTSKY BÉLA, DR. JUHÁSZ JÓZSEF, DR. KASSAI FERENC, MORVAI GUSZTÁV, DR. NEMECZ ERNŐ, DR. VARJÚ 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 5.— Ft.

Előfizetés és terjesztési ügyben felvilágosítást a Magyarhoni Földtani Társulat (Bp. V., Szabadság tér 17. Telefon: 124-166) ad.

FMNYV dunaújvárosi telepe 1672

Dr. Müller Pál: A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kutatási tevékenysége, alapításának 50. évfordulóján — —	3
Dr. Szénás György: A geofizika szerepe a földtanban — — —	5
Dr. Posgay Károly: A szeizmikus módszer az ELGI-ben — — —	6
Bodoky Tamás: A szeizmikus módszer alkalmazási módjai és néhány aktuális problémája — — — — — — — —	11
Korvin Gábor: Digitális kiértékelés a szeizmikában — — — —	13
Erkel András—Hobot József—Király Ernő—Nemesi László—Verő László: Geoelektromos módszerek a mélyszerkezetkutatásban — — — — — — — — — —	14
Pintér Anna: A gravitációs módszer aktuális feladatai és problémái a hazai földtani kutatásban — — — — — — — —	17
Hoffer Egon: Hazai földmágneses mérések a földtani kutatásban —	19
Dr. Sebestyén Károly: A mélyfúrású geofizika korszerű módszerei	21
Karas Gyula: Akusztikai karotázsmérések bevezetése Magyarországon — — — — — — — — — —	25
Dr. Tatár János: Radiológiai vizsgálatok laboratóriumban — —	29
Polcz Iván: Komplex geofizikai szénhidrogénkutatás az Alföldön —	31
Szalay István: Szilárd ásványok geofizikai kutatása: szén- és bauxitkutatás — — — — — — — — — —	33
Morvai László—Mészáros Ferenc: A mélyfúrású geofizika az érc- és ásványkutatásban — — — — — — — — — —	36
Ráner Géza: Geofizikai mérések alkalmazása a vízföldtani kutatásban — — — — — — — — — —	39
Erkel András—Zsille Antal: Színesércvek kutatása geofizikai módszerekkel — — — — — — — — — —	41
Jósa Ernő: Mérnökgeofizikai és hidrogeofizikai kutatások — — —	43
Rákóczy István: Speciális mérnökseizmikus mérések — — —	49
Mituch Erzsébet: A Pannoniai Medence alatti földkéreg vizsgálata szeizmikus mélyszondázással — — — — — — — — — —	50
Vincze János: Szeizmikus műszerek fejlesztése — — — — —	53
Erkel András—Kovács Béla: Geoelektromos műszerek fejlesztésének új irányai — — — — — — — — — —	57
Dr. Márfoldi Gábor: Komplex elektromos karotázsbereendezések hazai fejlesztésének eredményei — — — — — — — — — —	59
Liszt Ferenc—Salamon Batur: Nukleáris geofizikai műszerek — —	62
Siklós Albert: Műszerfejlesztés az ELGI Radiológiai Laboratóriumában — — — — — — — — — —	64
Dr. Barta György—Dr. Aczél Etelka—Stomfai Róbert: Az ELGI obszervatóriumi jellegű földtani kutatásai — — — — —	66
Nagy Magdolna: Tervezés és dokumentáció az ELGI-ben — — — —	69
Komáromi István—Németh Lajos—Pollhammer Manoné: Geofizikai térképek szerkesztése és kiadása — — — — — — — — — —	70
Dr. Zilahi—Sebess László: Geofizikai adatok gépi ábrázolása — —	72
Dr. Lendvai Károly: A geofizikai nevezéktan problémái — — —	76
*** Az ELGI külföldi tevékenysége és geofizikai szolgáltatásai	78

A Magyar Állami Értvös Levélkiadó Rt. évi
kutatási leírásának, alapításának 50. évfordulóján
1969. XII. 31. napján

Földtani Kutatás



1969. XII. évfolyam 3-4. szám

Földtani közlöny

Helyki kiadások: 1934. szeptember

A Magyar Földtani Társulat

Alföldi rész

Északnyugati rész

Északkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

A Magyar Földtani Társulat

Délkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

Délkeleti rész

XII. évfolyam 3-4. szám

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kutatási tevékenysége, alapításának 50. évfordulóján

Írta: Dr. Müller Pál

A Geofizikai Intézet múltja — elsősorban a névadó patinás hagyatéka következtében — jelentős fejezet a magyar tudomány történetében. Eötvös 1919-ben bekövetkezett halála után még a Magyar Tanácsköztársaság öntötte formába és indította útjára az intézet magvát, rábízva az értékes tudományos hagyományt, amely azóta is szüntelenül kötelezi az ELGI-t, megszabva kutatási színvonalának a mércéjét. Éppen az eötvösi szellem, a szívós kutatómunka tisztelete tiltja, hogy érdemeinken felül hivatkozzunk a múlt eredményeire; hiszen az utóbbi évek technikai forradalmában a jelen intézetnek kell megvívni tudományos-gazdasági küzdelmét a föld ásványi nyersanyagkincseinek megismeréséért, feltárásáért. A tudomány csak dialektikusan ismétli önmagát, a múlt kísérleteinek akkori korszerűségi, szervezetségi, elméleti következményei ma hatványozottan jelentkeznek: megkövetelik — hogy egyebet ne említsünk, — a tudományág határterületeinek, a modern fizika, elektronika, automatika rendkívül szerteágazó összefüggéseinek egyre pontosabb ismeretét. A kor fáradhatatlan motorja, a világ színvonal, nap mint nap új példát statuál, feladva a fejlesztési és együttműködési leckét kis és nagy intézményeknek, baráti országoknak, világrészeknek. Az illúziók nélküli helytállás feltétele az összefogás, módszere a munka, az ésszerű, kitartó, objektív tudományos alkotómunka. Ez az, ami Eötvös óta mit sem változott és amiben az ELGI ma is zálogát látja tervei, reményei megvalósulásának.

Némi „aggodalommal” fogadtuk a Földtani Kutatás szerkesztőinek megtisztelő ajánlatát, amelyben külön geofizikai számot biztosítottak az 50 éves intézet kutatási eredményeinek és programjának ismertetésére. Óvatosságunk a mai intézet munkaerőkölséből fakadt, amely szerint több a becsülete egy működő műszerfokozatnak vagy egy tökéletesített földtani szelvénynek, mint bármilyen példásan szerkesztett terjedelmes ismertető „írománynak”.

Aztán itt van „konkurrenciaként” lapunk, a Geofizikai Közlemények — bár más jellegű — rövid ünnepi száma is.

Abban, hogy végül is elfogadtuk a Földtani Kutatás felkérését, perdöntő volt a magyar földtan szeretete, az a közös munka, amely összeköt bennünket a magyar geológusok nagy táborával. Valóban régi adósságot törlesztünk, amikor egy gyakorlati cikksorozatban ismertetjük geofizikai kutatásaink mai színvonalát, lehetőségeit a múlt és jelen tükrében. Képet kaphatnak olvasóink a geofizikai kutatások újabb módszereiről, na-

gyobb feloldóképességéről a nyersanyagkutatás számos területén. Hangsúlyozzuk, a cikksorozat a felhasználók részére készült, a szűk szakmai megoldásokkal, technikai részletkérdésekkel nem foglalkozik.

A Földtani Kutatás geofizikai száma természetesen felvet néhány kutatómódszertani problémát. Az egyik ezek közül a „komplex kutatások” világszerte sokat vitatott témája. A komplexitás lényege az, hogy a földtani kutatás sztratigráfiai, petrográfiai, stb. fogalmak szerint osztályozott közethalmazát a velük korrelálható fizikai helyettesítő paraméterek (sűrűség, ellenállás, szuszceptibilitás, sebesség, stb.) mérési sorával közelítjük meg, és az interpretáció eredményeképpen kapott absztrahált modellből következtetünk ismét vissza a földtani felépítésre. A figyelmes olvasó észrevehette, hogy ismételt ráhatást említettünk, ami fontos feltétele az ésszerű földtani kutatásnak. Tehát a geológiából kell kiindulni és oda visszajutni. Munkamódszer: a geológus és geofizikus szoros együttműködése már a terepi kutatásoknál, majd szoros kölcsönhatással korrigálni a kiértékelést. Nem is lehet másképpen: két különböző paramétersor egyeztetéséről van szó. Példaképpen álljon itt a két véglet. Az egyik szerint a geofizikus a kész, fellebbezhetetlen földtani végeredményt nyújtja át a geológus felhasználónak, a másik szerint a fizikai paraméterek nyers szelvényeit, tág teret hagyva a geológus szerkezeti, tektonikai elképzeléseinek (éppen a tektonikai elemek gyakran rejtett fizikai ismerveire csak a geofizikus szakértő hívhatja fel a figyelmet!). Köztudott, hogy a két módszer egyikével vagy másikával készül a geofizikai jelentések komoly hányada.

Nem változtat a lényegen az sem, ha az intézmények geológusai időnként ellenőrzik és átveszik a munkát; itt a szerves együttműködést hiányoljuk. Sokan hivatkoznak arra a nyugaton egyre terjedő centralizáló irányzatra, amely a kiértékelést radikálisan elszakítja a terepi munkától. A központi kiértékelés nem feltétlenül jelenti a geológia szerepének csökkenését, kedvező feltételek mellett éppen ellenkezőleg, biztosítja a legtehetségesebb geológus kiértékelő csoportok befolyását az összes kutatási területekre. Ami a terepi kutatások teljesen mechanikus szemléletét illeti, itt ellenvéleményünk van, függetlenül attól, hogy a kiértékelés központosításán és automatizálásán (a kettő szorosan összefügg) magunk is nagy erővel dolgozunk. Összegezve a fentieket: elmondhatjuk, hogy a geológiai és geofizikai tudományok együttműködése

már az egyedi módszereknél is fontos szerepet játszik, de a komplex kutatásoknál — ahol egész paramétersorok korrelációjáról van szó — elengedhetetlen előfeltétel.

A komplex kutatások másik vitatott problémája, hogy a komplexitás egyszerűen időrendi, tudományos, módszertani, vagy pénzügyi fogalmat jelent-e. A különböző nézetek képviselői az általuk elfogadott definíciónak megfelelő recepturát ajánlják a kutatómunkához. A legszélsőségesebb vélemény egyenesen kétségbevonja a komplex kutatások létjogosultságát azzal az indoklással, hogy a legpontosabb geofizikai kutatómódszer, a reflexiós szeizmika feloldóképességétől minden más módszer elmarad, tehát ezt kell általános érvénnyel alkalmazni.

A komplexitás mint eszköz, szerintünk ma elsősorban gazdasági fogalom, és ez korunkban ha alárendelten is, de szervesen tartalmazza a tudományos szempontokat. A kutatási feladat és a rendelkezésre álló pénzügyi keretek kötelezően előírják az optimumkeresést, amellyel legközelebb juthatunk a kitűzött feladat megoldásához. Ez egy gazdag szénhidrogén-objektum esetében lehet a legrágább tizenkétszeres fedésű reflexiós módszer kizárólagos alkalmazása; az esetek többségében azonban sokoldalú módszertani kompromisszum, a megoldás lehető legjobb megközelítése az adott pénzügyi keretek között. Egyszerűbb az elbírálás, ha a komplexitásnak csak a perspektív területek kiválasztásánál van gazdaságosságot javító szerepe, ami megoldható a kutatómódszerek helyes időbeli sorrendjének betartásával. A módszerek objektív tudományos analízise, súlyozása akkor kap fokozott szerepet, ha azt vizsgáljuk, hogy adhatnak-e egyidejűleg hasznos információt a többi eljárások, a komplexus vezérlő módszerével (ez rendszerint a szeizmika) kapott eredményeken felül. A szilárd árványi nyersanyag- és vízkutatás, a mélyfúrás geofizika, sok meggyőző példája található jelen cikksorozatban, és a szénhidrogénkutatásban is keresi még intézetünk a komplex kutatásokban rejlő többletinformációt. Bár ez utóbbi esetben speciális antikorrrelációs közetfizikai modell szükséges ahhoz, hogy a sokszintű, részletes reflexiós szelvényekhez földtani újdonságot szolgáltatasson, pl. a geoelektromos eljárások külön fizikai szinteket követnek és megkönnyítik a geológiai rétegtagolást. A Kárpát-medence földtani felépítése nem ritkán kínál hasonló területrészeket, — a komplex kutatás alkalmazását és összetételét esetenként kell elbírálni.

A komplex kutatásokkal kapcsolatos szemléletünk természetesen csak a szűk mára vonatkozhat. A kiértékelés automatizálása, a számítógépes feldolgozásban rejlő, még jórészt kiaknázatlan lehetőségek, a terepi műszerek gyors digitalizálása ugrásszerű fejlődést idéz elő valamennyi kutatómódszernél. Ezek a tényezők a szeizmikus, geoelektromos, stb. regisztrátumok

zajszintjéből új és új információkat emelnek ki. A módszerek szerepe, értéke állandóan változik, de meg kell jegyezni, hogy a felszíni kutatómódszerek korszerűsítésében a vezetőszerpet a szeizmikus reflexiós eljárás viszi. Intézetünk is komoly erőfeszítéseket tesz a korszerűsítés érdekében: számjegyes regisztrálású szeizmikus kutatóműszerünk és mini-centrumunk működik, az elektromos mérések mágneses jelrögzítését megoldottuk, és folyamatban van a gépi kiértékelés megvalósítása. 1970-ben helyezük üzemben MINSZK—32 nagyteljesítményű számítógépünket és felhagyunk az eddigi, lassúnak bizonyult gépbérlettel.

Mindez felvet egy másik lényeges kutatáspolitikai kérdést: a terepi mérések, a módszerfejlesztés és a műszerfejlesztés harmóniájának, arányainak problémáját. Itt az intézeti gyakorlat a következő álláspontot alakította ki.

Színvonalas kutatási eredményeket a geofizikában csak korszerű műszerekkel lehet elérni. Devizaforrásaink szűkösek, földtani adottságaink viszont kedvezőtlenek, érzékeny, jó feloldóképességű műszereket igényelnek. Ez az elmentmondás sokáig gátolta az intézet kutatómunkáját. Mivel szellemi, technikai erőforrásaink is korlátozottak, reálisan kellett kiválasztani azokat a kulcsfontosságú műszerfejlesztési feladatokat, amelyeket széleskörű hazai és nemzetközi kooperációban sikeresen meg tudunk oldani. Elsősorban a számjegyes regisztrálással és automatizálással összefüggő fejlesztési témákon dolgozunk nagy energiával.

Sikerült megteremteni az intézet korszerű műszerbázisát, amely jórészt megoldotta a terepi kutatások mérés-technikai problémáit és élénkítette módszerkutatásainkat.

A Geofizikai Intézet széleskörű nemzetközi kapcsolatokat tart fenn; igyekszik a nemzetközi tudományos élet és ipari kutatás minden kezdeményezését, újdonságát megismerni és azokra gyorsan reagálni. Megszülettek első olyan témáink, amelyeket nemzetközi kooperációban hajtunk végre. Különösen szoros szakmai szálak fűznek bennünket három intézményhez. Ezek: a VNIIGeofizika, Moszkva, a VEB Geophysik, Lipcse; és az Ustav Užitě Geofyziky, Brno.

Az ELGI megalapításának 50. évfordulóján elismeréssel gondolunk a geofizikát alkalmazó és felhasználó partnereinkre, a magyar bányászatra, földtani kutatásra, vízügyre, s külön szeretnénk kiemelni hazánk kőolaj- és gáziparát, annyi közös munka, kutatás ösztönzőjét, segítő-társát.

A Geofizikai Intézet szilárdan hisz a geofizikai tudományok jövőjében, az emberi megismerés új eredményeiben, a Föld titkainak egyre teljesebb megfejtésében. Eddigi hagyományai szellemében továbbra is mindent elkövet, hogy szerény hozzájárulásával segítse hazánk nyersanyagkutatását, a geofizikai kutatások fejlesztését.

A geofizika szerepe a földtanban

Írta: Dr. Szénás György

Elvont geofizika voltaképpen nincs. Van gravitációs módszer, szeizmikus módszer, stb. Mindezeknek szerepét a földtanban külön-külön kell megvizsgálni — és e szám többi tanulmánya ezt is teszi.

A geofizika, amint a fizika szó elé tett *geo* névtoldat utal rá, a „földben gyökeredzik”. A földtanhoz való viszonya alkalmazásának különböző szintjeiben nem egyforma.

Ha a Földet, mint égitestet tekintjük, a Földre vonatkozó ismeretek szerzésében a geofizika egyeduralgó. Ez a geofizika legtágabb értelmezése. Ebben az értelemben az atmoszféra-kutatás és az űrkutatás is geofizika; Galilei, Newton és Kepler is geofizikusok voltak.

Ha a Földet mint egészet, mint fizikai testet tekintjük, a geofizika szerepe 80—90%-os. Az adatszerzés szinte kizárólag fizikai jellegű; az adatok egybeolvasztása, értelmezése azonban már földtani, geotektonikai fogalmakban történik. Annál szerencsésebb az ilyen értelmezés, minél szélesebb körben használja fel a geofizika sajátos, exakt eszközeit. Ha ezt nem teszi, vagy kis mértékben teszi, merő spekulációvá fajul (lásd a különféle „híres” geotektonikai elméleteket). Az e fajta geofizika módszerei nagyon hasonlóak az alkalmazott geofizika módszereihez: szeizmikus mélyszondázás, földalakmeghatározások, elektromágneses köpenykutatások, geotermikus vizsgálatok, stb.

Ha a Földet (vagy akár a Holdat), mint az Ember hazáját, mint az emberi gazdálkodás helyét, mint a gazdálkodáshoz szükséges ásványi nyersanyagok lelőhelyét tekintjük, akkor a geofizika szerepét már csak módszerről-módszerré, differenciáltan szabad vizsgálni. A geofizika a klasszikus értelemben vett földtanhoz itt kapcsolódik legszorosabban. Kétoldalú ez a kapcsolat, mert a geofizika nem nélkülözheti a földtan fogalmait saját eredményei értelmezésénél; egyúttal azonban segíti is a földtant, sőt átalakíthatja annak szemléleti módját.

A geofizikának ezt az ágát, mondhatnánk ezt a szintjét nevezzük alkalmazott geofizikának, de ebben a szintben a földtan a vezérlő tudomány-szak.

Még ma is csak négy alapvető módszere van a geofizikának, amelyek szerepét a földtan különféle ágaihoz kapcsolva lehet megítélni. Ez a négy alapvető módszer: a gravitációs, a földmágneses, a geoelektromos és a szeizmikus módszer.

A gravitációs módszer a közetsűrűségkülönbségek mérésén alapszik. Azok a földtani tényezők, amelyek a közetsűrűséget, azaz a kőzetek térfogatsúlyát befolyásolják, a magmás műkö-

dés, az üledékképződés, a szerkezeti változások és a mindezek időbeli egymásutánját tanító földtörténet körébe tartoznak.

A földmágneses módszer a kőzetek fajlagos mágnesezhetőségében (mágneses szuszceptibilitásában) felismerhető különbségeknek a kutatásán alapszik; a földmágneses kutatómódszer tehát a földtan hatalmas birodalmából döntő mértékben az ásvány-kőzettanra támaszkodik. Mint-hogy — a tapasztalat szerint — a földkéreg felső részében előforduló kőzetek (nem ásványok és nem ércek) közül a magmás, mégpedig a bázisos, kiömlési magmás kőzetek a legmágnesesebbek, a földmágneses kutatómódszer a vulkanológia területén is a földtanban gyökeredzik. A paleomágnesség pedig a földtörténettel van kétoldalú kapcsolatban: egyrészt ismeretét feltételezi, másrészt adatokat szolgáltat számára.

A geoelektromos módszernek az a válfaja, amely hazánkban a legnagyobb szerepet játssza, vagyis az ún. geoelektromos komplexus (a tellurikus eljárás és a fajlagos ellenállásmérésen alapuló vertikális elektromos szondázás), a kőzetek fajlagos ellenállásában mutatkozó különbségeket használja fel. Azok a földtani tényezők, amelyek a kőzetek fajlagos ellenállásában hoznak létre különbségeket, elsősorban az üledékképződés fogalmkörébe tartoznak, de az üledékes és a magmás kőzetek érintkezése, a kőzetek térbeli elhelyezkedése (tektonika), a kőzetek folyadéktartalma (hidrogeológia) is jelentős földtani tényezői a geoelektromos kutatásnak.

A szeizmikus módszert a föld mélyében lévő olyan határfelületek kutatására alkalmazzák, amelyek egymástól terjedési (szeizmikus) sebességben vagy hullámenállásban eltérő nagyobb közzételegeket (rétegeket, összeteket) választanak el. Azok a földtani tényezők, amelyek ilyen felületeket hoznak létre, elsősorban az üledékképződés körébe tartoznak; a szeizmikus sebesség és a hullámenállás különféle értékeivel jellemzett képződmények térbeli elhelyezkedése azonban nagymértékben függvénye tektonikai folyamatoknak is. A kőzeteknek a különféle folyamatokban kialakult sajátos fációsét a kőzettan írja le, tehát a szeizmikus kutatómódszer sem nélkülözheti a kőzettani, főleg üledékkőzettani ismereteket.

Említhetnénk még a radiometriát, amelyet felszínen és mélyfúrásban alkalmaznak. Alkalmazása a kőzetek sugárzásán, ill. sugárzóanyag-tartalmának különbségén alapszik. Ha mélyfúrásban alkalmazzák, e módszer különféle válfajait rendszerint egyéb fúrólúkszelvényezési módszerekkel kombinálják.

Ezzel eljutottunk a mélyfúrás geofizikához,

amelynek fizikai módszerei és földtani „gyökeredzése” lényegében azonos a felszíni geofizikáéval. A különbség csak annyi, hogy a felszínen vízszintesen mérnek, mélyfúrásban pedig függőlegesen; továbbá a felszíni mérés rendszerint megelőzi, a fúrólukszelvényezés pedig minden esetben követi a mélyfúrást.

A határ azonban nem éles, mert valamely terület első mélyfúrásának szelvényezése előkutatás (és paraméter-szolgáltató), a terület többi mélyfúrásai és a felszíni geofizikai kutatások számára.

Az alkalmazott geofizikának — amint említettük — a földtan a vezérlője. Ez ma nem is képzelhető másképp, mert a földtan régi, kiala-

kult módszertanú tudomány, a geofizika pedig viszonylag új, és módszerei rohamosan fejlődnek. A földtan történeti jellegű szemléletét ma még a geofizika egyetlen ága sem tudja adaptálni. A földtan azonban maga is integráló tudomány-szak, és ahogy a geofizika a geofizikai módszerek gyűjtőfogalma, úgy a földtan is az ásványkőzetan, geokémia, szerkezetan, stb. gyűjtőfogalma.

Ahogy differenciálódik a földtan, úgy mechanizálódik, és mivel az integrálás nélkülözhetetlen, elvont „földtan” mindig lesz, de kérdés, hogy ezt néhány évtized múlva nem geofizikának fogják-e nevezni?

A szeizmikus módszer az ELGI-ben

Írta: Dr. Posgay Károly

1. A szeizmikus kutatások kezdete Magyarországon

A szeizmikus méréseket hazánkban viszonylag későn és eleinte csak kis volumenben kezdték alkalmazni. Az első szeizmikus méréseket 1934-ben Kapuvár és Lenti környékén végeztette az Eurogasco egy Houston-i céggel. Utána más szeizmikus vállalatok (Seiscor 1935—36, Carter 1938—40, Seismos) is végeztek méréseket hazánkban (Oszlaczky, 1969). Bár ezeknél a vállalatoknál is alkalmaztak magyar szakembereket, a magyar szeizmika kezdetének azt az időpontot tekinthetjük, amikor az intézet megbízást adott Pogány Béla professzornak az első magyar szeizmikus műszer elkészítésére (Gerő, Pogány, Vargha, 1942). Két hatcsatornás műszer készült. Hazai irányítással ezekkel végeztek először szeizmikus méréseket.

2. Kifejlődés

A magyar szeizmika 1950 táján indult erőteljesebb fejlődésnek. Az intézetben néhány év alatt 4—5 szeizmikus csoport alakult és a kőolajipar is szinte ezzel egyidőben szervezte meg rohamosan fejlődő szeizmikus üzemét.

2.1. Műszerkutatás

A Pogány-féle 6 csatornás műszerekkel, továbbá egy 1949-ben vett 24 csatornás svéd műszerrel szerzett tapasztalatok felhasználásával ké-

szült el az első magyar 24 csatornás berendezés 1951-ben. A műszer a rendszeres terepi méréseknél jó eredményeket adott. Sorozatos műszergyártásra megszervezték a Geofizikai Mérőműszergyárat, amely azóta választékát sokféle geofizikai műszerrel egészítette ki és ezeket sok országba exportálta, amellett, hogy a hazai igényeket is ellátta.

A GMG szeizmikus berendezéseivel az intézet rendszeres kutatásokat végzett. Tapasztalataink hozzájárultak a műszer színvonalának emeléséhez. Ezekkel a műszerekkel a kínai expedíciós kutatásoknál is jó eredményeket értünk el.

Összegezve elmondhatjuk, hogy a jól sikerült 24 csatornás konstrukció (illetve továbbfejlesztett 26+1 csatornás változata) jelentősen hozzájárult a Geofizikai Műszergyár kifejlődéséhez.

2.2. Módszertani kutatások

Sokféle (kőolaj, kőszén, bauxit, mérnöki) kutatási cél érdekében végeztünk méréseket. Szinte valamennyi területen módszertani problémákat kellett megoldani. Ennek elősegítésére jött létre a kísérleti szeizmikus csoport is, amely többek között megvizsgálta Poulter (1950) lég-lövéses rezgéskeltési eljárásának hazai lehetőségeit. Ezeket a tapasztalatokat itthon is hasznosítottuk; különös fontosságot nyertek Kína vízszegény vidékeinek felmérésekor.

Az első hazai kéregkutatások is ehhez a periódushoz fűződnek. Kihhasználva a berendezések viszonylag nagy érzékenységét, az ország

több pontján sikerült mélyreflexiókat kapni és közelítő képet alkotni a kéreg szerkezetéről.

Összefoglalva: 1950 és 1955 között a legkülönbözőbb feladatokhoz összegyűjtöttük a módszertani alapadatokat és megoldásokat.

2.3. Földtani kutatások

Az intézeti szeizmika fő feladata a földtani célú kutatás volt. A műszer- és módszerfejlesztési kísérleteket csupán azért említettük előbb, mert ezek nivója nagy mértékben hatott a földtani céllal végzett szeizmikus mérések értékére.

A *kőolajkutató szeizmikus mérések* volumene 1950—53 között az ELGI-ben is jelentősen fejlődött. A kutatások túlnyomórészt a Dunántúlon folytak: a Zalai medencén túl a Kisalföldre és Somogyra is kiterjedtek.

Ezekkel a kutatásokkal párhuzamosan kezdődtek kísérleti mérések *szilárdásványkutatósi* területeken és *mérnöki feladatok* megoldására. A *kőolajipar* szeizmikus kapacitásának növekedésekor az ELGI ezekre a területekre terelte szeizmikus kapacitását.

A szilárdásványkutató mérések sok terület előkészítő kutatását, szerkezeti elemeinek helyes értelmezését, az ásványvagyon feltárását könnyítették és gyorsították meg. Az esztergomdorogi, tatabányai barnaköszénmedencék, a Mecsek—Villányi hegység környékének földtani kutatásában a szeizmikus mérések lényeges adatokat adtak.

Összefoglalva: már a kifejlődés idején sikerült a szeizmikus mérésekkel használható földtani adatokat kapni. Ezek elősegítették és meggyorsították az ország sok, bányászatiilag fontos területének felkutatását.

3. A szeizmikus kutatások hullámvölgye

Az 1956-ban kezdődő kínai expedícióban résztvevő szakemberek eltávozása és egyéb problémák az intézeti szeizmikát az ötvenes évek végén és a hatvanas évek elején egy időre visszavetették.

3.1. Műszerkutatás

A 24 csatornás berendezés konstruktőr-gárdája a sikeres kezdet után szétszóródott. Nem alakult viszont műszerkutató laboratórium, amely a továbbfejlesztést végezte volna. A geofizikai műszerkutatás viszont világszerte rendkívül gyorsan fejlődik. Az első szeizmikus műszer is néhány év alatt elavult. Külföldön a nagy, nehézkes műszereket könnyen hordozható berendezések váltották fel. Elektronikusan is sokat javult a minőség: az erősítés, amplitudószabályozási tartomány és a szűrőkörök vágási meredeksége nagyobb lett. Külön gondot fordítottak a berendezések megbízható működésének növelésére is. Már 1954—55 táján kezdtek elterjedni az *első mágnesszalagos adapterek* is.

A helyzet felismerését elősegítette 1955—56 telén egy jugoszláviai kísérleti mérés, amelynek során a magyar szeizmikus műszert egy hordozható amerikaival hasonlítottuk össze. Ezután alakult meg tulajdonképpen az intézeti műszerkutatás magja. Sajnos, az intézet kevés erőt tudott koncentrálni egy mágnesszalagos műszer konstruálására, így a fejlesztés nagyon elhúzódtott. Az elhúzódáshoz hozzájárult, hogy a segítségül hívott Műszeripari Kutató Intézettel felesleges rivalizálás alakult ki. A mágnesszalagos műszer kísérleti típusa ezek miatt csak 1962 őszén került terepre.

A magnetofonfejlesztés mellett kísérletek kezdődtek egy hordozható refrakciós erősítőkészlet elkészítésére; 1959 és 1962 között fokozatos javításokkal alakult ki egy, a kislekvenciás tartományban is jó átvitelű berendezés.

Ugyancsak ebben az időben készült el az elektroncsöves fotoregisztrációs berendezések meredeksűrős változata is.

A párhuzamosan kialakult műszergyári fejlesztőlaboratórium közben gyártásba adott egy hordozható berendezést, majd az intézeti tranzisztoros tapasztalatok felhasználásával fejleszteni kezdett egy fotoregisztrálású tranzisztoros berendezést.

Összefoglalva: a sikeres kezdet után nehézesen alakult ki az intézeti műszerfejlesztő bázis, és ez nem csak a szeizmikus műszergyártást, hanem a módszerfejlesztést és az intézet földtani kutatásait is hátráltatta.

3.2. Módszerkutatás

Az intézeti szeizmika lényegében a régi műszerparkkal dolgozott. Ezek a műszerek nem tetek lehetővé modern reflexióos módszertani kísérleteket. Ennek következtében csak refrakciós mérések folytak és ezek információtartalmának kiaknázására történtek módszertani munkák. A Gamburcev-iskola nyomán alakítottuk át műszerparkunkat, terepi és kiértékelési metodikánkat. A refrakciót hazánkban előtérbe helyezte az is, hogy sok a medencejellegű terepfajta (kis sebességű alatt nagy sebességű képződmény).

3.3. Földtani kutatások

A műszereit és a metodikát régóta ismerő és könnyen kezelő terepi kutatók rutinja az évek folyamán egyre nőtt. Ez, az adott módszertani metodika keretei között, ha nem is ugrásszerűen, de fokozatosan növelte a mérési anyag megbízhatóságát. Olyan területeken, ahol ez a metodika megfelelt, értékes eredményeket értünk el. Ebben az időszakban fejeződtek be a mecsek—villányi mérések, amelyek alapját adták a terület — azóta is sokat használt — geofizikai monográfijának. Erre az időszakra esik a mátrai szeizmikus mérések első szériája, amely nagyon használható eredményeket adott és elősegítette

a későbbi sikereket. Oroszlány—Pusztavám—Mór környéki méréseink ugyancsak hozzájárultak a terület alaposabb megismeréséhez és ma is alapadatul szolgálnak mind a bányászat, mind pedig a jelenlegi kutatások számára.

Összegezve: a módszertani és földtani kutatásban több éves késéssel jelentkezett a műszerkutatás elmaradása, ellenben jelentékenyen fejlődött a szellemi rutin. Ezeknek az éveknek a műszerkutató munkái a következő években hoztak új eredményeket.

4. Újabb fejlődés

A 3.1. fejezetben leírt műszerkutató erőfeszítések újabb metodikai lehetőségeket nyitottak meg. Segítségükkel számos területen sikerült a mérési anyagot ugrásszerűen javítani. Ez mind a műszer- és módszer-, mind a földtani jellegű kutatások terén újabb lendületet adott a munkáknak.

4.1. Műszerkutatás

Következő lépcsőként — a magnetofonos és tranzistoros műszerekkel szerzett tapasztalatok közös felhasználásával — megkezdődött egy olyan kísérleti műszer kialakítása, amelynek alapján a *magnetofonos prototípus* elkészítése és a gyártás megindulhatott.

A csöves, magnetofonos berendezéssel kapott jó eredmények nagyon hozzájárultak, hogy az OKGTSzKŰ szakemberei bebizonyítsák: műszerparkjukat korszerű műszerekkel kell megerősíteni. Az OKGTSzKŰ francia műszereivel nyert tapasztalatok viszont kedvezően hatottak az intézeti műszerfejlesztésre. A specifikáció módosítása és a gyártásbavitelnél fellépő nehézségek a kísérleti sorozat előállítását időben kissé elhúzták, de végülis sikerült — elsősorban a GOM és részben az OKGTSzKŰ szakemberei segítségével — megküzdni a nehézségekkel. Így született meg a magyar geofizikai műszergyártás elektronikus legösszetettebb műszere. Az intézetben végre kialakult egy olyan szeizmikus bázis, amely gyakorlatot szerzett mind a konstrukcióban, mind a terepi bemérésben, mind a gyártásbavitelben. Tevékenységük végeredményben gazdaságos volt. Az elkészült műszerek kutatási és előállítási költsége kisebb volt, mintha külföldről szereztük volna be ezeket, emellett jelentős devizamegtakarítást értünk el.

A leírt munkákkal párhuzamosan megindult a következő műszertípus kialakítása is. Megalakult a *szeizmikus digitális kutatólaboratórium* egy kisebb szállítható kiértékelő központ és egy szeizmikus terepi digitális berendezés megépítésére. A feladat nagysága azonban az ELGI lehetőségeit meghaladja. Ezért, az országon belül is több kutatóintézetrel és gyárral (KFKI, HIKI, GOM, MECHLABOR, EMG), valamint külföldi partnerekkel is (VNIIGeofizika, VEB Geo-

physik) szoros együttműködésre törekszünk. A kutatás gazdaságosságát hivatott elősegíteni az a törekvés is, hogy a szeizmikához kifejlesztett egységek (digitális magnetofon, A/D, és D/A konverter, csatornaváltó, konvolver) más geofizikai módszereknél (karotázs, geoelektromos módszerek) is felhasználhatók legyenek.

A mérnökszeizmikus feladatok megoldását elősegítő műszerfejlesztés terén is biztatóak az eredmények.

Összefoglalva: a laboratóriumok fiatal kutatói a sokéves munka során tapasztalatokat szereztek mind műszerkonstrukciós, mind dokumentációs vonalon és sikerrel vitték gyártásba a frekvenciamodulációs műszert. A jövő kutatásainak biztosítására kifejlesztettük a szeizmikus digitális laboratóriumot.

4.2. Módszertani kutatások

Ebben az időszakban az első mágnesszalagos rögzítésű műszer előnyeinek kihasználása volt a legfontosabb feladat. Az OKGT megbízásából olyan módszertani kutatásokat kezdtünk, amelyek tovább bővítették a hazai szeizmika használhatóságát a kőolajkutatásban. A különböző szűrésekkel történő többszörös visszajátszási lehetőséggel élve sikerült a fotoregisztrációs műszerekkel megoldhatatlannak látszó feladatoknál eredményeket elérni.

Az új meredekező szeizmikus műszerekhez csatolt RNP-adapterrel tapasztalatokat szereztünk az RNP-módszer hazai alkalmazási lehetőségeiről. Az RNP-módszert sikeresen kombináltuk a mágnesszalagos regisztrálással.

A tranzistoros, SzM—24+6 típusú mágnesszalagos berendezéssel új kísérletsorozat kezdődött az ország ÉK-i felén elterülő, nagyon kedvezőtlen szeizmogeológiai adottságú területeken. Cél: nagyszámú szeizmóméter, robbantólyuk, illetve többszörös fedés alkalmazásával a régebbi méréseknél lényegesen megbízhatóbb eredmények szerzése.

Megkezdtük a mágnesszalagos regisztrálás előnyeinek megvizsgálását a bauxit-, szén-, érc- és vízkutatási feladatoknál.

A kisfrekvenciás átvitelű, tranzistoros berendezés a kéregkutatásban nyújtott új lehetőségeket. Viszonylag kis költségű kéregkutató észlelési rendszert sikerült kidolgozni.

A kis súlyú, 24 csatornás hordozható berendezések a mérnökszeizmikus kutatásban nyújtottak új módszertani lehetőségeket.

A műszeres felkészültség javulása speciális feladatok (pl. nyomásmérés) megoldását is lehetővé tette. Segítségével új rendszerű rezgés-keltési kísérletek kezdődtek.

Részben a műszer- és módszertani kísérletek elvi tervezésére, részben a digitális kiértékelés előkészítésére *elméleti csoport* is alakult. A számításokat a csoport az intézet által bérelt közepes sebességű elektronikus számítógépen végzi.

Összefoglalva: a műszerkutatói eredmények a módszerkutató fellendülését és ezzel újszerű földtani feladatok megoldását tették lehetővé.

4.3. Földtani kutatások

Az eredményesebb földtani kutatás érdekében célszerű a kutatók földtani, szerkezeti egységenkénti specializálása. Ezek a kutatók a módszertani ismereteken felül egy-egy terület földtani és geofizikai sajátosságait is jól ismerik. Ennek érdekében a kutatócsoportokat egy alföldi (mélyszerkezetkutató) és egy hegyvidéki részlegbe szerveztük.

Ezeknek a részlegeknek földtani egységekre specializált kutatói jó együttműködést építettek ki a kérdéses területen dolgozó földtani és geofizikai partnerekkel. Ezt az együttműködést elősegítették az intézetnek az egyes területekre megbízott támafelelősei. Tapasztalatunk szerint ez a támafelelős-rendszer megkönnyítette a földtani partnerek munkáját is azért, hogy a különböző geofizikai módszerek kutatóival a területi támafelelős koordinálásával tarthatták a kapcsolatot.

Mágnesszalagos rögzítésű berendezéssel eleinte csak a mélyszerkezetkutató csoportokat láttuk el. Nem csupán a reflexiók, hanem a refrakciók méréseit is egyre inkább ezekkel végeztük. A hegyvidéken mágnesszalagos műszerekkel még csak a tájékozódó módszertani kísérleteket végeztük el.

Az alföldi kutatásokat — mint említettük — az OKGT megbízásából végeztük. A mérések célja: módszertani mérések végzése az alföldi „flis-öv” területén áttekintő jellegű mérések keretében. A mágnesszalagos regisztrálás előnyeit kihasználva sikerült kimutatni, hogy Szolnok környékén azért adnak félrevezető eredményeket az alsó-felső pannóniai határ közelébe eső szeizmikus szintek, mert a határ — a terület egy részén — a fotoregisztrálás műszerekkel csak bizonytalanul meghatározható diszkordanciasint. A régebbi mérésekhez viszonyítva sikerült a szeizmikus mérések behatolóképeségét és így mélyebb szerkezetek meghatározási lehetőségét növelni.

A méréseket dél felé, Kiskunfélegyháza—Csongrád vonaláig terjesztettük ki, majd a „flis-öv” ÉK-i részén folytattuk. A Hortobágyon és környékén a rendkívül intenzív zavarhullámok leküzdése, továbbá hazai műszerekkel az időszelvénytérképezés lehetőségeinek megteremtése volt a cél. A Nyírségben a kedvezőtlen energiaviszonyok leküzdésével kísérleljük meg a vastag vulkáni összlet alatti szerkezetek meghatározását.

Ezekben az években a „hegyvidéki” komplex kutatások keretében sikerült jelentősen megnövelni a geofizikai mérések előrehaladási sebességét és eredményességét is. A szeizmikus mérések is sok területen járultak hozzá a földtani

kutatások meggyorsításához és eredményességének javításához. A Dunántúli Középhegységben, a Börzsöny és a Mátra környékén, továbbá a Cserháton végeztünk áttekintő térképezést. Eredményeinket az azóta mélyített fúrások (csekély kivétellel) igazolták.

Az utóbbi években számos speciális vizkutató és mérnök-szeizmikus mérést is végeztünk. A vizkutató mérések célja a legtöbbször a harmadidőszaki medence aljzatmélységének és lehetőség szerint törésvonalak megállapítása volt, de kutattuk a fedőösszlet víztároló szakszait is. Újszerű kísérletként Sárvár környékén mágneses regisztrálással sekélyreflexiók mérések is folytak.

A kis frekvenciák felé kiterjesztett átviteli sávú berendezésekkel a kéregkutatásban is viszonylag olcsó és gyors észlelési rendszereket vezettünk be. A Kárpát-Balkáni térség megkutatására tervezett négy nemzetközi és egy hazai szelvény méréssel sikerült az ország legnagyobb részén meghatározni a kéreg vastagságát.

Összefoglalva: ebben az időszakban a földtani kutatások volumene és nívója is növekedett. A minőségi javulást a műszerpark fejlődése és az általa biztosított módszertani kísérletek segítették elő.

5. Következtetések és célkitűzések

A rövid történeti áttekintésből megállapíthatjuk, hogy a szeizmikus földtani kutatásokban általában akkor jelentkezett jelentősebb, újszerű eredmény, amikor alapos módszer- és módszertani előkészítés történt. A műszeres háttérrel (a szeizmikus berendezések jelentős deviza-költsége miatt) az ELGI legtöbbször saját fejlesztésével biztosította. Ennek a gyakorlatnak több előnye volt. Megtakarítást eredményezett: az általános műszeres intelligenciát növelte, és ez a műszerek paramétereinek jobb kihasználásával a földtani eredményeket is javította. Végül, a hazai geofizikai műszergyártást megindította és későbbiekben támogatta.

5.1. Műszerkutató

A szeizmikus felvételek információtartalmának kihasználását az analóg kiértékelés nem tudja biztosítani. Ennek a hatalmas anyagmennyiségnek jobb feldolgozására az elektronikus nagy sebességű és kapacitású számítógépek alkalmasabbak. Emellett a digitális kiértékelés az adatok biztosabb földtani értelmezését is jelentősen fokozza.

Ennek érdekében készült *terepi digitális berendezésünk*, amely a felvételeket már számjegy formában rögzíti.

Kutatásainkban a nemzetközi együttműködésben tervezett egységek elkészítésére törekszünk. Az együttműködés célja egyrészt az, hogy hozzájáruljon a szocialista táborban egy

megbízható digitális terepi berendezés gyors megteremtéséhez (megfelelő speciális számítógépperifériákkal), másrészt nagyobb követelményeket kielégítő, korszerű berendezés készítése egy későbbi terminusra.

Az analóg és a digitális technika átmeneti korszakára készül a *digitális kiértékelő lánc*, amely mind az analóg, mind a digitális felvételek leglényegesebb feldolgozására alkalmas.

A mérnökszeizmikus munkák elősegítésére célszerű lenne olyan berendezés készítése, amely lakott helyeken, vagy (pl. bánya-) üzemek területén is lehetővé teszi a szeizmikus méréseket.

5.2. Módszerkutatás

A módszerkutatás és a földtani kutatás — amint említettük — legtöbbször a műszerezettség függvénye. Akár egy újabb kutatási területen kívánjuk meghatározni a legmegfelelőbb eljárást, akár új eljárás kidolgozása a cél, az optimális megoldáshoz speciális műszerekre van szükség.

Ebből következik, hogy módszertani és földtani kutatásainkat meggyorsíthatnánk, ha egy-egy eljárás kikísérletezéséhez szükséges műszereket előbb állíthatnánk üzembe, mint azt műszerkutatásaink megengedik. Ehhez esetenként külföldi, néha nyugati berendezések beszerzése is szükség van. Az ilyen műszerekkel kapott tapasztalatok a módszerkutatást meggyorsítják, esetleg irányát kellő időben módosítják. A földtani kutatást is meggyorsítja a fejlett műszer, mert mire a hazai műszerek elkészülnek, addigra a módszertani kísérletek befejeződhetnek és megkezdődhet a földtani jellegű kutatás.

Módszertani kutatásainkban *legfontosabbnak tartjuk a digitális szeizmika előkészítését és bevezetését*. A digitális szeizmika módszertani vonatkozásban is sok új ismeretet követel. Első lépésként az analóg mágnesszalagon rögzített eredményeket számítógépbe adjuk analóg-digitál átalakító segítségével, illetve digitális láncon dolgozzuk fel. A második lépés a digitális terepi berendezésekkel regisztrált adatoknak a digitális láncon, illetve számítógépen történő feldolgozása lesz. Ezzel párhuzamosan folyik majd a megfelelő terepi eljárás kidolgozása.

5.3. Földtani kutatások

A mélyszerkezetkutató (szénhidrogénkutató) szeizmikus méréseknél jelenlegi feladatunk a nyírségi probléma megoldása. A nehézségeket részben a felszínközeli, részben a mélybeli viszonyok okozzák. A vastag homokkal borított felszínen rosszak az energiakeltési és észlelési viszonyok. Helyenként felszíni hullámok is jelentkeznek. A lefelé hatoló energia nagy részét a vulkáni összletben lévő felületek visszaverik és szét is szórják. Kevés az az energia, amely a vulkáni összlet alól visszaverődve észlelhető. Emel-

lett ez a kevés energia is — a zavart tektonikai viszonyoknak megfelelően — nehezen értelmezhetően jelentkezik. Mind a felszínközeli (energiakeltési és elnyelési), mind a mélybeli energia-terjedési viszonyokat gondosan tanulmányozzuk, hogy végül is megfelelő eredményeket kaphassunk.

További szénhidrogénkutatási és módszertani feladat: a *finomabb (kiékelődéses, stratigráfiai, töréses) szerkezetek, ill. csapdák felderítése*. Erre a digitális szeizmika az analógnál nagyobb lehetőséget biztosít. A kezdeti kísérleteket olyan területen célszerű végezni, ahol a kiindulási adatok ultraszonikus karotázsszelvényekből rendelkezésre állnak.

A hegyvidéki (bauxit-, kőszén-, urán-, víz-, színesérc-) kutatásoknál egyre többet találunk olyan szerkezetekkel, ahol a medencealjzatban több refraktáló szint is van. Ezek szétválasztása fotoregisztráló műszerrel még akkor is nehéz, ha a sebességviszonyok a refrakciós kutatás számára kedvezők (azaz a mélyebb határterület sebessége nagyobb). A mágnesszalagos rögzítésnél a különböző visszajátszási lehetőségek, időszelvények készítése elősegíti és biztosabbá teheti a hullámkép értelmezését.

Amikor a refrakciós kutatás követelményei nem teljesülnek, a feladat megoldását reflexiós módszerrel kísérjük meg. A medencealjzat alól megbízható információ szerzése a bonyolult szerkezeti viszonyok miatt nehezen megoldható problémának látszik.

A fiatalabb üledékösszlet reflexiós kutatásánál az információ/költség viszony javítása, továbbá *a reflexiósan már kutatható mélység csökkentése* az elsődleges cél. Az első sekély-reflexiós vizsgálatok azt mutatták, hogy a homokos-agyagos összletben lévő homokpadok reflektálnak. Az első kísérletnél ugyan nem sikerült 100—150 m alá vinni a felső reflexiós tartományt, de ez elsősorban a kedvezőtlen rengéskeltési viszonyoknak tudható be (a szinte felszínen lévő kavicsban robbantottunk). A kísérlet érdemes lenne kedvezőbb felszíni viszonyok között megismételni.

Kezdenek megérni a technikai feltételek egy újabb *reflexiós vetőkutatási kísérlethez*. Erre azért van szükség, mert a reflexiós módszerrel általában csak 50—100 m-nél nagyobb elmozdulások mutathatók ki. Az Intézet 1954-ben végzett részletes vizsgálatokat fotoregisztráló műszerrel. Ezzel nem sikerült a kellő pontosságú és megbízhatóságú reflexiós eredményeket elérni. Érdemes lenne a kísérletet jelenlegi felkészültségünkkel megismételni. Az első méréseket olyan területen kellene végezni, ahol a felszíni viszonyok kedvezőek.

A mérnökszeizmikában kedvező feladatok a különböző célú *nyomás- és rezgésmérések*, továbbá az olyan létesítményalapozás-előkészítő mérések, ahol felszínközeli, viszonylag nagy szilárdságú kőzet domborzatát kell meg-

határozni (pl. vízzárógát-, épület-tervezés). Legnehezebb feladatnak látszik, ha a felszín alatt feltételezett üregek létét és helyzetét kell meghatározni. A kérdés fontossága miatt kísérleteinket — megfelelő műszeres előkészítés után — ennek a feladatnak megoldására is folytatni kell.

A *kéreg- és felsőköpeny-vizsgálatoknál* az elsődleges cél a kettőt elválasztó határfelület jellegének vizsgálata. Az eddigi eredmények ugyanis azt mutatták, hogy a Mohorovičić-határfelület általában több szeizmikus felülettel jelentkezik. Ezek száma és mélységtartománya ott nagyobb, ahol üledékes rétegösszletek jelentős kivastagodása ismert, ill. tétélezhető fel. Ha ennek törvényszerűsége bizonyítható, akkor a nagyszerkezeti egységek kialakulására és elmozdulására vonatkozó ismereteink alapvető ténynyel gazdagodnak.

A kéreg tanulmányozását további, az eddiginél pontosabb reflexiós sebességvizsgálatokkal is ki kell egészíteni, és célszerű lenne megvizsgálni, hogy a felsőköpenynek a Mohorovičić-határfelület közelébe eső zónáiról nyerhető-e információk reflexiós módszerrel.

Zárószó

Az ELGI 50. évfordulóján megvizsgálva az intézeti szeizmika történetét, megállapíthatjuk, hogy kedvező eredmények akkor születtek, amikor a szeizmikus műszer-, módszer- és földtani kutatás összhangban volt. A szeizmika egyre rohamosabb fejlődése egyre nagyobb követelményeket támaszt. Ezek teljesítéséhez szükséges a komplex együttműködés a többi módszerekkel az Intézeten belül, valamint a hazai geofizikai kutatások kedvező koordinálása. Műszerkutatás terén elengedhetetlennek látszik jó kapcsolatok kiépítése a hazai fejlesztő és gyártó cégekkel. Mind műszer-, mind módszertani kutatásainkat nemzetközi kooperációban kívánatos fejlesztenünk.

IRODALOM

1. Gerő L.—Pogány B.—Vargha B., 1942: Szeizmikus mérések Dorogon 1942-ben. Matematikai és Természettudományi Értesítő Budapest, — 1088. old.
2. Poulter, Th. C., 1950: The Poulter Seismic Method of Geophysical Exploration. Geophysics, XV. 2.
3. Oszlaczky Sz., 1969: Szóbeli közlés.

A szeizmikus módszer alkalmazási módjai és néhány aktuális problémája

Írta: Bodoky Tamás

A kőzetek rugalmas tulajdonságain alapuló szeizmikus módszernek hazánkban is két fő ágazata alakult ki.

A felső kisebb sebességű és az alatta fekvő nagyobb sebességű összlet határán keletkező fejhullámok észlelésén alapuló refrakciós módszerrel a határfelület helyzetén kívül a refraktáló (alsó) kőzet felszínére jellemző hullámterjedési sebességet és a kőzet hullámcsillapítási tulajdonságait határozhatjuk meg. Mivel a fiatal üledékes medencék aljzatát rendszerint olyan kőzetek alkotják, amelyekben a rugalmas hullámok terjedési sebessége jóval felülmúlja a fiatal fedőösszlet általában kis sebességértékeit, a *refrakciós módszer hazánkban elsősorban a medencealjzat meghatározására alkalmas*. Ez a megállapítás azonban nem kizárólagos, mert tapasztalatunk szerint a medenceüledékben is előfordulhatnak környezetüknél nagyobb sebességű, beágyazott kőzetek (rétegek).

A refraktált (fej-) hullámok keletkezési me-

chanizmusa folytán a refrakciós módszer általában nem alkalmas „inverz” (nagyobb sebességű alatt fekvő kisebb sebességű) rétegek vagy összletek kimutatására.

Ha a kutatott összlet *belső felépítését* minél teljesebben kívánjuk megismerni, akkor a különböző akusztikus ellenállású (az akusztikus ellenállás a sűrűség és a terjedési sebesség szorzata) közegek határáról visszaverődő hullámokat felhasználó *reflexiós módszert* alkalmazzuk. Segítségével bonyolultabb szerkezetek is kutathatók, — több réteghatár deríthető fel, mint a refrakciós eljárással, és „inverz” határok is kimutathatók.

A reflexiós módszernél a hasznos hullámok keletkezése nem kíván meg olyan „éles” határokat, mint a refraktált hullámoké. És noha a kőzetek milyenségét tükröző határsebességértékeket nem nyújt, s a később tárgyalandó zavaróhullámokra érzékenyebb, — a nagyobb felbontóképességű reflexiós módszer alkalma-

zása jóval elterjedtebb a szeizmikus kutatásban. Éppen ezért a felvételek javítására s a feldolgozás tökéletesítésére irányuló technikai törekvések is nagyjából a reflexiós módszerrel kapcsolatosak.

Ahhoz, hogy reflexiós felvételeink a lehető legjobban kiértékelhetők legyenek, arra volna szükség, hogy az egymás után érkező reflexiók éles kiütéssel jelentkezzenek, s az egyes reflexiók közötti regisztrátumszakasz egyenes vonal legyen a vizuális szeizmogramon. Ez a gyakorlatban soha sem valósul meg. A felvételeken nem csupán a reflektált hullámokat, tehát a hasznos jeleket regisztráljuk, hanem hasznos jelek (röviden: jelek) és zavaróhullámok (röviden: zaj) keverékét. A zajt általában szintén a rengéskeltéssel gerjesztjük, de — különösen sűrűn lakott és ipari vidékeken — külső eredetűek is lehetnek. Célunk az, hogy a felvételkor vagy utólag, a feldolgozás során a jeleket minél inkább kiemeljük a zajszintből, illetve a zajokat minél inkább kirekesszük, vagyis a jel/zaj viszonyt növeljük. Ehhez elsősorban ismernünk kell a különféle zajtípusokat.

A zajok lényegileg két nagy csoportra oszthatók: véletlen, illetve szabályos zajokra.

A véletlen zajokhoz a műszerek saját zajait és a külső zajokat sorolhatjuk. Ezek — spektrumuk folytán — egyszerű sávszűréssel nagyrészt eltávolíthatók.

Nagyobb nehézséget jelentenek a szabályos jellegű zajok, amelyeknek intenzitása együtt nő a rezgéskeltés intenzitásával, spektrumuk pedig nagyjából a jelspektrumra esik. Fontosabb típusaik:

- a) *A közvetlen hullámok és refraktált hullámok.* Ezek a felvétel elején jelentkeznek, ezért nehézséget csak a sekély-reflexiós méréseknél okozhatnak; helyes terítési paraméterekkel itt is kizoríthatók.
- b) *Felszíni zavaróhullámok.* Különféle típusú és sebességű hullámok, amelyeknek spektrumában dominálnak ugyan a kis frekvenciák, de fedhetik a teljes jeltartományt is. Részben kirekeszthetők kisméretű előszűrőkkel, csoportos rengéskeltéssel, szeizmométercsoportosítással. A

korszerű digitális technikában pedig megvalósulhatnak a többcsatornás sebesség-szűrő eljárások, s ezekkel a felszíni zavaróhullámok gyakorlatilag teljesen eltávolíthatók.

- c) *Kísértetreflexiók (ghost-ok).* A gerjesztési pontból kiindulva a felszínről vagy a kissebességű zóna talpától lefelé verődő, az eredetileg is lefelé induló hullámot némi késéssel követő hullámok. Sebességük, spektrumuk egyezik a jelekével, ezért hagyományos technikával nem, csak a modern technikával megvalósítható vertikális összegezéssel és digitális ghost-szűrőkkel olthatók ki.
- d) *Többszörös reflexiók:* a felszínről, a kissebességű zóna talpáról, valamely mély határfelületről vagy két határfelület között többszörösen visszaverődő és így a felvételekből kialakuló szelvényképet meghamisító hullámok. Felismerésük sem könnyű, de szűrésük hagyományos eljárásokkal nem is lehetséges. Többszörös fedésű összegzéssel (stacking) és digitális optimum-szűrőkkel kirekeszthetők; területileg szintetikus szeizmogramokból felismerhetők.

Az említett zajeltávolítási eljárásokon kívül meg kell még említenünk a *dekonvolúciós* eljárást, amelynek célja, hogy a gerjesztésnél még igen éles induló impulzusnak a terjedés és a felvétel során szenvedett torzulásait megszüntesse és az eredeti impulzust visszaállítsa. Ez a felbontóképességnövelő eljárás csak digitális úton valósítható meg.

A korszerű feldolgozási technikák a különféle szűrési eljárások mellett korrigálják, vagyis egy bizonyos szintre vonatkoztatott függőleges sugárútra számítják át a reflexiós adatokat. Az így készült szeizmikus szelvények alakjában a geofizikus végeredményben olyan szerkezeti metszetet nyújt a geológusnak, amelyről már csak a közettani, ill. rétegtani megjelölés hiányzik.

Digitális kiértékelés a szeizmikus módszerben

Írta: Korvin Gábor

A digitális (számjegyes rögzítésű) gépi eljárások alkalmazásának célja a szeizmikában egyrészt az adatfeldolgozás nagyfokú gépesítése a kiértékelési munka lényeges meggyorsítására, másrészt olyan műveletek elvégzése, amelyek a nyert földtani információkat részletesebbé és megbízhatóbbá teszik, de analóg technikával nem valósíthatók meg.

Ezeknek a műveleteknek egyik csoportja a reflexiós felvételekből kirekeszti a nemkívánatos zajok nagy részét, s így a kirajzolódó földtani képet tisztábbá teszik. Egy másik csoportjuk lényegesen növeli a felbontóképességet s így kisebb földtani szerkezetek, illetve szerkezeti részletek kimutatását is lehetővé teszi. Szorosan véve szeizmikus szempontból a digitális rendszerek fő előnye az analóg rendszerekhez képest a dinamikataromány megnövekedése s a jeltorzítás jelentékeny csökkenése, végeredményben tehát a jelek tisztasága.

Bár a digitális szeizmika elsősorban a szerkezetkutató felvételek javítására törekszik, megkezdődött egyes közfizikai paramétereknek szeizmikus felvételekből digitális úton történő meghatározása is.

A digitális szeizmika kezdete

A digitális szeizmika viszonylag új tudomány, 1950-től számítják kezdetét, amikor is a MIT-ben (Massachusetts Institute of Technology) *Robinson* és *Wadsworth* vezetésével először alkalmazták az idősorok modern (*Wiener*, *Wold*, *Yule* által megalkotott) elméletét a szeizmogramok statisztikus tanulmányozására. Alkalmazott tudomány, és mint ilyen, több tudományág határterületére esik, egyaránt építve a hírközlélelmélet, a numerikus analízis, a geofizika, az elektronika módszereire. Történetére az optimális lineáris szűrés elméletének szisztematikus kiépítése és a nemlineáris módszerek *ad hoc* alkalmazása jellemző. A gazdasági verseny nagy iramában a legtöbb eljárás szabatos matematikai megfogalmazására nem jutott idő. Valószínűleg ez is lehet az oka, hogy önálló monográfia a témáról ezideig nem jelent meg. A téma két évtizedes történetét jól mutatják a két legismertebb nyugati geofizikai folyóirat, a *Geophysics* és a *Geophysical Prospecting* ilyen vonatkozású publikációi. Felsorolásukat szívesen az érdeklődők rendelkezésére bocsátjuk. A digitális szeizmika legtöbb eljárása, pl. dekonvolúció, szintetikus szeizmogramok, a szovjet irodalomban is jól ismert és matematikailag magas fokon tárgyalt. Érdekes elméleti vizsgálatokat talál-

hatunk lengyel, NDK-beli és magyar folyóiratokban is.

A digitális szeizmikus feldolgozásban jelenleg résztvevő legnagyobb nyugati cégek: *Compagnie Française de Prospection Sismique*, *Compagnie Générale de Géophysique*, *Control Data*, *Dresser*, *Geoscience*, *Geospace*, *Geotech*, *GSI*, *Petty*, *Prakla*, *Ray*, *Seiscom*, *Seismograph Service Corp.*, *Teledyne*, *Texas Instruments*, *Western Geophysical*.

A digitális szeizmika újszerű követelményeket támaszt a matematikával és számítógépekkel szemben. Felhasználja a legújabb eredményeket (pl. FFT = Fast Fourier Transform) és új speciális rendeltetésű számítógépegységeket hoz létre (konvolverek).

A digitális szeizmika megindulása az ELGI-ben

Az ELGI-ben 1960-ban kezdődött meg a gépi számítások első alkalmazása a szeizmikus kiértékelésben. A felhasznált számítógépek (IBM-628, UMC-1) kis kapacitása miatt természetesen csak egyszerűbb feladatok megoldásáról lehetett szó, kézzel kiolvasott adatrendszereken.

Az 1966-ig elkészült programok közül megemlíthetők: Fourier-transzformált számítás, auto- és keresztkorreláció, jelalakszámítás, két-dimenziós szűrők számítása, frekvenciaszűrés, normálkorrekció. Az első időktől fogva kísérletek folytak az A/D konverter adatainak beolvasására.

A munkát sokáig hátráltatta a rendelkezésre álló számítógépek gyakori cserélgetése, átalakítása, meghibásodása. Még 1966-ban is több gépen dolgoztunk és csak 1967-re sikerült biztosítani a kísérleti célokra megfelelőbb sebességű és tárolókapacitású gép (MINSZK-2) állandó és rendszeres használatát.

A MINSZK-2 számítógép valóban új lehetőségeket adott a kutatásnak. Még az 1967-es évben elkészült az ADMINISZTRÁTOR szubrutin-gyűjtemény, és a DSZK (digitális szeizmikus kiértékelés) programrendszer, amely *Robinson* FORTRAN programgyűjteményének szintjén tartalmazza az idősorok analiziséhez szükséges alapprogramokat. Meg kell említenünk itt az (az OKGT tulajdonában lévő) ZUSE GRAPHOMAT által nyújtott lehetőséget: ez lyukszalagról bármilyen görbe kirajzolását elvégzi.

A MINSZK-2 közepes műveleti sebessége, 2 x 4096 szavas gyorsmemóriája és 4 db, egyenként százezer adat tárolására képes mágnesszalagos egysége már lehetővé tette a legfontosabb programok elkészítését és futtatását. Az utóbbi években már a dekonvolúció, sebességszűrés,

különböző sebességanalízisek, szintetikus szeizmogram számítás, rekurzív szűrőműszerek, stacking megvalósítása is lehetővé vált.

Az eljárásokat mesterséges szeizmogramokon, félautomatikus digitalizálással kiolvasott csatornákon, az 1969-es évben pedig már A/D konverterrel beadott szeizmikus stacking-anyagon kísérletezzük ki. Az eredmények kiírása közvetlenül a számítógépből történik, D/A konverteren keresztül, melegtűs regisztrálással.

Az elméleti kutatómunka fő irányai: optimális lineáris és nemlineáris eljárások kidolgozása, a jelek változásának vizsgálata, a robbantás és hullámterjedés fizikájának tanulmányozása.

Új irányok a digitális szeizmikában

A digitális szeizmika forrongásban van. A lineáris módszerek kifejlesztése befejezéséhez közeledik. A közeljövőben várható még a nemzetközi irodalomban a térben-időben változó súllyal alkalmazott stacking kidolgozása (a 69-es velencei SEG* konferencián bemutatott ADAP eljárás általánosításaként), a kétdimenziós, tér-

ben-időben változó adaptív dekonvolúció, és — valószínűleg — néhány új sebességmeghatározási eljárás. Új utakat nyithat a Cooley—Tukey-féle gyors Fourier-transzformáció következetes alkalmazása is.

Új, nemlineáris módszerek vannak kialakulóban. A „reflexion-picking”** (Paulson—Merdler) az absztrakt automaták elméletének első alkalmazása lehet; Morlet „logikai dekonvolúció”-ja talán a Monte-Carlo módszerekkel vezérelt feldolgozás első lépcsőfoka.

A jövő digitális szeizmikáját úgy képzeljük el, mint egy nemlineáris eljárásokkal dolgozó, szigorúan a hullámterjedés fizikájára alapozott, újszerű energiakeltő módszereket megkövetelő tudományt, amelynek segítségével a szeizmika jelenlegi eszközeit egy gyors adattömeg-feldolgozó, s ugyanakkor szubjektív hibáktól jórészt mentes, exaktabb földtani kutatómódszerrel válthatjuk fel.

* Society of Exploration Geophysicists

** reflexió-bejelölés

Geoelektromos módszerek a mélyszerkezetkutatásban

Írtók: Erkel A.—Hobot J.—Király E.—Nemesi L.—Verő L.

Hazánkban a geoelektromos mélyszerkezetkutatás a Soproni Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékének kutatói által 1953-ban végzett első sikeres terepi tellurikus mérésekkel kezdődött meg (Répcelak). Az Intézetben 1958-ra készült el 2 db terepi mérésekre alkalmas tellurikus berendezés, s erre az időre tehető a módszer rendszeres, rutinszerű alkalmazása mélyszerkezeti problémák megoldására. A tellurikus módszer (TE) eredményei a medenceüledék vastagságának (H) és ellenállásának (ρ_s) változásait, azok együttes hatását tükrözik, ezért a medencealjzat (nagyellenállású vagy ρ_∞ szint) mélységének meghatározására önmagában csak nagyon kedvező esetekben, vagy csak más módszer adatait is felhasználva alkalmas. Ezért 1961—62-től kezdődően nagymélységű AMNB, majd dipolekvatoriális (DE) szondázásokat vezettünk be. A DE mérésekkel meghatározhatók a mélységi (H_∞), ellenállási (ρ_s) és vezetőképességi (S) adatok. Ha a tellurikus izoareatérképet ezekkel korrigáljuk, akkor áttekintő pontossággal viszonylag olcsón, nagy területre kiterjedően meghatározhatjuk a medence aljzatának mélységét,

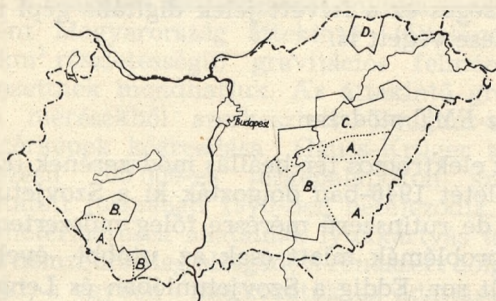
domborzatát. A két módszer (TE, DE) együttes alkalmazásával 1962 óta 20 000 km²-t meghaladó területen végeztünk átnézetes kutatásokat s megszerkesztettük a ρ_∞ -szint (a harmadkori medence aljzata) mélységtérképét. Mérési eredményeink nagy részét fúrásokkal vagy szeizmikus kutatásokkal ellenőrizték, így van lehetőség arra, hogy TE—DE mérések eredményeiről, a komplex kutatásban elfoglalt helyéről, gazdaságosságáról véleményt alkothassunk s körvonalazzuk a fejlesztés kívánatos irányait, módszereit.

1. A TE és DE módszerek eredményei és lehetőségei

A fenti módszerek együttes alkalmazásával az ország különböző földtani felépítésű tájegységein végeztünk méréseket (1. ábra). Különböző medencékben az elektromos kőzetparaméterek, mélységviszonyok, aljzatkőzetek kora, összetétele és tektonikája az eredmények pontosságára, megbízhatóságára igen nagy mértékben

hatnak. Ilyen szempontból az eddig kutatott területeket 4 csoportra oszthatjuk fel:

A) típusú területek, ahol a ϱ_{∞} ellenállású medencealjzatot (paleozóos kristályos kőzetek, vagy karbonátos mezozóos képződmények) homogén ($\varrho_s = \text{konst.}$), főleg fiatalabb képződmények fedik. Ide sorolható a Dél-Dunántúli terület nagy része, a DK-Alföldi kutatási területek (Pusztaföldvár—Battonya), valamint az Alföld egyes foltjai (Kecskemét—Turkeve—Biharnagybajoin). Az ilyen területek komplex geoelektromos kutatása gazdaságos.

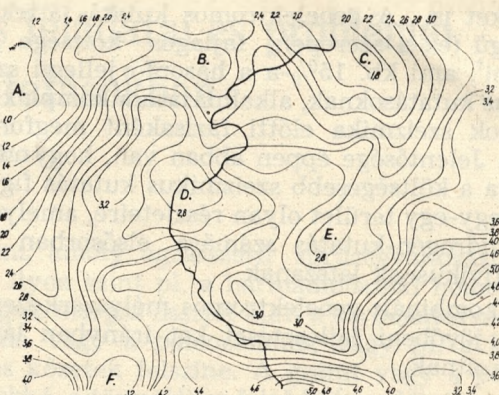


1. ábra: A magyarországi TE és DE mérések különböző típusú területei

B) típusú területek, ahol a ϱ_{∞} szintet ugyancsak paleo-mezozóos képződmények képviselik, de felette vastagabb paleogén vagy miocén is megjelenik, s a pliocén ellenállása is változik ($\varrho_s = 5-20$ ohm). A tellurikus képnek már nincs, vagy csak kevés kapcsolata van az aljzat morfológiájával, ezért az izoareatérkép korrekciójához sok DE mérésre van szükség. Ilyen típusú területeknél a mélység megadása pontatlanabb ($\Delta H = \pm 10-20\%$), s a kutatási költségek is magasabbak. Ilyen területek az Alföld középső részein és É-Somogyban találhatók.

C) típusúnak nevezzük azokat a medencéket és szerkezeti egységeket, ahol az idős medencealjzat nagymélységű, ismeretlen, s reá vastag, helyenként több ezer méteres neogén (miocén-vulkáni), paleogén, vagy mezozóos (eocén-kréta „flis”) vagy más heterogén képződmények települnek, s ezek ellenállása igen változó ($\varrho_s = 10-\infty$ ohmm). Itt a kombinált geoelektromos módszerekkel meghatározható szint földtani azonosítása nehéz, vagy csak nagy hibával ($\Delta H = \pm 15-30\%$) lehetséges. Ilyen területek: az Alföld ún. flis-öve, a Nyírség, s helyenként a Duna-Tisza köze, ahol a ϱ_{∞} szint általában az alsó pannóniai fekvője, vagy annak közelében, de inkább alatta van.

D) típusú területek; ezeket az jellemzi, hogy az idős medencealjzat ellenállása kicsi ($\varrho = 5-10$ ohmm), esetenként a fiatal (pliocén) üledékek ellenállásával összemérhető, sőt kisebb. Ilyen képződmények az antracitos devon agyagalák (Alsóvadász, az agyagos, márgás homokkőves

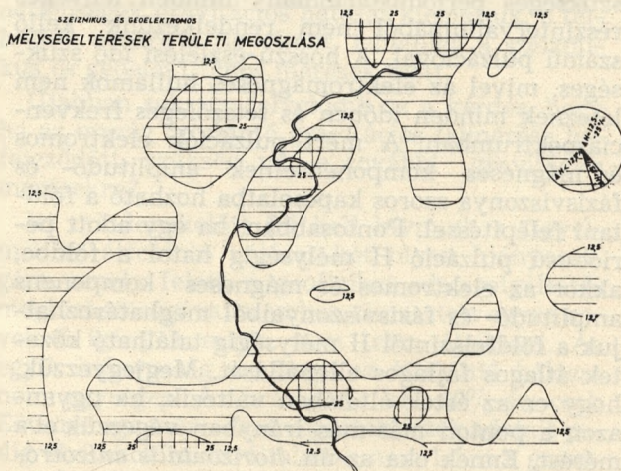


2. ábra: A geoelektromos ϱ_{∞} -szint térképe egy B-típusú területen

alsótriász), helyenként a kréta (Szolnok „flis”) vagy más mezozóos képződmények is. A fentiekből következik, hogy az ilyen típusú medencékben az említett geoelektromos módszerek a medencealjzat mélységének és morfológiájának a meghatározására nem alkalmasak.

A területi csoportosítás és a TE—DE módszerek eredményes felhasználása az eddigi kutatási tapasztalatokat tükrözi. Az elmondottakra példát mutatunk be, egy B-típusú terület geoelektromos ϱ_{∞} -szintjének mélységtérképét (2. ábra). A mélységértékek megbízhatóságát szemlélteti az ugyanazon területen végzett komplex geofizikai kutatás alapján szerkesztett preausztriai medencealjzattérképtől való eltérésről készült vázlat (3. ábra). A terület nagy részén — kb. 65% -án — a geoelektromos adatok ugyanazt adták, amit a szeizmikus mérések, míg kb. 30% -án az eltérés $12,5-25\%$ közötti, s csak 5% -án nagyobb 20% -nál.

A bemutatott példával kapcsolatban összefoglalhatjuk a TE—DE módszerek kutatási önköltségével, gazdaságosságával kapcsolatos kér-



3. ábra: A szeizmikus és a geoelektromos százalékos mélység eltéréseinek területi megoszlása

déseket is. A geoelektromos kutatás áttekintő jellegű (ez a szerepe); fajlagos költsége 1400 Ft/km², ami kb. 15%-a a hasonló jellegű szeizmikus kutatásoknak, alkalmazása a komplex kutatások szeizmika előtti fázisaként megfontolható. Jelentősége éppen abban van, hogy ráirányítja a költségesebb szeizmikus kutatás figyelmét egy-egy terület olyan részleteire, amelyek a szénhidrogén-kutatás számára elsősorban perspektivikusnak látszanak.

A kombinált geoelektromos mélyszerkezetkutatás jövőbeni fejlesztését két irányban látjuk indokoltnak.

a) A módszerek pontosságának és feloldóképességének növelése új módszerek bevezetésével (MTP—MTS).

b) A mérési költségek csökkentése oly módon, hogy az azonos területről nyert információ sűrűsége lehetőleg növekedjék (EMT módszer).

2. A magnetotellurikus módszer (MT)

Elméletét az 50-es évek elején dolgozták ki; alapvetően azóta sem változott. A magnetotellurikus módszerrel végzett első hazai kísérletek a 60-as évek elején történtek (MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Laboratóriuma, Sopron és a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke). Intézetünkben 1964 óta folynak ilyen kísérletek. Rutinszerű terepi mérésekre alkalmas műszerünk csak 1968 májusától van (MTV—2).

A gyakorlatban e módszernek két alapvető változatát alkalmazzák: a szondázást (MTS) és a szelvényezést (MTP).

A szondázás mérés technikailag abból áll, hogy több napig egy helyen regisztráljuk az elektromos és mágneses változásokat mindaddig, míg a szükséges periódustartomány minden lényeges részintervallumából nem rendelkezünk kellő számú pulzációval. A hosszú észlelési idő szükséges, mivel az elektromágneses hullámok nem léteznek minden időben és tetszőleges frekvenciaspektrumban. A mért pulzációk elektromos és mágneses komponenseinek amplitúdó- és fázisviszonya szoros kapcsolatba hozható a földtani felépítéssel. Pontosabban, ha egy adott periódusú pulzáció H mélységig hatol a földbe, akkor az elektromos és mágneses komponens amplitúdó- és fázisviszonyaiból meghatározhatjuk a földfelszíntől H mélységig található kőzetek átlagos fajlagos ellenállását. Megjegyezzük, hogy ez az érték általában változik, ha ugyanazon a ponton más-más irányban végezzük el a mérést. Ennek oka az ún. *horizontális anizotropia*, ami elliptikus szimmetriát mutat. A jelenségének földtani okai vannak, pl. a dőlés, ill. csapás iránya az ún. impedancia-ellipszis kis, ill. nagytengelyirányával azonosítható.

A magnetotellurikus szelvényezés (MTP) lényege, hogy csak szűkebb frekvenciatartományt (a nagyellenállású aljzatig biztosan lehatolót) használ fel, s így csak a vezető vastagságára, a fajlagos ellenállásra, az aljzat tektonikájára együttesen jellemző értékek meghatározására alkalmas. Ennek megfelelően a regisztrálási idő is rövidebb.

A módszer hatékonyságának növelése elsősorban műszerfejlesztést igényel: a mérhető periódustartományt ki kell terjesztenünk a nagyobb frekvenciák irányába, mert kvantitatív mélységi kiértékelést csak ezek mérése után nyerhetünk. Szükséges ez a felvett jelek digitális gépi kiértékelése végett is.

3. Az EMT módszer

Az elektromos tér-beállítás módszerének (EMT) elméletét 1946-ban dolgozták ki a Szovjetunióban, de rutinszerű mérésekre főleg műszertechnikai problémák miatt csak az utóbbi években került sor. Eddig a Szovjetunióban és Lengyelországban alkalmazták; Magyarországon 1968-ban végeztük az első kísérleteket.

A módszer — fizikai alapjait tekintve — tulajdonképpen *mesterséges frekvenciaszondázás*.

Az EMT módszer előnyei:

a) A műszerfelállások száma jelentősen csökkenthető, ezért a geoelektromos mélyszerkezetkutatás gazdaságosabbá válik.

b) A DE szondázások értelmezése is matematikus, hiszen a szondázási görbéből nem valódi ellenállás- és mélységadatokat kapunk, hanem a földtani felépítéstől függően a valódi adatoknak λ -szorosát, 1,3—2,0-szeresét. Az EMT módszer mélység- és fajlagos ellenállás-adatai mentesek λ -tól.

c) A módszer egyik lényeges előnye még: ha az üledéksorban van egy nagy ellenállású réteg, akkor ez az egyenáramú mérések (és esetleg a szeizmikus mérések) számára is aljzatot jelent, míg az EMT „átvilágítja” ezt a nem túl vastag réteget.

d) A tellurikus mozgás nem befolyásolja a mérést.

Behatóbb részleteket egyelőre — a viszonylag kevés tapasztalat miatt — nem ismertetünk. Az elmondottakból is kiviláglik azonban, hogy az utóbbi két módszer gyakorlati alkalmazásával erősen csökkenthetjük a mérések önköltségét és erősíthetjük a geoelektromos módszerek szerepét a mély földtani szerkezetek kutatásában.

A gravitációs módszer aktuális feladatai és problémái a hazai földtani kutatásokban

Írta: Pintér Anna

A gravitációs kutatások hazánkban az ELGI megalakulása előtti időkre, a század elejére nyúlnak vissza. A gravitációs méréseket eleinte Eötvös-ingával végezték; a graviméterek használata csak a negyvenes évektől vált rendszeressé. E csaknem két évtizedes munka eredményeként Magyarország áttekintő (általánosan 1 áll/km² részletességű) gravitációs felmérését befejezettek mondhatjuk. Az áttekintő gravitációs mérésekből szerkesztett Bouguer-anomáliatérképek közreadása Gauss-Krüger szelvényezésű 200 000-es térképalapokon színes nyomtatott formában 1970-ben befejeződik. A gravimétermérések adatainak lyukkártyás tárolására nemzetközileg elfogadott rendszert dolgoztunk ki, s egyben megkezdtük az adattárolási munkákat*.

Az elmúlt évtizedekben a gravitációs mérések szinte kizárólag a kőolajkutatás érdekeit szolgálták. A víz-, a kőszén- és az érckutatásba a gravitáció intenzívebben csak a legutóbbi években kapcsolódott be. A gravitációs méréseknek — az érckutatás kivételével — hazánkban az ad jelentőséget, hogy a gravitációs (Bouguer vagy egyéb másodlagos) anomáliák általában korrelálnak a medencealjzat (többnyire a harmadidőszaki, medencealjzatának, vagy pedig az ún. preausztriai medencealjzatnak) a domborzatával.

A harmadidőszaki medence aljzatának vagy a preausztriai medencealjzatnak a domborzatára és mélységére sok esetben, főleg nem túl nagy mélységig (ált. 1500—1800 m-ig), közvetlenül az áttekintő Bouguer-anomália térképből következtethetünk. Nagyobb medencealjzattmélésgeknél a medencealjzat domborzatának hatását kiemeljük a különféle hatásokból összetevődő Bouguer-anomália térképből. Különféle másodlagos, pl. analitikus lefeléfoltyatott vagy egyéb szűrőformulákkal számított maradékanomáliák számítására van szükség a tulajdonképpeni mélységszámítás előtt. A gravitációs módszer — mint ismeretes, — önmagában nem kvantitatív módszer. A kizárólag gravitációs anomáliákra támaszkodó hatószámítások hazánkban csak kivételes — mondhatnánk véletlen — esetekben vezetnek megbízható mélységadathoz. Ezért gravitációs mélységszámításhoz feltétlenül kell valamilyen kiinduló mélységadat. Ilyen kiinduló adatot nyújtanak általában a medencealjzatot ért mélyfúrások, a szeizmikus refrakciós mérések és a geoelektromos szondázások. Gravitációs adatokból ui. csak annak a szintnek a mélységét, ill. domborzatát tudjuk megha-

tározni, amely ugrásszerű sűrűségváltozást jelent. Ilyen szint pl. a harmadidőszaki homokos, agyagos, márgás összlet alatt a karbonátos mezozoikum vagy a paleozoikum, vagy pl. a kristályos kőzetek felszíne. A gránit vagy a permii homokkő, a törmelékes felső kréta eddigi tapasztalataink szerint nem jelent éles sűrűséghatárt, ezért nyomozásuk gravitációs adatokból aligha járhat sikerrel, sőt a legutóbbi esetben szinte reménytelen. Problémát okoz az is, ha a fiatal üledékes összletben vastagabb eocén, esetleg miocén mészkő vagy nagyobb vastagságú tömör andezit van. Ilyen esetben a Bouguer-anomáliákból számítható ún. nagysűrűségű szint nem a harmadidőszaki összlet alját, hanem a fiatal karbonátos vagy andezites összlet tetejét jelzi. Megjegyezzük, hogy bár általánosan használt a nagyellenállású és nagysebességű szintek analógiájára a nagysűrűségű szint elnevezés, ez a kifejezés nem szerencsés. A gravitációs mélységszámítás ui. a szeizmikus és geoelektromos mérésekkel ellentétben nem abszolút, hanem csak relatív mélységadatokat (mélységkülönbségeket) szolgáltat. A „gravitációs mélység” abszolút értékét (sőt magát a relatív mélységkülönbséget is) a nagy ellenállású ill. nagysebességű szintek, vagy fúrásból ismert földtani szintek mélységadataiból számítjuk ki.

A gravitációs mélységtérképek szerkesztése mellett a különböző szűrőkkel számított maradékanomália-térképek készítésével az a célunk, hogy különféle szerkezeti elemeket, pl. az aljzatban lévő vetők, kisebb domborzati egyenetlenségek gravitációs hatását kiemeljük, s felhívjuk ezekre a figyelmet, lehetőleg a szeizmikus és geoelektromos mérések előtt.

Újabbán sokszor felvetődik az a kérdés, hogy ha az ország áttekintő gravitációs felmérése befejeződött, szükség van-e további gravitációs mérésekre?

Itt mindenekelőtt fel kell hívnunk a figyelmet az áttekintő hálózat két olyan hiányosságára, amely felett, a geofizikai adatszolgáltatás megbízhatóságával szemben támasztott egyre növekvő igények miatt, nem lehet átsiklani. Az egyik hiányosság az, hogy az áttekintő hálózat nem egységes. Az országnak kb. 20%-án csak Eötvös-inga méréseket végeztek, ezek adatait pedig elvi okok miatt általában nem lehet a gravi-

* A mintegy 150 000 graviméterállomás 15 különféle 1—7 számjegyű adatának átszámítási és lyukasztási munkái előreláthatóan 1972 végére fejeződnek be.

métermérések Bouguer-anomáliatérképéhez 1—5 mgálnál nagyobb pontossággal illeszteni. A másik hiányosság az állomástelepítés rendszerelensége. Technikai okok miatt a graviméter-állomások zömét ui. gépkocsival járható utak mentén, 500 m közel telepítették. Ennek következtében az áttekintő 1 áll^{km}²-es hálózat elnevezés csak durva közelítésként, nagy átlagban igaz. Előfordul, hogy ahol rosszabb földutak vannak, 15—20 km² nagyságú területre egyetlen mérési pont sem esik. A megfelelő sűrűségű telepítés hiányát ctt érezzük elsősorban, ahol a kutatás sekélyebb, 100—300 m mélységű medencerészekre irányul — ahol a geofizikai kutatás mintegy léptéket vált: az áttekintő kutatás a részletes kutatás fázisába lép. Az áttekintő Bouguer anomáliatérképen esetleg igen elnagyoltan jelentkező, alig észrevehető indikációk nyomozása itt nem egyszerűsíthető a legmegfelelőbb szűrő kiválasztásának problémájára. Itt előbb fel kell mérni a területet kb. a kutatási mélységnek megfelelő állomástávolsággal; a „szűrés” csak ezután következhet. Egészen sekély — 50—100 m mélységű — aljzat egyenletlenségeinek térképezésénél is igen hasznosnak bizonyultak a 100×100 m hálózatú gravitációs mérések. A maradékanomália minimumok igen jól egyeztek a geoelektromos mérésekkel kimutatott kisebb mélyedésekkel. A töborkutatás tehát a gravitáció számára is elég reményteljes feladat.

Az áttekintő hálózat hiányosságai az igen mély (2000 m alatti) medencerészeknél is jelentkeznek. Itt ui. elsősorban a másodlagos (tizedmilligal nagyságrendű) hatások tartalmaznak az aljzatra vonatkozó adatokat. Ezeknek a kutatásoknak kiemelésére szolgáló szűrők olyan meghatározott állomássűrűséget (sőt állomáselrendezést is) követelnek, amelyeket a meglévő áttekintő hálózat, sajnos, nem elégít ki.

Maga a mélységszámítás is szükségessé teszi, hogy a kiinduló mélységadatokat (fúrások, szondázási pontok, szeizmikus szelvények pontjai) pontos anomáliaértékét ismerjük. Ehhez is a legtöbbször mérni kell, mert az interpolált érték sokszor félrevezetőnek bizonyult. Sok esetben az aljzatban levő vető, vagy (sűrűségváltást jelentő) közettani változás pontosabb kijelölése is lehetséges volt szelvénymenti igen sűrű (20—50 m) állomásközű graviméterméréssel, ill. a mérésekből számítható vízszintes gradienssek segítségével.

Az ércutatási geofizikai módszerek, ill. a legmegfelelőbb geofizikai ércutató komplexus — kialakítása hazánkban most van folyamatban. Az ércutatási feladatok megoldásához a gravitációtól elsősorban a kérdéses vulkáni összlet sűrűséginhomogeneitásainak kimutatását várjuk. Az eltérő sűrűségű képződmények az ércesedéssel kapcsolatos szerkezeti összefüggések megisme-

réséhez nyújthatnak hasznos információkat. Ilyen jellegű gravitációs térképezést (ún. hegyvidéki mikromérést) évek óta végzünk PS, ΔZ és ellenállásmérésekkel egyidejűleg. A mérések így rendkívül gazdaságosak, s e komplexus ki-tűnően előkészíti a szoros értelemben vett ércutató geoelektromos eljárások alkalmazását.

A gravitációs mérési adatok értelmezése igen sok számolási munkával jár. A nagyteljesítményű elektronikus számítógépek elterjedése e téren is számos, „kéziszámítással” reménytelen feladatnak zöld utat nyit. Ilyen feladat pl. az ún. „stripping” („lehántás”). Ez a szó azt jelenti, hogy a fúrásokból, szeizmikus geoelektromos mérésekből ismert sekélyebb földtani szerkezetek gravitációs hatását kiszámítjuk, majd levonjuk a mért gravitációs hatásból. Ezáltal a mélyebb szerkezetekre jellemző anomáliatérképhez jutunk. Ilyen hatásszámítás megfelelő pontossággal csak háromdimenziós tömeghatásszámítással végezhető el. Az ismert sekély szerkezetet kis négyzetes hasábokból felépítettnek tételezzük fel, ezeknek a hatását összegezzük a felszín pontjaira. Ennek az igen bonyolult, még számítógéppel is viszonylag hosszadalmas programnak elkészítése folyamatban van. Azokon a területeken, ahol pl. a kőolajkutatás egyre mélyebb szintekre irányul, ilyen számításoktól hasznos mélyföldtani információkat várunk.

Igen nagy jelentőségű az integrált hatásokat tartalmazó Bouguer-anomáliatérkép vizsgálata különféle szűrőkkel. Ha pl. a kutatás számára csak a kb. 2000 m mélységben levő medencealjzat domborzatának nyomozása érdekes, akkor a Bouguer-anomáliatérképből el kell távolítani a felszínközeli kis sűrűséginhomogeneitásokból származó lokális (kis hullámhosszú), valamint a nagy területeken egyenletesen változó regionális (hosszú hullámú) hatásokat. Ez ún. sávszűrőkkel lehetséges. Természetesen a megfelelő szűrő kiválasztása meglehetősen szubjektív, ezért többféle szűrő alkalmazása is kell ahhoz, hogy az ismert szeizmikus, geoelektromos vagy fúrási adatokkal összhangban levő maradékanomália-térképhez jussunk. A különféle szűrők földtani szempontú vizsgálatának még csak kezdetén vagyunk. A probléma igen szerteágazó: a matematikai formulákat a földtani adottságokkal és a gazdaságos mérés technikával kell összhangba hozni.

Befejezésül megemlítjük, hogy az ELGI gravitációs osztálya a gyakorlati célú földtani kutatásokon kívül egyre intenzívebben kapcsolódik be a nemzetközi keretek között végzett geodéziai munkákba is, amelyekre itt nem térünk ki.

A hazai gravitációs módszertani és földtani jellegű problémákkal, eredményekkel a szakirodalom, elsősorban a Magyar Geofizika, a Geofizikai Közlemények, a Geofizikai Intézet

Évi Jelentései, ezeken kívül számos, főleg az ELGI és az OKGT adattárában található szakjelentés foglalkozik. Itt csupán a legfontosabb

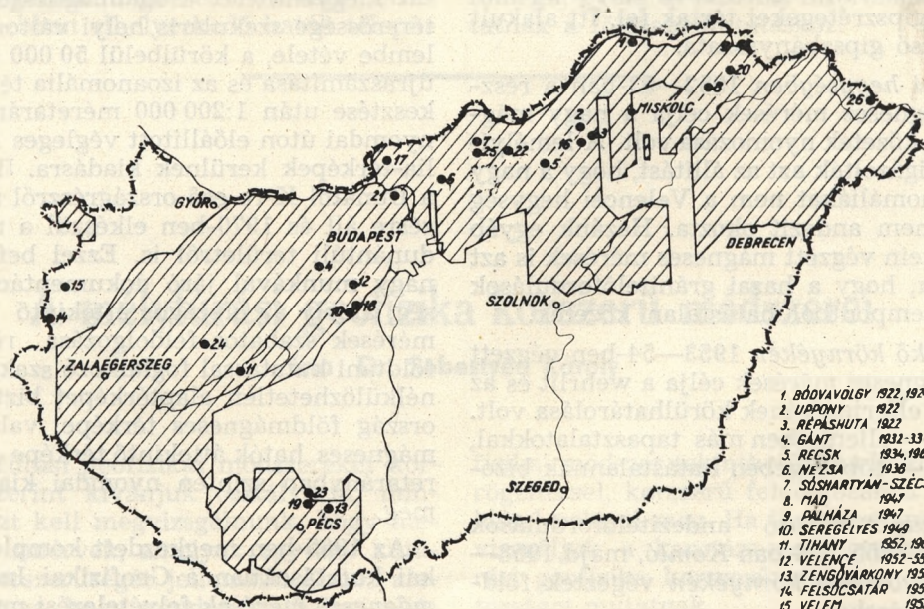
problémákról, összefüggésekről igyekeztünk rövid és szemléletes áttekintést nyújtani, a helyszűke miatt a teljesség igénye nélkül.

Hazai földmágneses mérések a földtani kutatás szolgálatában

Írta: Hoffer Egon

A földmágneses mérések — hasonlóan a gravitációs mérésekhez — a geofizikai kutatás klasszikus eszközei. Az a felismerés, hogy a Földnek mágneses erőtere van és az a felfedezés, hogy egy viszonylag egyszerű mechanikus szerkezettel (iránytű) a mágneses meridián iránya meghatározható, lehetővé tette, hogy a földmágneses tér különböző helyi változásainak földtani értelmezést adjanak. Az első közvetlen vasérckutató mágneses mérést Svédországban végezték a XVII. sz. közepén egyszerű bányászkompassz segítségével. A földtani jellegű mágneses mérések elterjedését a terepi körülmények között is gyorsan és megbízhatóan működő mag-

netométerek kifejlesztése tette lehetővé. Ezekkel a földmágneses térerősség vízszintes és függőleges összetevőjének változásait lehet meghatározni. A rohamosan növekvő nyersanyagigény szükségessé tette az addig nehezen megközelíthető és fel nem kutatott területek (öserdők, sivatagok stb.) átnézetes földtani térképezését. Az előzetes mágneses mérések tehát úgy kellett megszervezni, hogy hatalmas területek kerüljenek lehetőleg rövid idő alatt felmérésre. Ezt pedig repülőgépre, vagy helikopterre szerelt műszerek segítségével lehetett elérni. Kifejlesztették a speciális, légi mágneses mérésekhez alkalmas műszereket, így a ferroszondás, a protonprecisz-



1. BÓDVAVÖLGY 1922, 1924-25, 1936, 1938, 1948-50
2. UPPONY 1922
3. RÉPÁLSHUTA 1922
4. GÁNT 1932-33
5. RECSK 1934, 1968
6. NEZSA 1936
7. SÓSHARTYÁN-SZÉCSÉNY 1946-47
8. MIAD 1947
9. PÁLFÁZA 1947
10. SEREGÉLTES 1949
11. TITANY 1952, 1961-63
12. VELENCE 1952-55
13. ZENGVÁRKÖNY 1953
14. FEJLŐCSATÁR 1953
15. VELEM 1953
16. SZARVASKÓ 1953-54
17. NAGYBÓRZSÓNY 1954, 1968-69
18. VELENCE 1955
19. KOTLÓ 1955-56
20. SÁROSPATAK 1956
21. DUNAZUG 1956-57
22. NAGYBÁTONY 1958-59
23. MECSEK 1961-67
24. HÁLIMBA 1968
25. PÁSZTÓ 1968-69
26. TÁRPA 1968

● részletes földmágneses mérések



légi mágneses mérések

Légimágneses és részletes földmágneses mérések Magyarországon (1919—1969)

sziós és újabban az elektronhég-magnetométereket. Ez utóbbiakat előszeretettel alkalmazzák űrkutatási célokra is.

A korszerű mágneses műszerek kifejlesztésével párhuzamosan fejlődtek a mérési eredmények kiértékelési módszerei is. A gyakorlati földtani kutatás szükségessé tette, hogy az addig csak kvalitatív, sok szubjektív elemet magukban foglaló eljárások mellett kvantitatív adatokat szolgáltató módszereket is kidolgozzanak. Hazánkban is több neves kutató dolgozott ki új mágneses hatószámítási eljárást. Jelenleg több százra tehető azoknak az eljárásoknak a száma, amelyeket szerte a világon a mágneses adatok földtani kiértékelésénél használnak.

A korszerű módszerek és kiértékelési eljárások birtokában hazánkban számos helyen — elsősorban hegyvidéki területeken — végeztek részletes földmágneses méréseket a földtani kutatás érdekében (l. az ábrát). Ezek eredményeiről a méréseket irányító kutatók már több tanulmányban beszámoltak. Itt csupán néhány részletes mágneses mérés érdekesebb eredményeiről emlékezünk meg.

A *Bódva völgyében* Perkupa környékén 1949—50-ben kimutatott nagy mágneses anomáliákon akkor először alkalmazott új számítási eljárás alapján a felszíntől néhány méternyire nagy mágnesezettségű hatók jelenléte volt várható. A számítások alapján kitűzött és lemélyített fúrások a számított mélységben nagy mágnesezettségű nátrongabbrót, majd a ható eruptívum át-fúrása után gipszrétegeket tártak fel. Itt alakult ki hazánk első gipszbányászata.

A *Velencei hegységben* 1952—53-ban a részletes földmágneses mérések célja a nagy mágnesezettségű kőzetek nyomozása volt. A lemélyített fúrások igazolták azt az állítást, hogy a nagy mágneses anomáliákat nem a Velencei hegység gránitja, hanem andezit okozta. Hazánk egyéb gránitterületein végzett mágneses mérések is azt bizonyították, hogy a hazai gránitelfordulások mágneses szempontból hatástalan kőzetek.

A *Szarvaskő környékén* 1953—54-ben végzett részletes mágneses mérések célja a wehrlit és az ultrabázitok elterjedésének körülhatárolása volt. A gabbró itt — ellentétben más tapasztalatokkal, pl. Perkupa — többségében hatástalannak bizonyult.

A bányászatot zavaró andezitelőfordulások kimutatására 1955—56-ban *Komló*, majd 1958—59-ben *Nagybátony környékén* végeztek földmágneses méréseket.

A *Dunazugban* 1956—58-ban a felszíni és felszínközeli andezitelőforduláson végzett mérések fontos tektonikai irányokat rögzítettek.

A *Mecsek hegységben* 1960-tól 1967-ig folyamatosan történtek részletes földmágneses mérések a mágneses hatású kőzetek kimutatására és körülhatárolására. A felvételeket 1963-ig a Me-

cseki Földtani Kutató-Fúró Vállalat, a továbbiakban pedig a Földtani Intézet térképező munkáinak igénye szerint végezték. A részletes mágneses mérések befejezését meggyorsította, hogy 1966-tól már rendelkezésre álltak a Mecsek hegység légi mágneses méréseinek eredményei is.

A *Börzsöny hegységben* a vulkáni összlet belső szerkezetének, törésrendszerének kutatása, valamint a hazai csekély fémkoncentrációjú ércek kutatómódszerének kialakítása érdekében elsősorban előkutatás jelleggel végeznek 1967-től részletes mágneses méréseket, a komplex érckutatás keretében.

A *Cserhát hegységben* Pásztó—Mátraverebély térségében 1968-tól részletes földmágneses méréseket végeznek a különböző andezitféleségek szétválasztására, andezittelérek kutatására, valamint szerkezeti irányok felderítése végett, a MÁFI földtani térképezése érdekében.

Az *Alföldön Tarpa környékén* 1968-ban részletes földmágneses méréseket végeztek az ércesedéssel kapcsolatban a hazánk területére itt átnyúló vulkáni kőzetek körülhatárolására, valamint az ércesedéssel kapcsolatos tektonikai elemek nyomozására.

A részletes földmágneses mérések mellett 1951 és 1961 között végezték el az *ország áttekintő földmágneses felvételét*. Az alaponthálózat kiegyenlítése, a földmágnesség függőleges térerőssége szekuláris helyi változásának figyelembe vétele, a körülbelül 50 000 anomáliaérték újraszámítása és az izoanomália térkép újraszerkesztése után 1:200 000 méretarányban színes, nyomdai úton előállított végleges ΔZ izoanomalia-térképek kerülnek kiadásra. Ilyen kiadvány a Dunától K-re eső országrészről már rendelkezésre áll és 1970-ben elkészül a még hátralévő dunántúli területről is. Ezzel befejeződik az a nagy munkával járó dokumentációs tevékenység, amely az országos áttekintő földmágneses mérések szabatos feldolgozása révén minden földtani kutatással foglalkozó szakember részére nélkülözhetetlen alaptérképet biztosít. Magyarország földmágneses térképe, valamint a földmágneses hatók áttekintő térképe 1:500 000 méretarányban szintén nyomdai kiadásban jelent meg.

Az 1965-ben megkezdett komplex légigeofizikai kutatásokban a Geofizikai Intézet a *légi mágneses mérések* felvételezési munkáiban vesz részt és a mágneses adatok kiértékelését végzi. A kutatás célja elsősorban az volt, hogy a hegyvidéki területen meghatározzák a kőzetek felszínre vonatkoztatott U, Th és K százalékos elemeloszlását energiaszelektív légi radioaktív mérések útján. A légi mágneses mérések egyidejű végrehajtását az indokolta, hogy hegyvidéki területeinkről csak 1,5 km közű áttekintő

földmágneses felvételünk volt. Ez ritka mérési hálózatánál fogva nem adhatott még megközelítőleg sem hű képet a hegyvidéki területek mágneses viszonyairól. Csupán egyes területek erős mágneses zavartságát jelezte. A 250 m-es szelvénytávolsággal és szelvény mentén folyamatos regisztrálással végrehajtott mérések már sokkal részletesebb és a valóságot jobban megközelítő mágneses képet adtak. Emellett lehetőség nyílt egyes területek szerkezeti vizsgálatára is. Például a Börzsöny hegységben a vulkáni működéssel létrejött ún. kaldera körvonala jól követhető a légi mágneses ΔT -anomália térképen, míg az áttekintő mérések ΔZ -anomália térképéből ilyen következtetést levonni nem lehetett.

A mérések végrehajtásakor azonban néhány probléma is felvetődött. A radiológiai méréseknél a repülési biztonság által megengedett minimális magasságban — a felszíntől 30—50 m-re kell a repülést végrehajtani a megfelelő jelerősség érdekében, viszont a légi mágneses méréseknél célszerű magasabb szintű — 200—300 m-es — repülés, hogy a mágneses oldalhatások, valamint a repülőgép hirtelen irányváltatásai okozta hatások jobban csökkenjenek. Tekintettel a radiológiai mérések elsődlegességére, a hegyvidéki területen a repülést a felszíntől kis távolságban hajtották végre. Más volt a helyzet a síkvidéki, alföldi felvételeknél. Itt az alacsony repülési szinten kívül, a légi mágneses metodikának jobban megfelelő magasabb szinteken is végeztek mágneses méréseket, elsősorban a mélyebben elhelyezkedő hatók telepü-

lési helyzetének pontosabb meghatározására. Hasonló célból 1969-ben a Mátra és a Börzsöny hegység felett történtek magasabb szinten is mérések, az ott folyamatban lévő egyéb geofizikai mérések kiegészítéseként.

A légi mágneses módszer, mint minden egyéb geofizikai módszer, rövid idő alatt fejlődött ki, rövid idő alatt vált a földtani kutatás hasznos segítőjévé. A külföldi tapasztalatokat figyelembe véve, hazai vonatkozásban is gondolunk fejlesztésére. A Geofizikai Intézetben ezért elkezdődött egy földi és légi mágneses mérésekre egyaránt alkalmas *protonprecessziós magnetométer* építése. Ennek üzemeltetése a ferroszondás magnetométer mellett, a korrelációs tényezők pontosítása folytán, a mérési adatok minőségi javulását vonja maga után. Ezenkívül gazdasági haszonnal is jár, mivel az egész mérési időtartamnak kb. 10%-át kitevő keresztvonalak repülése megtakarítható.

Az ábrán feltüntettük azokat a területeket is, ahol 1965-től 1969 végéig légi mágneses mérések történtek. Látható, hogy a mérések hazánk hegyvidéki területein kívül kiterjedtek a Nyírségre, a Jászságra, valamint a Kisalföldre és a zalai területrészekre is. Az ország légi mágneses mérésekkel való felmértsége jelenleg kb. 50%-os.

A légi mágneses mérések felderítő jellegű adatokat szolgáltatnak és bár semmi esetre sem helyettesítik a részletező földi méréseket, nagytömegű, gyors és hasznos információkat szolgáltatnak a földtani kutatáshoz.

A mélyfúrás geofizika korszerű módszerei

Írta: Dr. Sebestyén Károly

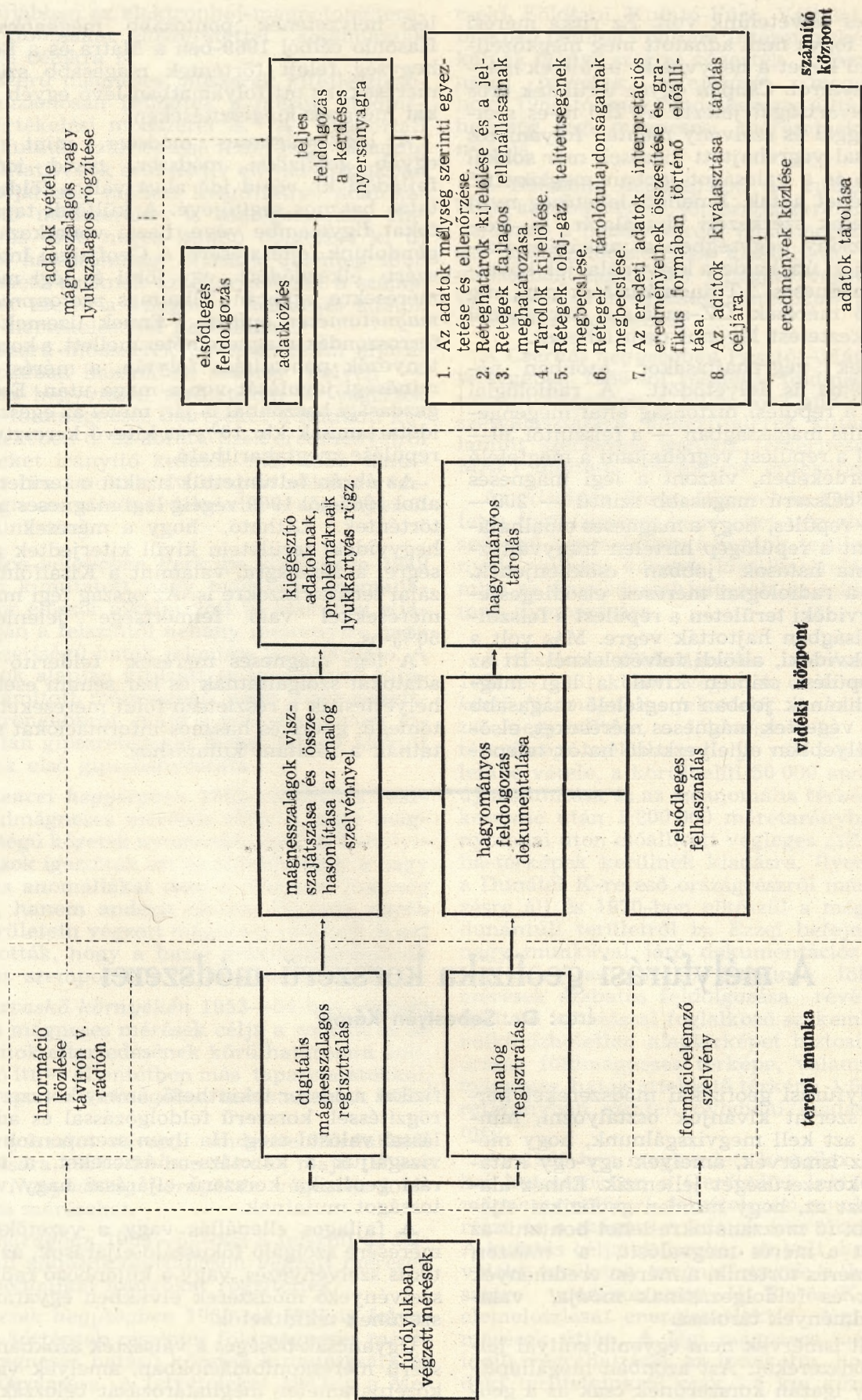
Ha a mélyfúrás geofizikai módszereket korszerűségük szerint kívánjuk osztályozni, mindenek előtt azt kell megvizsgálnunk, hogy melyek azok az ismérvek, amelyek egy-egy kutatási eljárás korszerűségét jellemzik. Ehhez alapul szolgálhat az, hogy minden geofizikai eljárást az alábbi fő mozzanatokra lehet bontani: az elv, amelyet a mérés megvalósít, a műszer, amellyel a mérés történik, a mérési eredmények rögzítésének és feldolgozásának módja, valamint az eredmények tárolása.

A felsorolt ismérvek nem egyenlő súllyal jellemzik a módszereket. Azt azonban megállapíthatjuk, hogy igazán korszerűnek csak az a geo-

fizikai módszer tekinthető, amely korszerű adat-rögzítéssel, korszerű feldolgozással és adattárolással valósul meg. Ha ilyen szempontok szerint vizsgáljuk a karotázs-módszereket, a mélyfúrás geofizika korszerű eljárásai nagy változatosságot mutatnak.

A fajlagos ellenállás vagy a vezetőképesség mérésére szolgáló fókuszáló eljárások, az akusztikus szelvényezés, vagy a különböző radiológiai szelvényező módszerek elvükben egyaránt korszerűnek tekinthetők.

Ugyancsak bőséges a választék azokban a korszerű méréskombinációkban, amelyek valamely közetparaméter meghatározását célozzák, vagy



1. ábra: Elvi vázlat a számítógéphez csatlakozó korszerű mélyfúrási geofizikai munkák felépítéséhez.

valamely elem jelenlétét kívánják detektálni, esetleg mennyiségét meghatározni.

Mindezek az eljárások és mérés-kombinációk — elvük korszerűségének vitathatatlan volta mellett is — „klasszikusak” abból a szempontból, hogy a hagyományos felvételi technikát alkalmazzák, kiértékelésük és a mérési anyag tárolása is hagyományos úton történik. Modernségüknek ezek a hagyományos komponensei okozzák azt, hogy együttesen sem hoztak alapvető változást a fúrólukák vizsgálatában.

Alapvetőnek ígérkezik viszont az a hatás, amelyet a szelvények fúrólukákban történő digitális rögzítése és az ehhez csatlakozó számítógépes feldolgozás ígér.

Az új, korszerű adatrögzítési technika és a számítógép alkalmazása alapvetően módosítja nem csak egyes fúrások mérésanyagának feldolgozását és több fúrás együttes kiértékelését (pl. kontúr-térképek), hanem lényegesen módosítja a fúróvizsgálatok organizációját és a fúrólukákra vonatkozó földtani-geofizikai adatok tárolását is.

Intézetünk 50 éves jubileumát követően a hazai geofizikai kutatás rövidesen egy nagykapességű számítógép birtokába jut, amely helyes szervezéssel nyilván képes lesz a hazai karotázsvizsgálatok mérési anyagának korszerű feldolgozására is, ugyanakkor a hazai fejlesztési munkák belátható közelségbe hozták a karotázsmérések digitális mágnesszalagos rögzítését. Aktuális tehát annak az útnak a megvizsgálása, amely a modern technika nyújtotta előnyök kihasználásához vezet.

1. ábránk a karotázsvizsgálatokban a funkciók elosztásának egy lehetséges változatát mutatja be.

A lukban végzett mérések egyrészt analóg, másrészt digitális formában rögzítődnek. Analóg szelvények alkotják az alapját a terepi méréseknek és az első, csak a fő jellemzőkre kiterjedő kiértékelésnek (a vidéki központban).

A digitális jelanyag mágnesszalagra rögzítődik, illetve ha megfelelő hírközlési vonalak állnak rendelkezésre, akkor a mérés folyamán szakaszosan (sűrítve) a központba kerül s ott mágnesszalagra vagy lyukszalagra regisztrálódik. A vidéki központ a digitálisan rögzített mérésanyagot, a kiegészítő földtani információkat, továbbá a feldolgozásra vonatkozó kívánalmakat a számítógéppontba juttatja. A kiegészítő adatok és a kiértékelésre vonatkozó igények közlése célszerűen szabványosított lyukkártyás formában történhet. Az eredmények megbízhatóságának fokozása érdekében célszerűnek látszik már a vidéki központban a digitális adatok analóg visszajátszása, hogy a közvetlenül analóg úton felvett szelvényekkel való összehasonlítással a megfelelő szelvényminőség biztosítható legyen.

A számítógéppontban a beérkezett információs anyag feldolgozása a keresett ásványi nyers-

anyagra vonatkozó szabványprogramokkal történik.

A fúrás egyedi feldolgozásának néhány legfontosabb lépését tartalmazza 1. táblánk 3. oszlopa, elsősorban szénhidrogénkutatás szempontjából. Az itt megjelölt feladatok nagy részének megoldására az irodalom néhány — a teljesség igényével fellépő — rendszert ismertet (COMLOG, ULICP, stb.), amelyek a jelenleg ismert legkorszerűbb szelvényezési eljárásokon alapulnak.

Ezeknek a programoknak a sikeres működését meg kell előznie és követnie is kell olyan — kevésbé látványos — részprogramoknak, amelyek a feldolgozni kívánt adathalmaz mélység szerinti egyeztetését, azonos, illetve szabványos egységekben való kalibrálását, esetleg simitását (radioaktív felvételek stb.), továbbá a nyert adatok áttekinthető formában való közlését biztosítják.

A karotázsvizsgálóközpont teljes munkamennet-vázlatát (egy lehetséges alternatívában) 2. ábránk tartalmazza.

A számítógéppont a feldolgozáshoz felhasznált információkat három úton kapja: 1. a terepi központból érkezik a nyers karotázsvizsgáló (digitális alakban), 2. a terepi, részben a központi adattárolóból a fúrólukákra vonatkozó földtani és általános geofizikai adatok kerülnek felhasználásra, 3. az információk harmadik csoportját alkotják azok az igények, amelyek a feldolgozás mikéntjére, a kiszámítandó mennyiségekre (lyuk- és rétegparaméterekre), továbbá a közlés formájára vonatkoznak.

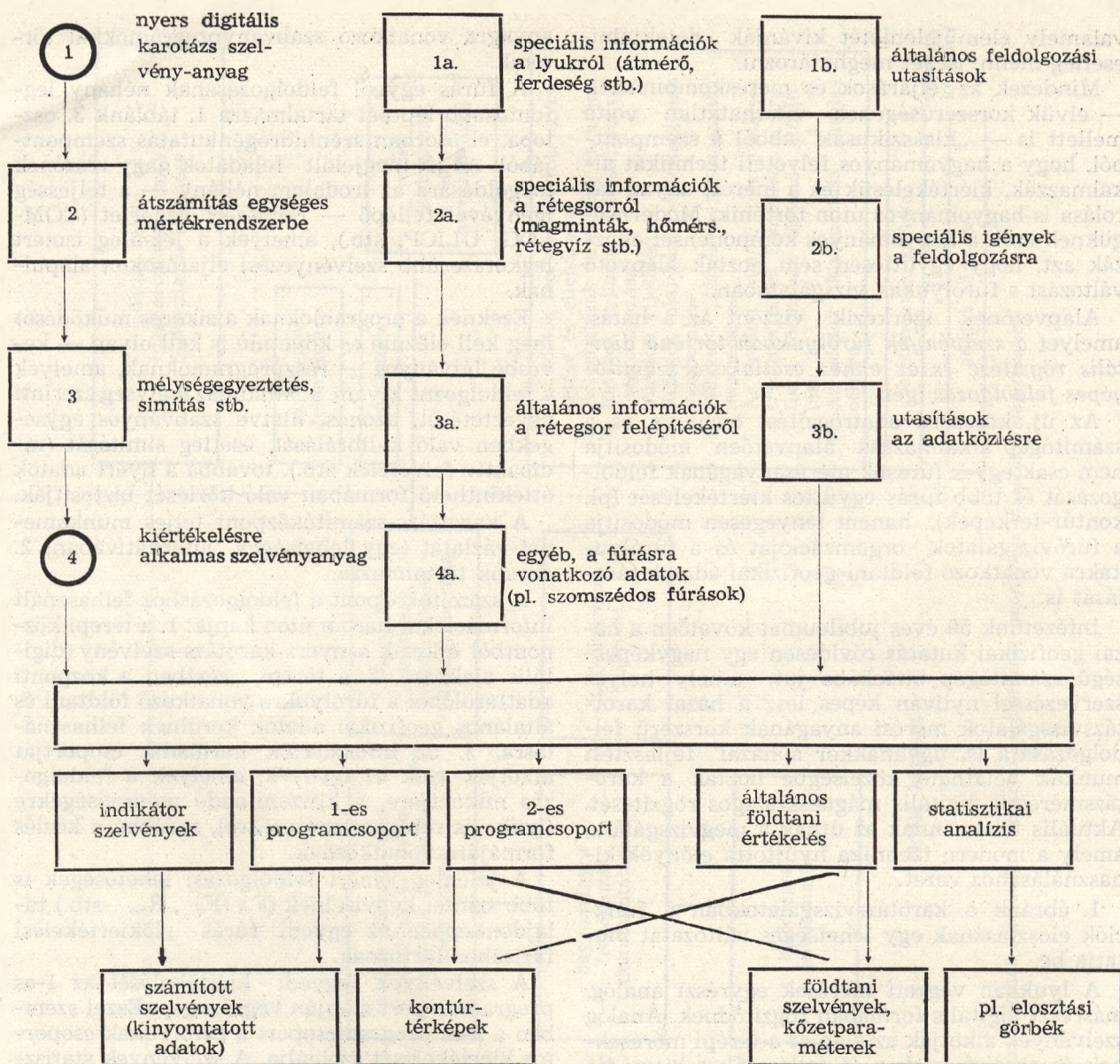
A jelenleg ismert feldolgozási lehetőségek is több szintet képviselnek (F_R/F_S , R_{wa} stb.) tulajdonképpen az egyedi fúrás előkiértékelési fázisához tartoznak.

A szelvények egyedi kiértékelését az 1-es programcsoport alapján végzi a gép. Ezzel szemben a 2-es programcsoport a fúrólukák csoportos kiértékelését szolgálja. A szelvények statisztikai elemzésére ma még csak a kezdeti elképzelések vannak meg, de a gépi számítások adta lehetőségek az ilyen vizsgálatok növelése irányában hatnak.

Az „általános földtani értékelés” című programcsoport a szelvények feldolgozásának azt a módját jelenti, amelynél a fúrás speciális nyersanyagra irányuló feladatától eltekintve a harántolt rétegsor felépítésére vonatkozó információk gyűjtése és az általános földtani képpel való összehasonlítása történik meg.

Az eredmények közlése a végrehajtott program természetének megfelelően többféle módon történhet. Az egyedi szelvénykiértékelés eredményei legáttekinthetőbben „számított szelvényekben”, kirajzolással és kinyomtatással jeleníthetők meg.

A több fúrás összehasonlítása alapján nyert eredmények eloszlási diagramokban vagy pl. kontúrterképekben közölhetők.



2. ábra: A mélyfúrési geofizikai mérések feldolgozásának menete számítógéppontban.

A későbbi ismételt felhasználást feltételező eredmények és adatok hozzáférhető tárolása komoly problémát jelent. Több érv szól a lyukszalagos, illetve lyukkártyás tárolás mellett, de ennek optimális formája még kidolgozásra vár, és sikeres megoldása alapfeltétele az egész rendszer jó működésének.

A bemutatott vázlatos kép nem az egyetlen lehetőség a fúrásgeofizikai munkák korszerű vitelére. Többféle megoldás lehetséges a terepi munkák regisztrálásában, a mérési anyag továb-

bításában és feldolgozásában, de ezek bármelyike csak akkor tekinthető korszerűnek, ha számítógépre csatlakozik.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Horn, M. K.: The utilization of COMLOG in the Permian Basin. — J. of Petr. Techn. (1963) 7.
3. Tixier, M. P. u. a.: Automatic log computation at well-site: Formation Analysis Logs. — Trans. of the SPWLA 6th Annual Logging Symposium, Dallas/Tex. 1965.

3. Tuman, V. S., Bollmann, D.: Application of computers to the interpretation of well logs. — J. of Petr. Techn. (1961) 4.
4. Horn, H. K., Slack, H. A.: COMLOG — comprehensive computer system for log interpretation. — J. of Petr. Techn. (1962) 10.
5. Breitenbach, E. A.: The universal lag interpretation computer program. — Trans. of the SPWLA 6th Annual Logging Symposium Dallas/Tex. 1965.
6. Evans, H. B.: The universal log interpretation computer program — nuclear evaluation. — Trans. of the SPWLA 6th Annual Logging Symposium, Dallas Tex. 1965.
7. Kulinkovic, A. E.: Otbivka granic plastov i vydelenie peschanikov po dannym elektricheskogo karotaz'a pri pomosci cifrovych vychislitel'nykh masin. — Prikl. geof., Vyp. 39, 1964.
8. Zundelevic, S. M.: Universal'nyj sposob opredelenija udel'nogo soprotivlenija plastov. — Prikl. geof., Vyp. 45, 1965.
9. Sochranov, N. N.: Sistema operativnoj interpretacii dannykh karotaz'a na ECVN. — 6. Geofiz. konferencija, Leningrad, 1068.
10. Lovering, T. G. — Davidson, D. F.: Storage and Retrieval of Analytical Data on Geologic Materials. Quarterly of the Colorado School of Mines, Vol. 59, No 4 (1964. Oct.)
11. Miesch, A. T., — Eicher, R. N.: A System of Statistical Computer Programs for Geologic Research. Quarterly of the Colorado School of Mines, Vol. 59, No 4. (Oct. 1964.)

Akusztikus karotázsmérések bevezetése Magyarországon

Írta: Karas Gyula

A kőzeteknek mélyfúrásban mérhető rugalmas tulajdonságainak felhasználására, az ilyen mérések megvalósítására az első kísérleteket az USA-ban végezték az 1940—50-es évek fordulóján.

Az első kísérletek után bebizonyosodott, hogy megfelelően épített műszerekkel igen hasznos, sok esetben nélkülözhetetlen, semilyen más módszerrel nem biztosítható információk nyerhetők mind a mélyfúrásgeofizikai, mind a szeizmikus kiértékelés számára. Így a mélyfúrásgeofizikai módszerek közt viharos sebességgel elfoglalta helyét az „ultraszónikus” vagy „akusztikus karotázs” eljárás, amely jelenleg nélkülözhetetlen a fúrólyukkutatásban; emellett egyre nagyobb területen alkalmazzák a szeizmikus interpretációs munkában is.

Az első kísérletek óta igen kiterjedt tevékenység folyik egyrészt a műszerek korszerűsítésére, másrészt az interpretációs eljárások kidolgozása, illetve finomítása terén az egész világon.

A szocialista országok közül főleg a Szovjetunióban és a Német Demokratikus Köztársaságban folyik igen komoly konstrukciós és gyártási tevékenység, amely már ipari méretekben alkalmazott akusztikus lyukszelvényező berendezéseket teremtett.

A mérések hazai megindítása

Magyarországon az akusztikus karotázsméréseket a Német Demokratikus Köztársaságban

gyártott USBA—21 típusú berendezéssel kezdtük meg. Az akusztikus lyukszelvényező berendezést 1968 szeptemberében szállították a Geofizikai Intézet részére, s ugyanez év októberétől kezdve végeztük az országban elsőként a kísérleti jellegű akusztikus sebesség- és cementszelvényezéseket. A kezdeti sikeres mérések bebizonyították a berendezés használhatóságát hazai földtani és fúrástechnikai viszonyok mellett is, s ennek hatásaként jelenleg az országban már több USBA típusú berendezéssel végeznek rutinszerű méréseket.

Az eljárás fizikai alapja

Az eljárás fizikai alapja az a tény, hogy a különböző földtani képződmények, a különböző feltételek mellett létrejött kőzetek rugalmassági tulajdonságai különbözők. Ezek a rugalmassági tulajdonságok — amelyek természetesen a kőzettani jellemzők mellett sok egyéb tényezőtől is függenek, — elsősorban a kőzeteken áthaladó rugalmas hullámok terjedési sebességében és a hullámenergia csillapodásának mértékében jutnak kifejezésre.

Néhány jellemző longitudinális sebességadatot az alábbi táblázat tartalmaz:

olaj:	1320—1400 m/sec
víz:	1550—1750 „
agyag, agyagmárga	1800—5200 „

kőso:	4600—4900	„
homokkő:	2600—6000	„
karbonátok:	5200—7500	„
dolomit:	7350—7900	„
kristályos kőzetek:	4500—6500	„
vas:	5300—5400	„

A mérési elv és megvalósítási módja

A lyukviszonyoknak megfelelő terjedési sebességek mérése alapján véve a rugalmas hullám terjedési idejének egy adott távolságon történő mérése útján valósul meg.

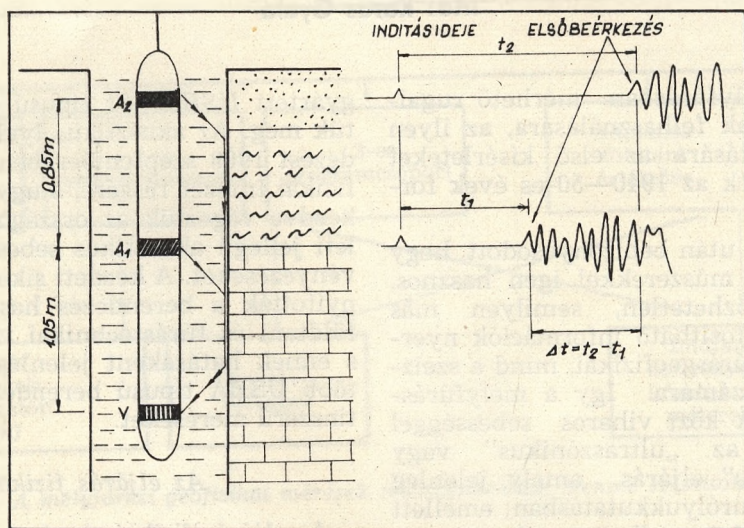
A lyukviszonyokat, szondafelepítést és a hullámterjedési viszonyokat az USBA berendezésnek megfelelően vázlatosan az 1. ábra tünteti fel.

A magnetrostrikiós rendszerű adófejek váltakozva, egymáshoz képest megközelítőleg 11 Hz gyakorisággal lépnek működésbe 23 KHz-en kisugárzott hullámcsomag kibocsátásával. Az A_1 , A_2 adóból — amelyek radiális sugárzók — a fúróiszap közvetítésével a kritikus szög alatt érkező hullámok refraktálódnak s a lyukfalon

végighaladva az általuk keltett hullámok a V-vel jelölt vevőrészbe jutnak. Az időbeli viszonyokat az 1. ábra jobb oldala tünteti fel. A vevő által érzékelt, felváltva beérkező jelek erősítés után a felszíni egységbe jutnak, ahol az első beérkezések „ $\Delta t = t_2 - t_1$ ” időkülönbségét képezve az $A_1 A_2$ távolság — jelen esetben 0.85 m — befutásához szükséges idővel arányos jel formájában a szokásos karotázsgyakorlatnak megfelelően kerülnek regisztrálásra.

A terjedési sebességen kívül igen fontos információkat hordoz a rugalmas hullámok egy adott útszakaszon bekövetkező csillapodásának mértéke is. Ez csövezetlen fúrások esetében a kőzetek abszorpciós tulajdonságait tükrözi, míg csövezett és cementezett fúrásokban a cement és cső közötti kötés — vagyis a cementezés jó-ságának — minőségét jellemzi.

A csillapodás mérése a szonda vevő része által továbbított hullámcsoport első vagy a hullámkép tetszőleges helyén kiválasztható beérkezések amplitudóival arányos jel folyamatos regisztrálásával történik ugyancsak a szokásos karotázsgyakorlat segítségével.



1. ábra: Az akusztikus szelvényezés (USBA) elvi vázlata

Az akusztikus karotázs alkalmazási területe és lehetőségei

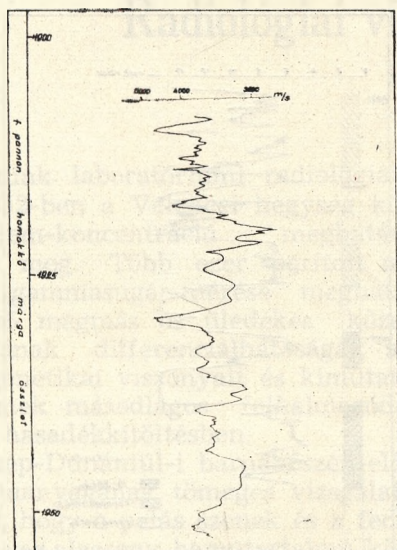
Az akusztikus karotázs adatait az alábbiakban felsorolt adatok megoldásában egyrészt mint önálló, másrészt mint egyéb karotázs módszerekkel kölcsönösen kiegészített eljárást kell számításba venni.

1. Fúrási szelvények tagolása, a különböző sebességértékek alapján *kőzettani azonosítás* és a fúrási szelvények *korrelációja*.

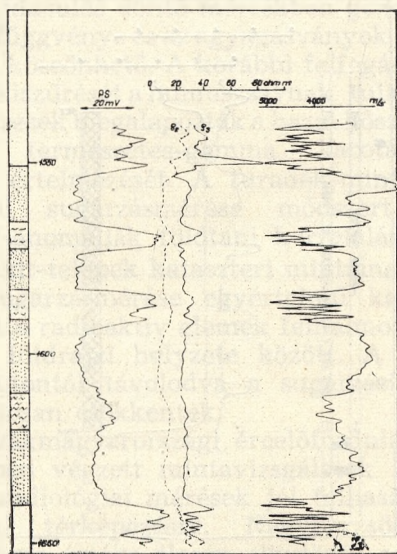
A sebességértékek alapján történő *kőzettani tagolásra* mutat példát a 2a), b) ábrákon látható

két fúrási szelvény. Az ábrákon egyrészt a Magyarországon (alföldi kőolajterület) elsőként mért sebességszelvénynek egy részletét, másrészt egy kisalföldi vízkutató fúrás szelvényrészletét mutatjuk be. Ez utóbbi nagy sókoncentrációjú rétegvízzel telített homokos—agyagos—márgás összletet mutat. Látható, hogy a rétegsor ellenállásértékek alapján igen rosszul, míg sebességadatok alapján kitűnően tagolt.

2. Az akusztikus adatok egyik legfontosabb felhasználási területe a mért sebességértékek alapján történő *porozitás meghatározás*. Ez azon az összefüggésen alapszik, hogy ha egy



a)



b)

2. ábra: a) Az első magyarországi akusztikus sebesség-görbe. b) Vízkutató fúrás szelvényrészlete

kőzet $v_1; v_2 \dots v_n$ sebességű $c_1; c_2 \dots c_n$ frakciók összességéből áll, akkor a mért sebesség és az összetevők sebessége között az

$$\frac{1}{v} = \frac{c_1}{v_1} + \frac{c_2}{v_2} + \dots + \frac{c_n}{v_n}$$

összefüggés érvényes $c_1 + c_2 + \dots + c_n = 1$ feltétel mellett.

Kétkomponenses porózus kőzetre — ahol egyik komponens maga a kőzet, a másik pórusban lévő folyadék — az összefüggés az alábbi lesz:

$$\frac{1}{v} = \frac{\emptyset}{v_f} + \frac{1-\emptyset}{v_m}$$

Itt v — a regisztrált sebességérték

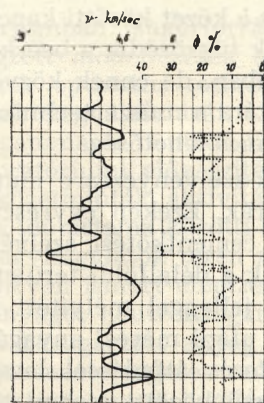
v_f — a pórusokat kitöltő folyadék sebessége

v_m — a kőzetváz sebessége

\emptyset — a porozitás értéke hányadosként.

A porozitászámításnál meg kell jegyezni, hogy a kétkomponenses egyenlet a gyakorlati tapasztalatok alapján főképp karbonátos, kompakt tárolók esetében érvényes, míg lazább képződmények esetében az egyes területek adottságától függő, egyéb adatok segítségével meghatározható korrekciós faktor bevezetésével kell kiegészíteni az összefüggést.

Karbonátos összletben mért sebességadatok és magokon mért porozitásértékek nagyon jó korrelációját mutatja a 3. ábra Sz. Sz. Itenberg nyomán.



3. ábra: Sebességadatok és magporozitás-értékek korrelációja (Sz. Sz. Itenberg nyomán)

3. A sebességmérések adatai közvetlen karotázs célú feladatok megoldása mellett nagy jelentőségűek a szeizmikus kutatásban is. A folyamatos időadatokból réteg — intervallum és átlagsebességek számíthatók. Ezek az adatok felhasználhatók szeizmogramok analízisére, az egyes reflexiós szintek kiválasztására, mivel igen szoros kapcsolat figyelhető meg a szeizmikus reflexiók és az akusztikus diagrammon regisztrált éles sebességváltozások között.

Ez a munka Intézetünkön belül is megindult az akusztikus adatokból felépített szintetikus szeizmogramok szerkesztésével. A kezdeti eredmények igen biztatóak.

4. Az akusztikus jelek dinamikus jellegének vizsgálati lehetőségében jelölhetjük meg általában az akusztikus adatok másik nagy felhasználási területét.

A jelenlegi műszertani adottságok mellett ezt a lehetőséget a fúrások cementezésének ellenőrzésére, töréses, hasadékos zónák kijelölésére,

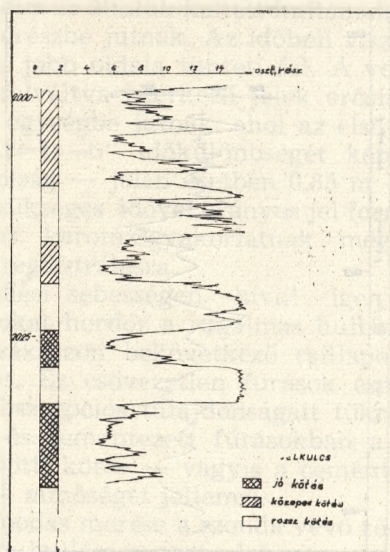
kedvező esetekben a kőzetet telítő folyadék milyenségének meghatározására használjuk fel.

Cementkötés-szelvényezésnél — a cement és a cső közötti kötés mérésénél — a hullámbeérkezés amplitúdójának változása tükrözi a kötés minőségét. Ha a cső és a cement között a mechanikai kötés jó, akkor a csőből a cementpalást felé csatolt energia nagy lesz, vagyis a csőben terjedő hullámok viszonylag csökkent energiával, azaz kicsiny amplitudóval érkeznek be. A regisztrált görbe kitérésének nagysága tehát fordított viszonyban van a cement kötésének jóségával. Az elmondottakból következik, hogy az akusztikus cementszelvényezés — egyéb ismert cement-szelvényezési eljárásoktól eltérően — nem a cement jelenlétét, hanem a csőhöz való kötésének milyenségét mutatja.

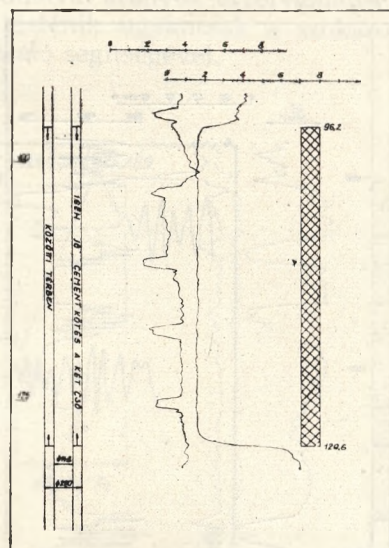
A cement és a kőzet közötti kapcsolat milyensége ugyancsak tükröződik a beérkező hullámok későbbi fázisaiban, de ennek közvetlen és folytonos vizsgálatára a műszerteknikai adottságok mellett még nincs lehetőség.

Cementkötés-szelvényezésre mutatnak példát a 4. a), b) ábrák. Ezekon egyrészt bemutatjuk az első hazai cementkötési szelvény egy részletét ugyancsak a délföldi területről, másrészt egy vízkutató jelleggel mélyített fúrás cementezés előtti és utáni mérési anyagát. Ez utóbbiban a cementezés átfedéssel lecsővezetett részben két beléscső közötti térben történt. A cementezés milyenségét itt közvetlenül is — nyomáspróbával — ellenőrizték, ami teljes mértékben alátámasztotta a mérési anyagból értelmezett kitűnő kötetést.

Befejezésül leszögezhetjük, hogy a hazai tapasztalatok és a bemutatott mérési anyagból levonható következtetések egyértelműen mutatják a berendezés hazai földtani és fúrás-technikai feltételek melletti széleskörű alkalmazhatóságát a különböző feladatok megoldására. Az alkalmazásnál természetesen továbbra is figyelembe kell venni a rendszer specifikációjából adódó korlátokat is, amelyek közül a legfontosabbak a lyukműszer átmérője (102 mm), valamint hő- és nyomásállósága (120 °C;



a)



b)

4. ábra: a) Az első magyarországi cementkötés-szelvény
b) Cementkötés-szelvény kettős csővezetésnél

600 atm.). E korlátozó tényezők ellenére is örömmel állapíthatjuk meg, hogy a berendezés birtokában mélyfúrású geofizikai kutatási lehetőségeink komoly mértékben bővültek.

Radiológiai vizsgálatok laboratóriumban

Írta: Dr. Tatár János

Intézetünk laboratóriumi radiológiai vizsgálatait 1952-ben a Velencei hegység közeteinek sugárzóelem-koncentráció meghatározásával indította meg. Több ezer porított minta integrális gammasugár-mérése meghatározta a különböző magmás és üledékes közettípusok aktivitásának differenciálhatóságát, a gránitplutón genetikai viszonyait és kimutatta a sugárzóelemek másodlagos felhalmozódását egy agyagos hasadékkitöltésben.

A Közép-Dunántúl-i barnaköszén-előfordulások mintaanyagának tömeges vizsgálatánál azt észlelték, hogy a palás szenek és a fedőközetek aktivitása az alacsony hamutartalmú kőszéntelepékéhez képest nagy. A medenceszegélyek nagyobb aktivitása is igazolta, hogy a sugárzóanyag-feldúsulás döntő mértékben genetikai tényezők függvénye és az agyagásványok abszorpciójának köszönhető. A korábbi felfogás a nehéz elemek kiszűrését a humuszsavnak tulajdonította. A mérések megalapozták a hazai kőszénkutató fúrások természetes-gamma karotázsszelvényeinek értelmezését. A furadék-minták laboratóriumi sugárzásmérése módszert adott a szelvény-anomáliák földtani korrelálásához.

A bauxit-telepek kataszteri mintáinak természetes sugárzásmérése egyértelmű kapcsolatot mutatott a radioaktív elemek felhalmozódása és a telep földrajzi helyzete között. A Velencei gránitplutontól távolodva a sugárzási értékek folyamatosan csökkentek.

Az északmagyarországi ércelőfordulások környezetében végzett mintavizsgálatok igazolták, hogy a radiológiai mérések jól felhasználhatók kőzettani térképezésre. Nagybörzsönyben a dácit magas értéke élesen elkülönül az andezit alacsonyabb értékétől, míg a mátrai és tokaj-hegyaljai ércsedéseknél a riolit és riolittufa aktivitása magas. A telkibányai kálitrachit előfordulások káliumtartalmát a K^{40} természetes aktivitásának mérése 0,1 százalékos pontossággal határozta meg. Meg kell jegyezni, hogy a hidrotermális teléreket a különben inaktív anyakőzet kontaktusán relative magasabb sugárzási érték kíséri.

Laboratóriumi mintamérések kísérték azokat a térképező felvételeket is, amelyekkel kőolajtelepek peremi területeinek magasabb aktivitását igyekeztek kimutatni. A mintamérés bizonyította, hogy a feltételezett radiumsulfát-szulfid redukcióból származó gyűrűs anomáliák hatását elnyomja a közetek természetes aktivitása. Egyes helyeken a mintamérés a terület radiotív légköri csapadékból származó időszakos felszíni szennyeződését mutatta ki. A természetes gammasugárzások energiaszelektív

mérései, a radioaktív ércsedésektől eltekintve, ezideig nem adtak kőzettanilag hasznosítható újabb információkat.

A gamma-gamma lyukszelvényezés előkészítése alkalmával végzett laboratóriumi sugárabszorpciós és sugárszóródási kísérletek nem vezettek gyakorlatilag egyértelműen hasznosítható eredményekre. A nedvesség, a szemcsenagyság, a fajsúly és más tényezők a mérési eredmények nagyságrendjét elérő korrekciók alkalmazását teszik szükségessé.

A neutronabszorpció vizsgálatával bór felhalmozódást mutattak ki mélyfúrásból származó magmintában.

A laboratóriumban sugárforrásokkal nagymintákon végzett modellezések elősegítették a karotázsmérések optimális technikai és mérési paramétereinek megválasztását.

A neutron-gamma és neutron-neutron szelvényezések laboratóriumi előkészítése hívta fel a figyelmet a kőzetminták aktivitása és a neutronbesugárzás időtartama közötti szoros kapcsolatra. Az anyagvizsgálatok terén *neutronaktivációs analízis* néven ismert elemzési eljárásnál a vizsgálandó anyagot neutronsugárzás hatásának tesszük ki. A besugárzott anyag bizonyos elemek atomjai mesterségesen radioaktívvá válnak. A radioaktív atomok bomlási sebessége, a bomláskor fellépő sugárzások minősége utal a besugárzott elem minőségére és mennyiségére.

Sugárforrásként a kutatás kezdetén, 1960-ban, jelentős mértékben lebontott, karotázs munkákra már nem alkalmas *Polónium-Berillium* zárt radioaktív neutronforrást használtak. A gyakorlatilag hasznosítható eredmények elérése után 2.10^7 n/sec intenzitású, hosszú felezési idejű *Plutónium-Berillium* forrást kapott a laboratórium.

A roncsolásmentes neutronaktivációs analízis vizsgálatait a két legfontosabb kőzetalkotó főkomponens, az alumíniumoxid és a szilíciumdioxid egyidejű meghatározásával kezdték. Neutronbesugárzáskor mindkét elem azonos radioaktív izotópot eredményez, ezért a két mennyiségi meghatározáshoz különleges aktiváló rendszert és mérési technológiát kellett kialakítani. A szabadalmazott eljárást és berendezést alkalmazásba vette a Magyar Alumíniumipari Tröszt Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohója, továbbá a Bakonyi Bauxitbánya Halimba-i üze-me. A bauxit-minősítő elemzési eljárást és mérést franciaországi és a világ különböző bauxit-előfordulásából származó mintákkal ellenőrizte a Péchiney cég Voreppe-i bauxitanalitikai központja, Budapesten. A 72 óra alatt, automatikusan, kezelői beavatkozás nélkül végzett 760

elemzésből arra a következtetésre jutottak, hogy az eljárás és automatikus mérőrendszer a bauxitbányászat és feldolgozás szilícium- és alumíniummeghatározási igényeit kielégíti. Gazdaságosság, gyorsaság és így a termelés és feldolgozás technológiai irányítása szempontjából a jelenleg alkalmazásban lévő analitikai eljárásoknál előnyösebb. Nem célszerű a rendszer alkalmazása a kutatás olyan fázisában, amikor a lelőhely minősítését a bauxitásványok kémiai felépítése szabja meg.

A bányüzemben alkalmazott 3.2 perces elemzés szórása: $\pm 0,5 \text{ Al}_2\text{O}_3\%$ és $\pm 0,25 \text{ SiO}_2\%$.

A bauxit minőségi elemzésén kívül az eljárás gazdaságosnak és eredményesnek mutatkozott általában a földtani minták vizsgálatánál. Automatizált mérőberendezésen az 1967—69 években 8800 földtani mintát elemzett a Radiológiai Laboratórium, legnagyobb részben a MÁFI részére.

Nagy neutronaktivációs befogási hatáskezesztmetszete miatt előnyösen elemezhető zárt radioaktív neutronforrással a vanádium, az ezüst, a mangán és néhány, földtani kutatás szempontjából kevésbé jelentős elem. A mangánanalízis módszertanát nagy darabszámú bányabeli minta és fúrási magminta elemzésével dokumentálták. A Bányászati Kutató Intézetrel kooperálva, karsztvízáramlási kísérleteknél stabil mangán nyomjelző utólagos aktivációjával hasznosították az eljárást.

Kidolgozták a mangánt és az igen hosszú felezési idejű aktív terméket szolgáltató wolframot együtt tartalmazó wolframit érc folyamatos ellenőrzésének technikáját. Az eljárás tömeges alkalmazása érdekében felvilágosítást adhatna a hűbnerit és a ferberit arányának változásáról különböző lelőhelyeken, ill. egy ércesedésen belül. Az eljárás üzembehelyezését a minták nagy fajsúlybeli különbsége késlelteti.

Egyes elemek nagyenergiájú gammasugárzás hatására magreakcióit szenvednek és ezzel egyidejűleg jól detektálható neutron-sugárzást bocsátanak ki. Ezt a fotoneutron módszert alkalmazták a Laboratóriumban Be roncsolásmentes kimutatására. A Velencei hegységből származó kőzetminták elemzésekor egy agyagos hasadék-töltés kétszeres Be tartalmat mutatott, a többi kőzettípushoz viszonyítva.

Csekélyszámú mintaméréssel igazolták, hogy a ritkaelemek feldüsitési technikájában egyes lépések nyomkövetésére a zárt neutronforrásos aktiválás segítséget nyújthat.

Az ipari bauxitelemzés terén elért kutatási eredmények elismeréseként az Országos Atomenergia Bizottság a Laboratóriumot neutron-generátorral és sokcsatornás analizátorral szerelte fel. A 10^{10} n/sec monoenergetikusan 14 MeV-os neutronokat szolgáltató generátor az oxigén roncsolásmentes, közvetlen meghatározásának kizárólagos eszköze.

Ismételt sorozatméréssel vizsgálták a hazai

kőzettípusok oxigéntartalmát. Megállapították, hogy egy kőzettípuson belül a különböző helyről származó minták több százalékos eltérést mutatnak oxigéntartalmában. Az egyes észlelések szórása 1 oxigénsúlyszázalékon belül maradt. A változatok geokémiai értelmezése figyelemreméltó következtetésekre vezethet.

Jó egyezést, ill. csak hibán belüli eltérést találtak a kémiai elemzésekből számított és az aktivációs úton nyert oxigéntartalom között. Az NDK-ból származó kőzetetelonok mintáknént 80 észleléséből levezetett eredmények az alábbi abszolút eltéréseket adták:

Agyagpala	—0,93 ⁰ / ₀
Bazalt	+0,28 ⁰ / ₀
Gránit	+0,38 ⁰ / ₀
Mészkö	+0,36 ⁰ / ₀

A neutrongenerátor előnyeinek kiaknázására a MAT-tel kötött megállapodás keretében megkezdtek a bauxitipari alkalmazás lehetőségeinek mérlegelését. A vizsgálatok kiterjedtek a vörösiszap főkomponenseinek, a hidrát nátriumtartalmának, a timföld szilíciumszennyezésének és az alumíniumkohó ún. fűrdőmintáinak oxigén-, nátrium-, fluor- és alumíniummeghatározására. A kísérletek alapján megjegyezhető, hogy a feladatok megoldásának elvi akadályja nincs, de a kísérletek idején rendelkezésre álló energiaszelektív mérőrendszer felbontóképessége és stabilitása nem biztosította az üzem által megkövetelt érzékenységet és pontosságot.

Egyes elemek roncsolásmentes aktivációs analizisét előnyösen lehet neutrongenerátorral végrehajtani, mert aktív termékük pozitron kibocsátással bomlik és így a megsemmisülési sugárzás koincidencia-mérése a többi komponens aktív termékével szemben szelektivitást biztosít.

A mélyfúrású geofizika legújabb mérési módszerét, a *neutronélettartam-mérést* impulzusüzemű neutrongenerátorral hajtják végre. Az új technika laboratóriumi előkészítése ill. modellezése érdekében a rendelkezésre álló neutrongenerátort alkalmassá tették impulzusüzemű módra is. A mikroszekundumos neutronimpulzusok és detektálásra alkalmas szünetek az anyagvizsgálat újabb módszereinek gondolatát ébresztik. A neutronütőközések által gerjesztett sugárzások és a magreakciókat közvetlenül követő befogási sugárzások tanulmányozása a sokkomponenses földtani minták gazdaságosabb analizisének lehetőségét tárhatja fel.

A laboratórium további feladatának tartja a földtani kisminták tartós reaktorbesugárzással és roncsolásmentes energiaszelektív méréssel végrehajtott analitikai kísérleti tanulmányozását. Az épülőben lévő reaktorperemi aktiváló csatorna elkészülése lehetőseget nyújt arra, hogy a nagyszámú elemzés statisztikus értelmezését ezzel a technikával is elősegítsék.

Komplex geofizikai szénhidrogénkutatás az Alföldön

Írta: Polcz Iván

A Geofizikai Intézet az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemével együttműködésben 1964 óta végez komplex geofizikai méréseket az Alföld flisjellegű övén. A kutatás célja részben átnézetes földtani adatszolgáltatás, a hazai kőolaj- és földgázkutatás számára. Ugyanakkor a kutatás célja műszer- és módszertani is, mert az intézeti műszerfejlesztés programját terepi-földtani kutatási problémák jelölik ki.

Az alföldi komplex kutatás a szolnoki százazres méretarányú Gauss-Krüger rendszerű térképlap területén kezdődött. A szegedi medencéhez csatlakozó déli irányú folytatás később Csongrád—Kiskunfélegyháza vonaláig terjedt. Újabban a Hajduságban és a Nyírségben, az ún. flisöv ÉK-i folytatásában elsősorban módszertani jellegű kutatás folyik.

A magyar Alföld harmadidőszaki medence. Egyszerűsített földtani kutatási modellje a következő: paleozóos-mezozóos medencealjzat, változatos korú, vastagságú és elterjedésű harmadidőszaki üledékekkel fedve.

A komplex geofizikai kutatás feladata, hogy a vázolt földtani szerkezet — esetünkben a medence — alakulását tegye átfogó elemzés tárgyává. A kutatásban a geofizikai módszerek részvétele a következő:

Gravitációs mérésekből anomáliatérképet készítünk. Általában már az anomáliatérkép segítségével jól megállapítható a regionális szerkezet, s ez a továbbkutatás szempontjából lényeges adat (pl. a költségesebb mérések tervezéséhez). Korszerű másodlagos feldolgozás (analitikus lefeléfolytatás) az aljzat mélységét is közelítőleg behatárolja.

A **földmágneses** hatószámításokkal az idős aljzathoz rendelhető bázisos vulkánitok (szubvulkánitok) mélységét, helyzetét és elterjedését nyomozzuk. Számos példa mutatja, hogy az idős medencealjzat mélysége és a mágneses hatószámításokkal kapott mélységek között elég jó az egyezés. Hatószámításhoz részletező terepi méréseket kell végezni az anomáliák területén át fektetett szelvények mentén kétkomponensű mérésekkel. Az újabban rendszeresen alkalmazott légimágneses mérések nagy jelentősége a folyamatos regisztráláson kívül abban van, hogy a földi zavaró hatásoktól mentesen a mérés jobb jelzaj viszonytal hajtható végre.

A medencealjzat geofizikai vizsgálatában használjuk fel a **geoelektromos** mérőkomplexust. Ez jelenleg tellurikus (TE) és dipolszondázó (DE) mérések együttes alkalmazásából áll. A geoelektromos mérések célja a nagyellenállású (ideális esetben végtelen ellenállású) medencealjzat kutatása és az aljzatra települt üledék-

összlet geoelektromos jellemzőinek meghatározása.

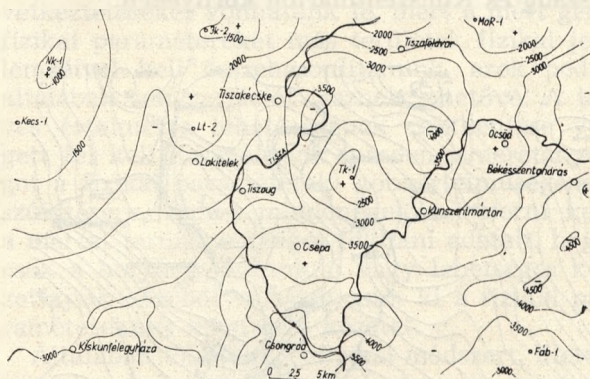
A tellurikus adatok térképi ábrázolása szolgáltatja az izoareaterképet, amely magában véve nyers eredmény, de egyszerűsítő feltételek mellett már jól korrelálhat a medence aljzatával.

Az izoareaterképeket a fedőüledék ellenállásvizonyainak adataival alakíthatjuk mélységtérképpé. Ezeket az ellenállásparmétereket a dipolszondázó mérésekből nyerjük.

A **szeizmikus** kutatás a komplex mérések legfontosabb és egyben záró fázisa. A szeizmikus refrakciós mérések a medencealjzat domborzatának, mélységének biztos meghatározásában döntő szerepet játszanak. Elengedhetetlen feltételük azonban, hogy a fedőüledékhez képest a medencealjzat sebessége lényegesen nagyobb legyen. A medencealjzat közetlemei (ópalézóos gránit, triász mészkövek, stb.) közismerten nagy sebességűek; kutatásukra a refrakciós eljárás kiválóan alkalmas.

Szeizmikus reflexiós mérésekkel a fedő üledéksor belső szerkezeti, települési viszonyait nyomonzzuk.

A komplex kutatás együttes eredményeiből elsősorban a medenceüledék szintjeit (alsó és felsőpannóniai összlethatár, alsópannóniai fekvő) korreláljuk. A mélyebb szinttájak korrelációjában már egyre nagyobb súllyal vesszük figyelembe a geofizikai mérések különböző úton nyert minden eredményét. Ezek a szintek: a neogén medence aljzata és a **preausztriai** aljzat.



1. ábra: A nagysűrűségű aljzat térképe a Tiszakécske—Kunszentmárton kutatási területen

Az elmondottak illusztrációjaképpen bemutatunk néhány térképmellékletet a Tiszakécske—Kunszentmárton környéki komplex mérések eredményeiből.

Az 1. ábra a terület gravitációs mélységtér-

képe. (Jobb áttekinthetőség kedvéért csak 500 méterenkénti szintvonalakat ábrázolunk). Ezen a területen a Bouguer anomáliatérkép és az idős aljzat korrelációja megengedte a nagysűrűségű aljzat térképének megszerkesztését. Felhasználtuk a terület Ny-i és K-i szélén található mélyfúrások adatait (mélység és közetsűrűség). A terület belsejében csak geofizikai adatokra támaszkodhatunk. A mélységtérképen néhány prominens anomália jól kirajzolódik: a kecskeméti, jászkarajenői, öcsödi, kunszentmártoni kiemelt helyzetű területek, továbbá a Tiszakécske—Öcsöd-i mélyülés és a Kiskunfélegyháza—Csongrád—Békésszentandrás irányú ún. Kiskún depresszió.

vettük. A kunszentmártoni és tiszaujai „szerkezet” itt is a térkép két érdekes indikációja.

A bemutatott területen a különböző módszerekkel végzett geofizikai mérések között jó a korreláció.

Nem minden területre jellemző a komplex mérési eredmények és a földtani kitüntetett szintek közötti korreláció. Példaként említhetjük a hortobágyi kutatási területen azt a problémát, hogy a nagyellenállású geoelektromos szint és a nagysebességű refrakciós határfelület nem azonos mélységben jelenkezik. Nyilvánvaló, hogy itt a geoelektromos tulajdonságok alapján aljzatként kínálkozó határfelület nem nagysebességű határfelület is egyúttal, és a szeizmikus paramétereknek kedvező szint más mélységben húzódik. Ez az antikorrreláció egyik tipikus esete. A korrelációs problémakör sok érdekes esetét lehetne említeni, itt azonban csak az ELGI komplex geofizikai jelentéseire utalunk.

A pontos, átfogó elemzés azt mutatja, hogy az antikorrrelációkat a legtöbb esetben információ-többletként kell fogadni, mert olyan jelenségekre hívják fel a figyelmet, amelyek mögött szerkezetföldtani okok húzódnak meg. A geofizikai módszerek egymástól függetlenül követhetnek különböző geológiai szinteket. Szeizmikus részletező reflexiós mérések ilyenkor általában eldöntik a problematikus kérdéseket a komplex kutatás záró fázisában.

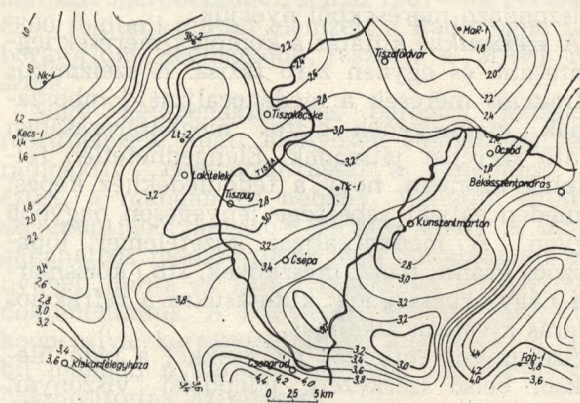
Az ELGI alföldi komplex kutatásának aktuális feladata a Nyírségben a változó vastagságú vulkáni takaróval árnyékolt, de szénhidrogénkutatás szempontjából érdekes ÉK-alföldi terület vizsgálata. Itt már az eddig kialakult mérőegyüttes összetételében, illetve annak helyes és gazdaságos részarányában, továbbá a módszertan kialakításában komoly feladatok állnak előttünk. Túl kell lépnünk a klasszikus módszerek rutinszerű alkalmazásán.

A gravitációs kutatás terén egyre nagyobb szerephez jut a korszerű számítógépes feldolgozás és a szűrési eljárások.

A geoelektromos komplexusban sokat várunk a magnetotellurikus mérések aljzat-kutatási eredményeitől.

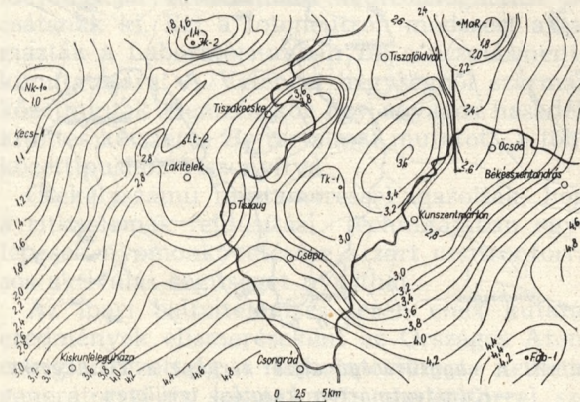
Döntő szerep vár a reflexiós szeizmikára. Az analóg, de még inkább a digitális feldolgozású reflexiós közös mélységpontos összegzés rutinszerű alkalmazása világszerte a reflexiós mérések reneszánszát hozta. Az ELGI nyírségi kutatási programjában az idej komplex méréseknél kiterjedten alkalmazzuk az összegzéstechnikát.

Refrakciós hagyományos terepi mérési eljárásunkat is teljesen felváltotta az univerzális, analóg mágneses regisztrálású műszerek kizárólagos alkalmazása.



2. ábra: A kutatási terület geoelektromos nagyellenállású aljzatának térképe

A 2. ábrán geoelektromos mérésekből készült mélységtérképet mutatunk be. A mélységadatok a nagyellenállású vezérszint morfológiájáról adnak képet. A mélységtérkép tellurikus és dipolszondázó mérések együttes eredménye. Figyelemre méltó anomáliára hívja fel figyelmünket Tiszauja és Kunszentmárton környékén.



3. ábra: A preausztriai medencealjzat mélységtérképe

A 3. ábra a preausztriai medencealjzat mélységtérképe. Szerkesztésében már valamennyi komplex geofizikai mérési eredményt tekintetbe

- Bagt R.—Bokody T. et al., 1968: Komplex geofizikai kutatás az ÉK-i Tiszántúlon. A MÁELGI 1968. évi jelentése.
- Király E., 1967: Geoelektromos jelentés az 1965—66. évi Kunszentmárton környéki mérésekről. MÁELGI Adattár.
- Müller P., 1969: A Magyar Geofizikusok Egyesülete Elnökségének beszámolója a magyar geofizikai

- kutatások újabb eredményeiről. Magyar Geofizika X. évf. 1. sz.
- Polcz I. et. al., 1968: Összefoglaló jelentés a Tiszakécske—Kunszentmárton—Csongrád—Kiskunfélegyháza térségében végzett komplex geofizikai mérésekről. MÁELGI Adattár.
- Szénás Gy., 1965: A geofizikai térképezés földtani alapjai Magyarországon. MÁELGI Évkönyv II. kötet.

Szilárd ásványok geofizikai kutatása: szén- és bauxitkutatás

Írta: Szalay István

Az Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet dunántúli és északmagyarországi kutatási tevékenységének legnagyobb részét valamilyen szilárd ásvány előfordulási lehetőségeinek vizsgálata teszi ki. Az ásványtelepek meghatározott földtani viszonyokhoz kötöttek, előfordulási lehetőségeikre, mélységi helyzetükre következtetni lehet valamilyen kísérő kőzetek révén, amely geofizikai módszerekkel kimutatható. Ásványtelep ritkán kutatható közvetlenül (felszínközeli érctelep, kő, agyag); legtöbbször közvetett módszert kell alkalmaznunk. Gyakran fúrást megakasztó szerepkörben nyújt értékes támogatást a geofizika a nyersanyagkutatásnak. Ilyenkor a keresett nyersanyagra vonatkozóan reménytelen területeket elhatároljuk az adott nyersanyag előfordulását kizáró földtani-geofizikai adatok alapján. Ugyancsak elkülönítjük azokat a területeket, amelyeken, ha lehet is nyersanyag, kitermelésre alkalmatlan, nagy mélységben fekszik. Ilyenkor a további fúrási tevékenység a reményteljesebb területre irányulhat, ahol így növekszik az ásványtelep megtalálásának valószínűsége, ezzel pedig csökken a kutatás ideje és költsége.

A geofizikai munkák volumene, sorrendje és az alkalmazott mérési mód függ a kérdéses terület adottságaitól, a kutatás közvetlen céljától és az anyagi-tárgyi lehetőségektől. Ezért a geofizikai megkutatottság céltól és lehetőségtől függő fokmérő. Előfordulhat, hogy ugyanazon területen többször is végzünk méréseket, eltérő lépték, műszer és módszer alkalmazásával. Célszerű a feladathoz igazítanunk az alkalmazott geofizikai módszerek választékát, arányát, léptékét és volumenét. A fúrásokkal és bányászattal megismert területeken szerzett földtani és geofizikai tapasztalatok pedig lehetővé teszik, hogy tudatosan keressünk bizonyos ásványi nyersanyaglelőhelyeket. A területkiválasztás

egy-egy meghatározott ásványelőfordulási lehetőségei alapján történik, de a kutatás eredményeit más ásvány keresésére is fel lehet használni. Jó példa erre a *bauxit-* és az *eoecén szén-előfordulások* kapcsolata. A mezozoos aljzat kiemelkedésének környezete kedvező bauxitra, de kedvezőtlen szénre; medencejellegű területeknél pedig fordított a helyzet.

A *felderítő* jellegű geofizikai kutatás során valamely ásványelőfordulásra különösen alkalmas területre *részletesebb* mérést is végzünk. Erre főleg akkor kerül sor, ha már fúrás is igazolja és indokolja a továbbkutatást. Ebben az esetben a mérési területen talált azonosításra szolgáló földtani (fúrási) anyag megbízhatóbb, részletesebb értelmezést tesz lehetővé. Földtani összehasonlító anyag hiányában a mérések kezdeti szakasza kísérletező-tapogatózó jellegű; azonos felmértés esetén is csak általános következtetéseket vonhatunk le, mert a mért geofizikai paramétereket más területek fizikai jellemzőivel kell összehasonlítanunk, azok pedig általában sok variációt tesznek lehetővé. A téves értelmezés lehetőségének csökkentése végett fel kell használnunk minden ismeretanyagot a fizikai paraméterek többértelműségének szűkítésére. Ehhez mindenekelőtt ismerni kell a mérési terület lényeges földtani adatait, hogy csak a helyileg előforduló vagy lehetséges kőzetfajták köréből választhassuk ki a fizikai paramétereknek megfelelő kőzetet.

Általában többféle geofizikai módszert, illetve *komplex* kutatást kell alkalmaznunk, mert az egyik módszerrel mért fizikai paraméter-érték több kőzetfajtát (ill. annak más-más állapotát) is jellemezhet, másik módszerrel mért adatok azonban a változatok egy részének ellentmondanak.

A *kőzetfizikai jellemzők* ismerete több évtizedes és jelenleg is folyó adatgyűjtésen alapszik.

A felmért területeken mélyített fúrások eredményét figyelemmel kísérjük az azonosítási lehetőségek híján hiányosan, vagy esetleg tévesen értelmezett korábbi mérési eredményeinket az újabb adatok alapján szükség esetén értékeljük. Itt a számszerű értékek adottak, ezeken csak teljes kiértékelési koncepcióváltozás esetén lehet módosítani, — inkább az adott mélységben valamely fizikai jellemzővel bíró szint elnevezését, meghatározását kell a valóságnak megfelelően megadni.

Hazánkban 1965 óta végzünk rendszeresen komplex geofizikai kutatást. Különösen nagyarányú és rendszeres geofizikai mérés folyt és folyik jelenleg is a KFH megbízásából a felde-ritendő földtani fúrastevékenység előkészítéseként a Bakony, a Vértes, a Gerecse, a Budai hegység peremvidékén, valamint a Börzsöny és Mátra hegységben.

A geofizikai módszerekkel végzett szilárd-ásvány kutatás kiterjedt: *köszén, bauxit, szulfidos ércek, vasérc, mangánérc, uránérc és nem érces ásványi nyersanyagok* kutatására. A felsoroltak közül itt az első kettővel foglalkozunk. A szulfidos ércek kutatásával más publikáció foglalkozik; a vasérckutatással régebbi jelentések foglalkoznak, amelyek megtalálhatók az ELGI Adattárában, az uránkutatást nagyrészt a *Mecseki Ércbánya Vállalat* geofizikusai végzik, a nem érces ásványi nyersanyagok kutatása pedig többnyire a *mérnökgeofizika* tárgykörébe tartozik.

Köszénkutatás

A legutóbbi évekig az ELGI szilárdásványkutatási tevékenységének gerince a *köszénkutatás* volt. A széntelepek csak közvetett úton, fe-
kűjük térszíni helyzetének ismeretében nyomozhatók. Az alapterep típusú köszéntelepek a legalkalmasabbak geofizikai kutatásra, mert ezeknél a fiatalkori fedőképződmények és az agyagos-homokos jellegű széntelepes összlet alatt tömörebb mezozóos kőzetek fekszenek. Ezek közül a karbonátos kőzetek minden esetben kitűnő geofizikai szintek. Ilyen alapterep típusúak a Dunántúli Középhegység eocénkorú barnaszéntelepei. A legközvetlenebb kapcsolat a geofizikai szint és a széntelep között ott található, ahol a telep közvetlenül a triász karbonátos medencealjzatra települ (néhány m törmelék és üledék elhanyagolásával). Ebbe a típusba tartozik a Dorog—Tokod-i, a pilisi, a Nagyegyháza—Csordakút—Mány-i és részben a tatabányai alsóeocén barnaköszénterület.

Komplex geofizikai mérések történtek 1965 és 1968 között a Gerecse, Vértes és a Budai hegység között Szomor—Gyermely—Tinnye vonalától dél felé Csákberény és a Velencei hegység vonaláig. A mérések célja szén- és bauxit előfordulási lehetőségeinek vizsgálata oly módon, hogy a geofizikai módszerekkel meghatározott

tektonikai egységek nyersanyagperspektivitását kevés számú próbafúrással el lehessen dönteni.

A mérési területen belül a Mány-i szénmedencében végeztek viszonylag részletesebb felmérést, a csordakúti fúrások alapján ismert szénmező kiterjedésének vizsgálatára. Kiderült, hogy déli és keleti irányban meredek peremmel végződik a tektonikai medence; Ny felé lépcsős vetőrendszerrel emelkedik ki, de ebben az irányban a szén az ellenőrző fúrások szerint megvan. A terület ÉNy-i sarkán még a medenceceterületre felépített 61. sz. fúrás igazolta a 600 m-es aljzattélységet és vastag eocén széntelepet talált, amíg a mérések idején már kitűzött 49. sz. fúrás igazolta a kimutatott nagy KÉK-i határvetőt és meddőnek bizonyult. Ezen a területen alkalmunk volt meggyőződni arról, hogy a térszínváltozással járó nagy vetődések kimutatására a legalkalmasabb és leggazdaságosabb a refrakciós harántszelvények alkalmazása. Miután néhány további fúrás is bizonyította a geofizikai adatok helyességét, a kimutatott tektonikai árok egészében széntelepesnek vehető, a környező emelt aljzatú területek pedig szénre meddőnek bizonyultak.

Szomor—Gyermely térségében, Zsámbék környékén és Bicskétől D-re végzett próbafúrások a geofizikai aljzattélységeket találták, de a széntelepek hiányoztak, lepusztulás vagy szénképződés hiánya miatt. Ha az ötvenes években Dorog—Esztergom környékén végzett szeizmikus mérések adatait is tekintetbe vesszük, akkor Dorog környékétől Székesfehérváig összefüggő medencealjzat-mélység adatokkal rendelkezünk a Gerecse, Vértes—Pilis, Budai hegység és a Velencei hegység közti területen. Ezek az adatok más szilárd ásvány kutatásánál is felhasználhatók.

Az ELGI másik nagy, szénkutatással kapcsolatos működési területe a Vértes Ny-i peremén elterülő Oroszlány—Pusztavám—Mór-i szénterület, valamint a Bakony ÉNy-i peremén fekvő Balinka—Nagyveleg—Szápár—Dudar-i szénmedence.

A felsorolt területeken egy évtizedes kutatási tevékenység eredményeként szintén összefüggő medencealjzat-mélységtérképpel rendelkezünk. Ezeknek a területeknek közös jellemzője, hogy a geofizikai vezérszintként jelentkező triász-júra karbonátos kőzetek és az eocén széntelepes összlet között vastag kréta anyag és márga összlet helyezkedik el, vagyis a földtani és geofizikai értelemben használt „alaphegység” fogalom más kőzetekre vonatkozik. Az adatok felhasználási lehetőségei a következők: a medencejellegű területeken volt szénképződés, lepusztulással pedig az aljzat kiemelkedéseinek helyén számolhatunk. Néhány széntelepet és fekvő ért fúrás mélységadatait a geofizikával kimutatható triász-júra mészkő aljzat mélységével összehasonlítva a medence más részein becsülhető a széntelepek mélysége, a karsztvíztől védő kréta

agyagmárgák vastagsága, megállapíthatók a határvetők helyei. Ez utóbbiak ismerete a széntelepek elvégződése mellett karsztvízbetörési szempontból is fontos.

Érdekes részterület a Nagyveleg—Bakonycsernye—Szápár—Dudar közti süllyedékterület, amely eocén széntelepeket tartalmaz. Ez a hosszszan elnyúló medence legfeljebb Nagyvelegtől É-ra függhet össze más medencékkel (Móri medence). Ny—ÉNy felé a triász medencealjzat legalább 300—500 méteres vetős kiemelkedése határolja, míg K-en és D-en fokozatosabb a kiemelkedés, vastag a kréta márgaösszlet. A mérések előtt lemélyült Bcs—8, Sr—2, Ny—1 sz. fúrás a Ny—ÉNy-i határvető sávjába esett, gazdasági értékű széntelepet nem tartalmazott, ellenben a medenceterületre eső Bcs—9 széntelep volt. A Nagyveleg—Bakonycsernye között húzódó K-i aljzatkiemelkedésen mélyített fúrások meddők. A mérésekkel egyidőben telepített Bcs—11 fúrás a geofizikai mérésekkel kimutatott Ny-i határvetőre esett és meddőnek bizonyult, viszont a Bcs—12 és a mérési eredmények figyelembevételével a medenceterületre telepített Szápár—43. sz. fúrás jóminőségű eocén széntelepet harántolt.

A Szuha és Sajó völgyében, továbbá a Cserhátan végzett medencealjzat-kutatás még közvetlenebb vonatkozású. A miocén szénkutatás szempontjából a Cserhát területe a nagy aljzattérség miatt nem reményteljes.

Bauxitkutatás

Az utóbbi években az ELGI szilárdásványkutató tevékenységének súlypontja a *bauxitra* reményt nyújtó területek térképezésére toldott át. Amellett, hogy a bauxit viszonylag legbőségesebb szilárdásványunk, geofizikai kutatásra ideálisan alkalmas.

Kutatási tevékenységünk komplex geofizikai módszer alkalmazásával két irányban folyik. Az egyik a Központi Földtani Hivatal megbízásából, nagy területen folyó *felderítő* jellegű tevékenység, a már ismertetett módszerekkel. Területe Bicske—Csákvár és a Budai hegység környékén részben azonos az eocén szénkutatásnál ismertetett területtel, részben pedig kimondottan bauxitperspektívitású részekből áll: Csákerény—Magyaralmás (1967), Sümeg—Nyirád—Halimba (1967), Csehbánya (1967), Ugod—Fenyőfő—Bakonyzentkirály (1968 és 1968), Bakonyzentkirály—Dudar (1969).

A másik bauxitkutatási program kifejezetten *részletező*: bauxittároló mélyedések kutatására irányul, az Alumíniumipari Tröszt, illetve a Bauxitkutató Vállalat megbízásából. 1968-ban ilyen mérések voltak Halimba környékén 5 km² területen. Itt az eddig ismertetett módszerek mellett a geoelektromos potenciálkép-módszer nagyarányú alkalmazása volt az újdonság; a sort mikrogravitációs és mikromágneses méré-

sek egészítették ki. A potenciálkép- és a gravitációs mélységtérképen foltszerűen jelentkező minimumterületeken vertikális elektromos szondázást és szeizmikus refrakciós méréseket végeztünk, s ezekkel mélység- és fizikai paraméter-adatokat kaptunk. A bauxittárolásra alkalmasnak ítélt mélyedések fölött földmágneses méréseket végeztünk annak kiderítésére, hogy az esetleges bauxit és a kísérő vörös agyag, vastartalma alapján, anomáliaként jelentkezik-e. A földmágneses módszer a mélyedésekben fekvő vörös agyagra érzékenynek bizonyult, bár a Kabhegyről származó bazaltgörgetegeket itt zavarták az egyértelmű értelmezhetőséget. Kis mélységben (0—100 m) a fizikai paraméterek eltérnek a megszokottól. Annyi bizonyos, hogy ilyen helyen célszerű néhány azonosító fúrás előzetesen és menet közben is, hogy a geofizikai anyag további fúráskitűzésre hatékonyan felhasználható legyen.

A hegységperemeken végzett felderítő mérések igen nagy anyagot ölelnek fel; ezért csak néhány jellegzetességre és tanulságra térek ki. Csákerény—Magyaralmás környékén *sekély*- és közepes mélység mellett az aljzat pásztás közetváltozásai figyelhetők meg. Csehbányánál az aljzat nagy területen túl nagy mélységben helyezkedik el, Bakonyjako körül található kis mélységben a mérések területén. A medencében két szint mutatható ki. A felső eocén vagy kréta mészkő lehet, az alsó pedig triász mészkő és dolomit. Sümeg—Nyirád—Halimba környékén a karbonátos aljzat kutatása problémát okoz, mert Sümeg és Nyirád környékén a triász aljzattal fedő eocén és szenon helyenként árnyékolja. Ha a szenon mészkő egy áthalmazott vagy felső bauxitszint fekszik, akkor ennek kutatására kedvező a lehetőség. Ugod—Fenyőfő—Bakonyzentkirály környékén az ismert bauxit-területtől a Kisalföld felé terjedtek a mérések. A komplex geofizikai értelmezés szerint a terület ÉK-i része: Fenyőfő—Bakonyzentlászló—Veszprémvarsány vonal lehet bauxitkutatásra alkalmas, a mérési terület 80—90%-án egyrészt nem karbonátos az aljzat, hanem márgás vagy homokköves, másrészt a mélység a Kisalföld irányában túl nagy.

Bakonyzentkirály—Dudar környékén kedvező adottság, hogy az aljzat triász mészkő és dolomit. Az eddigi adatok arra utalnak, hogy kibúvásperemek közelében teraszok találhatóak, ezeknek a kibúvás felőli vetőperemén tektonikus mélyedések helyezkednek el, amelyekben eocén mészkő védte a bauxitot a lepusztulástól.

A bauxitkutatást célszerű legalább két fázisra bontani. Felderítő jellegű mérésekkel nagy területeken lehet meghatározni a medencealjzat mélységét. A 400 m-nél sekélyebb és fizikai paraméterei alapján karbonátosnak valószínűsíthető aljzat területen lehetőleg egy, szelvénymenti mélyedésen telepített felderítő fúrást kell végteni. Ha a rétegsor bauxitelőfordulást, vagy

arra alkalmas területet jelez, akkor ezen módszeres részletkutatást lehet alkalmazni, természetesen először a kitermelésre gazdaságosabb sekély területen, vagy ott, ahol már vannak bauxittal kapcsolatos létesítmények.

A nem karbonátos, vagy 400 m-nél mélyebb aljzatú területek a bauxitkutatásra nem alkalmasak. Ezekre legfeljebb a kőzetazonosítás kedvéért érdemes jellegzetes területegységként 1—1 ellenőrző fúrást telepíteni.

Az azután megint más kérdés, hogy ezek a bauxitkutatásra alkalmatlan területek esetleg más hasznos anyagra reményteljesek lehetnek. Például: Alsószalmavár és Tabajd környékén a perm geofizikai mérésekkel kimutatható.

Terjedelmében szükségképpen korlátozott áttekintésünkből sok olyan részletet ki kellett hagynunk, amely témánk területét még jobban megvilágítaná. Remélhetőleg azonban ez a rövid áttekintés is szemlélteti valamelyest a geofizika szerepét és lehetőségeit a hazai szilárdásványkutatás hatékonyabbá tételében. Az elmondottak egyidejűleg azt is dokumentálhatják, hogy éppen a szilárd ásványanyagok kutatása az a terület, amelyen a geológus és a geofizikus tevékenységének szoros összefonódása nélkülözhetetlen a téves hipotézisek vagy helytelen adatértelmezés elkerülése, tehát a prognosztikus és a feltérési tevékenység helyes koordinálása végett.

Mélyfúrási geofizika az érc- és ásványkutatásban

Írták: **Morvai László—Mészáros Ferenc**

A mélyfúrási geofizikai kutató módszerek alkalmazási területének kiszélesítését a Geofizikai Intézet vállalta magára. Ennek eredményeképpen hamarosan tért hódítottak a geofizikai mérések a szénkutató fúrásokban.

A szén után egy igen fontos nyersanyag, a víz következett. A hazai vízkutató fúrásokban végzett karotázs-vizsgálatok rövid idő alatt megnövelték a kutatás hatékonyságát és gazdaságosságát.

Időközben egyre több igény merült fel a különféle szilárd nyersanyagok (bauxit, szulfidos érc, mangán stb.) kutatása területén a mélyfúrási geofizikai módszerek iránt. Karotázsmódszerekkel *in situ* meghatározhatók a harántolt érc, illetve ásvány fizikai paraméterei. Az új kutatási terület új műszereket követelt, a sajátos problémáknak megfelelően.

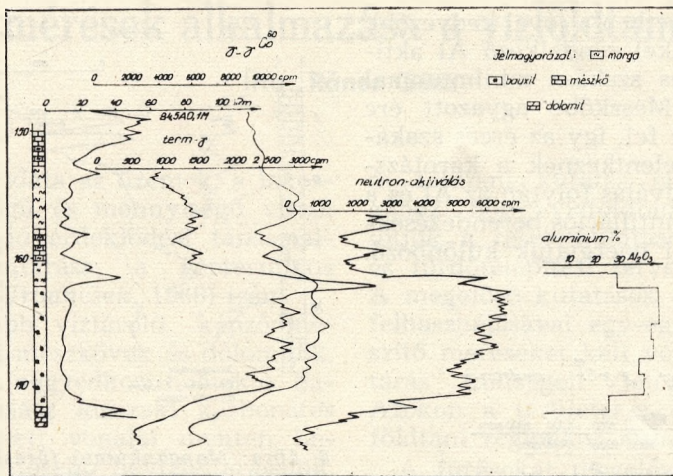
A Geofizikai Intézetben nagyarányú műszerfejlesztés indult meg és ez megteremtette az érckutató mélyfúrási geofizika alapjait is. Az indukciós és a különböző típusú GM-csőves radioaktív és szcintillációs szondák, — az utóbbi integrális és spektrális változatban — biztosítják az eredményes érckutatókat.

Az alábbiakban röviden áttekintjük a különböző érckutató fúrások mélyfúrási geofizikai módszereit.

a) Bauxitkutatás

A bauxitkutató fúrások karotázs-vizsgálatának elsődleges célja a réteghatárok pontos kije-

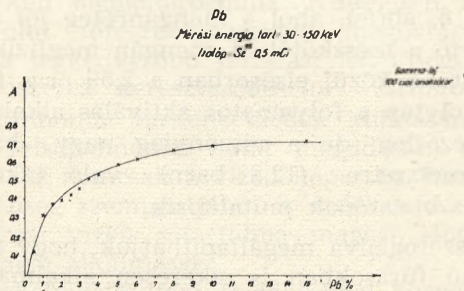
lölése, továbbá az Al/Si hányad megadása. A feladat első részét sikerrel oldottuk meg a szénkutatásban kialakított metodikával; az Al/Si hányad meghatározása céljából pedig módszertani kutatásokat végeztünk. Módszertani alapot a sikeres laboratóriumi mérések teremtettek a neutronaktivációs analízis alkalmazásával. A terepi kísérletek során meg kellett határozni az optimális vontatási sebességet, az aktiválási szondahosszat és regisztrálni kellett a magreakció útján keletkezett γ -sugárzást pontonkénti és folyamatos aktiválás esetén. Méréseink során Po-Be neutronforrást alkalmaztunk. A forrásból kilépő termikus neutron hatására a bauxitban a következő magreakció jön létre: $Al^{27}(n, \gamma)Al^{28}$. A keletkezett Al^{28} izotóp 2.3 perces felezési idővel bomlik, s ez lehetővé teszi a folyamatos neutron-aktiválást. A Si aktiválásánál a $Si^{28}(n, p)Al^{28}$ magreakció jön létre a forrásból kilépő gyors neutronok hatására. A fúrólyuk-viszonyok között azonban a gyors neutronok az iszapban és a réteg kötött hidrogénjében termikus szintre fékeződnek le, így energiájuk a Si aktiválásához nem elégséges, fúrólyuk-viszonyok között tehát nem mutatható ki. A mérések kiértékelése céljából megszerkesztettük a beütésszám-arány és az Al_2O_3 százalékos változás közötti összefüggést leíró görbét (az összefüggés lineáris). Ennek felhasználásával kiértékelte bauxitkutató fúrásban felvett karotázsszelvényt mutatunk be az 1. ábrán. A karotázsmérésekből nyert adatok jó egyezést mutattak a laboratóriumi elemzési adatokkal.



1. ábra: Bauxitkutató fúrásban felvett karotázs-szelvény

b) Szulfidos ércek kutatása

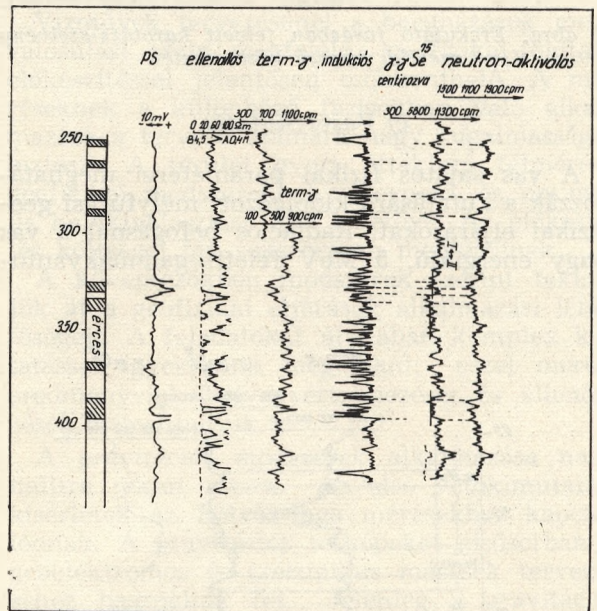
A kutatás kezdeti fázisában alkalmazott hagyományos karotázsmódszerek (PS, ellenállás, természetes-gamma, gamma-gamma, neutron-gamma) csak bizonyos típusú ércesedést indikáltak. Az S gyökhöz különböző fémes elemek (Cu, Fe, Pb stb.) kapcsolódnak, pirit, kalkopirit, galenit stb. formájában. Ennek az ércesedésnek a kimutatásához a vizsgálandó érc maggeofizikai jellemzőinek megfelelő speciális radioaktív módszerek közül igen hasznosnak bizonyult a műanyagházas, lágy primer energiájú gammaforrást felhasználó szelektív gamma-gamma eljárás. A módszer alapja a forrásból kilépő gamma foton és az anyag közötti kölcsönhatás egyik fajtája, a fotoeffektus, amely elsősorban kis energiák (400 KeV) alatt lép fel. Az anyagot alkotó elemek rendszámának növekedésével nő a fotoeffektus valószínűsége is. A 2.



2. ábra: Összefüggés a beütésszám és a százalékos Pb tartalom között

ábrán az ólom százalékos koncentrációjára vonatkozó laboratóriumi kalibrációs görbét mutatjuk be. Ez teremti meg a lehetőséget annak, hogy a fúrólukban felvett karotázs-szelvények

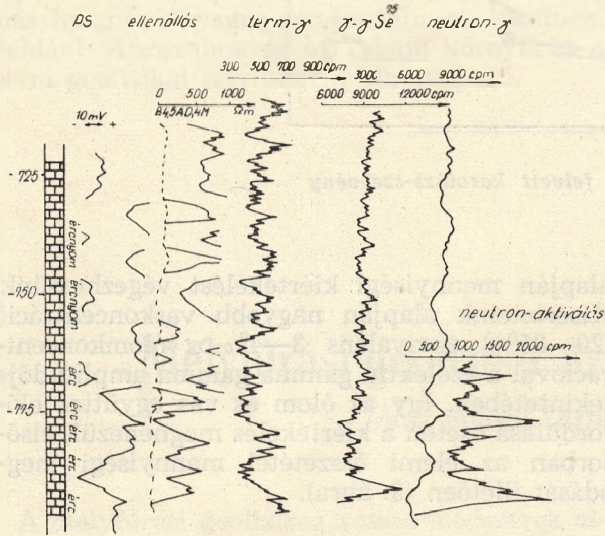
alapján mennyiségi kiértékelést végezhesünk. Kísérleteink alapján nagyobb vaskoncentráció (20–25%) ekvivalens 3–4%-os ólomkoncentrációval a szelektív gamma-gamma amplitúdója tekintetében. Így az ólom és vas együttes előfordulása esetén a kiértékelés megnehezül, elsősorban az elemi összetétel mennyiségi megadását illetően (3. ábra).



3. ábra: Érckutató fúrásban felvett karotázs-szelvény andezites ágyazó kőzet esetén

A rézérc (kalkopirit) a neutron-aktivációs analízis segítségével mutatható ki. A természetben előforduló réz kétféle izotópja közül csak a Cu⁶⁵ jöhet számításba a kedvező 5,1 perces felezési ideje folytán. Nehézséget jelent, ha az ércet ágyazó kőzet andezit, amely gyakran agyagás-

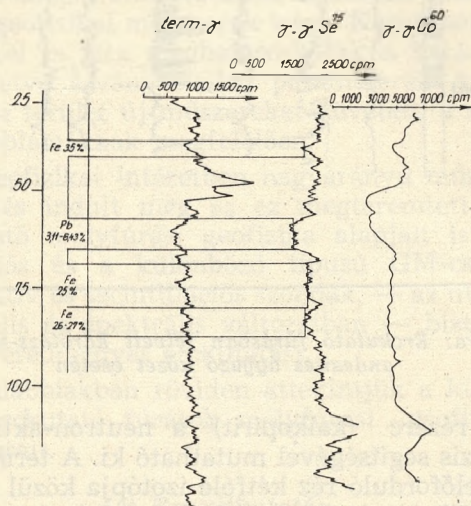
ványosodik. Ebben az esetben a jóval kedvezőbb magfizikai paraméterekkel rendelkező Al aktíválódik fel, és az érces szakasz minimummal jelentkezik (3. ábra). Mészköbe ágyazott érc esetén a réz aktíválódik fel, így az érces szakaszok maximummal jelentkezik a karotázsgörbén (4. ábra). Az aktiválás folytán az Al és a Cu energia-szelektív szcintillációs berendezésekkel elkülöníthető, mivel energiájuk különböző.



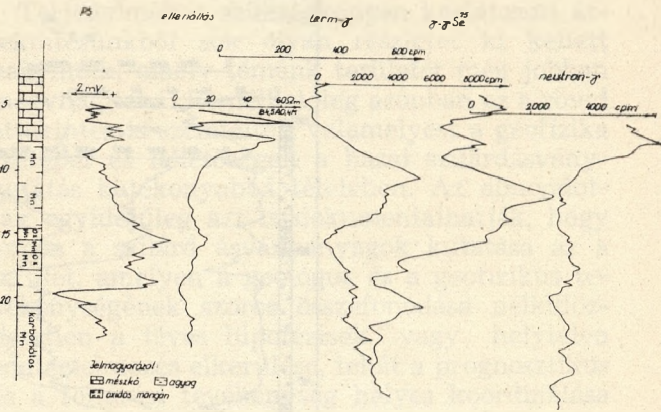
4. ábra: Érckutató fúrásban felvett karotázis-szelvény mészkő ágyazó kőzet esetén

c) Vasérckutató

A vas sajátos fizikai paraméterei meghatározzák a kutatására kidolgozott mélyfúrású geofizikai eljárásokat. Radiációs befogásnál a vas nagy energiájú, 5 MeV feletti gammakvantumokat



5. ábra: Vasérckutató fúrásban felvett karotázis-szelvény



6. ábra: Mangánkutató fúrásban felvett karotázis-szelvény

mokat bocsát ki. Ezek regisztrálása energia-szelektív szcintillációs szondával kijelöli a fúrásban a vastartalmú rétegeket. Az e téren végzett kísérletek biztatóak; széleskörű bevezetését régebben műszer hiánya hátráltatta.

A vas kimutatására eredményesnek ígérkezik a szelektív gamma-gamma módszer is, amelyet magas rendszáma tesz lehetővé. Ilyen szelvényt mutatunk be az 5. ábrán. A szelvény mentén feltüntettük a laboratóriumi elemzés adatait: a szelektív gamma-gamma görbe jellege jó egyezést mutat. A 60 m körül jelentkező nagy minimum a lényegesen nagyobb rendszámú ólomtartalom következménye.

d) Mangánérckutató

Mangánkutató fúrásban különböző primer energiájú forrásokkal végzett szórt gamma-típusú szelvényeken a mangánnak, mint „nehéz elemnek” a hatása a szelektív gamma-gamma görbén jelentkezik. Ilyen szelvényt mutatunk be a 6. ábrán, ahol a mangánréteg jól elkülöníthető a mészkőtől. A mangán magfizikai paraméterei közül elsősorban a 2,59 órás felezési idő folytán a folyamatos aktiválás alkalmazása kedvezőtlen, de a viszonylag nagy hatáskelettség (12,8 barn) való tekintettel mégis biztatónak mutatkozik.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az érckutató fúrásokban is sikeresen alkalmazhatók a karotázis-vizsgálatok. A módszertani kutatások további alapjait a radioaktív vonalon az energia-szelektív szcintillációs berendezések alkalmazása, a neutrongenerátorok bevezetése jelenti, amelyek további fajtájú ércesedések kimutatását teszik lehetővé. A kialakított metodikai eljárásokat célszerű kiegészíteni mágneses szelvényezéssel és gerjesztett potenciálvizsgálatokkal.

Geofizikai mérések alkalmazása a vízföldtani kutatásban

Írta: Ráner Géza

Napjaink fontos feladata az üzemek, a lakosság megfelelő minőségű és mennyiségű vízzel való ellátása. Fokozódó érdeklődést tapasztalhatunk a hévizek feltárása, a geotermikus energia hasznosítása (*Urbansek*, 1968) iránt.

A hazai legfontosabb víztároló képződmények a triász időszaki mészkövek és dolomitok, a felső pannóniai és a negyedkori homokos, kavicsos tárolók. A triász időszaki karbonátos medencealjzat szerkezeti vonalai mentén helyezkednek el legjelentősebb hévízfeltárásaink. A jura, kréta és eocén mészkövek szintén alkalmasak víztárolásra. Vízük általában összefügg a mélyebb, karsztosodott triász kőzetekben tárolt vízzel. A miocén képződmények is jelentős vízmennyiséget tartalmaznak.

Az ó- és az újpaleozoikum, a karbonátos tagok kivételével víznyerés szempontjából kedvezőtlen. Bük-ön devon mészkőből nagy mennyiségű vizet nyernek; ez arra utal, hogy a paleozoos medencealjzaton belül fontos az aljzat kőzettani tagolása.

A felszín alatti vulkáni képződmények víznyerés szempontjából kedvezőtlenek, térbeli elhelyezkedésük meghatározása ezért fontos. A vulkáni működés az egyébként jó víztároló területeken a vízvezető járatokat elzárhatja s komoly fúrási nehézségeket is okozhat.

A geofizikai mérések vízföldtani alkalmazásával a víztároló kőzetek kimutatását, a szerkezeti viszonyok tisztázását, s általában a terület földtani megismerését segítjük elő. A földtani-geofizikai kép alapján a hidrogeológus kijelölheti azokat a területeket, ahol a vízfeltárás lehetőségei a legkedvezőbbek.

Mélyvízföldtani feladatokat megoldásakor a medencealjzat mélységét és szerkezeti viszonyait kell meghatározunk. Különösen fontos a terület törésrendszereinek meghatározása, mert a legkedvezőbb feltárási lehetőségek törésrendszerek kereszteződéseinél várhatók.

A pannóniai medenceüledék kutatásánál az alsó-, felsőpannóniai határ megadására törekszünk. Ez nemcsak a vízadóképesség, hanem a vízminőség szempontjából is érdekes. Az alsópannóniai vizek sótartalma magas; fogyasztásra nem alkalmasak.

A sekélyvízföldtani feladatoknál közvetlenül a kavicsos, homokos és agyagos rétegek mélységviszonyait és elterjedését kutatjuk.

A feladatok megoldása általános kérdéseket is felvet. A kutatási feladat rendszerint egy meghatározott pontra, illetve területre szól. Ez néha azt jelenti, hogy nem a legkedvezőbb területeken folyik a kutatás. A kőolaj- és szilárdanyagkutatás számára végzett geofizikai

és földtani kutatás elegendő alapot nyújt ahhoz, hogy vízföldtani szempontból is kijelöljük a részletkutatások területeit, s az ipar és fürdőtelepítési terveket is ehhez igazítsuk. A megelőző kutatások eredményeinek fokozott felhasználásával egy-egy területen csak kiegészítő méréseket kell végeznünk, ezzel a vízfeltárás költségeit jelentősen csökkenthetjük. Azokon a területeken, ahol ez hiányzik, vízföldtani regionális kutatást kell végezni.

A fúrásokat megelőző földtani és geofizikai mérések *költségszínvonal*a mindig vitatott. Kialakult normatíva a kérdésben nincs, az elkövetkező évek elemzéseinek kell ezt megoldaniuk. Egy fúrás előkészítésének jósága nem csak pontossági követelményt jelent, hanem azt is, hogy sikerült-e kívánt mennyiségű és minőségű vizet kapni. Ez a feltárt vízre jutó fajlagos költségek számításához vezet. Vannak olyan területek, ahol a vízfeltárás geofizikai-földtani előkészítés nélkül nem is oldható meg. Másutt viszont meglévő létesítmények jövője függ a feltárt víztől. Ilyen esetekben a gazdaságosság számítását az egész létesítmény figyelembevételével kell végezni.

Vízművek tervezésénél a beruházások megvalósulási ideje megfelelő geofizikai-földtani előkészítéssel jelentősen csökkenthető. A méréseknek a különböző fázisokban való alkalmazása a tervező számára nagy rugalmasságot biztosít. A terület gyors áttekintő felmérése geofizikai módszerekkel végezhető, és optimális hely kiválasztást tesz lehetővé. Az előkészítés költségei így sokszorososan megtérülnek.

A következőkben módszerek szerint tekintjük át a geofizikai eljárások alkalmazási lehetőségeit. A feladatokat általában komplex kutatással igyekszünk megoldani; ezzel mérési eredményeink helyes értelmezését és ellenőrzését biztosíthatjuk.

A *gravitációs módszerek* alkalmazása nagy múltra tekint vissza. Az első vetőkimutatási kísérletek az Eötvös-inga mérésekhez kapcsolódnak. A gravitációs térképeket elsősorban a geoelektromos és szeizmikus mérések tervezéséhez használták fel. Jelenleg a gravitációs adatokat kvantitatíven is értelmezik. A gravitációs nagysűrűségű aljzat térképei kisebb mélységű medencékben jól korrelálnak a medencealjzattal. A mikrogravitációs mérések részletkutatási feladatok megoldását is lehetővé teszik. Előnyük, hogy gyorsan és olcsón kapunk olyan adatokat, amelyek alapján a részletkutatási területek kijelölhetők. Beépített területeken jóformán az egyedül használható módszer. A gravitációs aljzattérképek körül-

belül 2000 m-ig jól használhatók. Ez a határ a vízkutató feladatoknak megfelel, mert 2000 m alatt a hévízkutató fúrások már nem gazdaságosak.

A *mágneses méréseket* a mágnesezhető vulkáni kőzetek kimutatására használjuk. A felszínközeli vulkáni hatók megadásával elkerülhetjük vastag vulkáni képződmények átfúrását. A mélyebb mágneses hatók tanulmányozása a medencealjzat kőzettani tagolásához nyújt segítséget. Kis szuszceptibilitású kőzetek és erős egyenáramú zavarok esetében a módszer nem használható (Nagytétény).

A vízkutatásban legelterjedtebben a *geoelektromos módszert* alkalmazzák. A módszer gyors, könnyen kapunk pontszerű és területi adatokat. A számítógépes kiértékelési eljárások segítségével az adatszolgáltatás pontossága jelentősen növekedett. A sekély tárolók kutatásánál a geoelektromos szondázások az elsődlegesek. Kavics- és homoktárolóknál kijelölhetők a legkedvezőbb védőréteggel fedett, nagykiterjedésű, vastagabb képződmények. Fajlagos ellenállásuk alapján a legkedvezőbb szemcsenagyságra is következtethetünk.

A karbonátos medencealjzat kutatásánál a geoelektromos szondázások mellett potenciálfelvételeket is készítünk. Segítségével a töréseket és vetőzónákat nyomon követhetjük.

A nagymélységű medencék kutatásánál a többi geoelektromos módszert (tellurika, dipolszondázás) is alkalmazzuk. A ρ_{σ} és a szeizmikusan meghatározott alsó-felsőpannóniai határ ismeretében a felsőpannóniai alevemet víztárolási lehetőségeiről kaphatunk kvalitatív és kvantitatív képet.

A *szeizmikus módszerek* közül főleg a refrakciót alkalmazzuk. Kis mélységű kutatásoknál a talajvízszint és az alsó vízzáró réteg meghatározására használjuk fel. Leggazdaságosabban a triász időszi karbonátos aljzat mélységének és szerkezeti viszonyainak kutatására használhatjuk.

Vízföldtani feladatok megoldásánál a reflexiós módszer meglehetősen háttérbe szorult, kivéve az alsó-pannóniai határ meghatározását. A régebbi reflexiós mérések anyaga is jól felhasználható erre a célra. A reflexiós méréseknek különösen a mélyebb medencék kutatásában volna szerepe, a refrakciós mérések ugyanis nagyon hosszú vonalakat kívánnak. Másik fontos feladat lenne a 100–200 m vastag üledékes összletek felbontása reflexiós módszerrel.

A ELGI vízkutatói profilja most alakul ki. Módszereink, elképzeléseink a mérési tapasztalatoknak megfelelően változnak. A geofizikai módszereknek jelenleg csak egy részét alkalmazzuk a vízkutatásban. Vannak speciális módszerek (tranzverzális hullámokkal való kutatás, elektromágneses módszerek, stb.) Fokozatosan rá kell térnünk ezeknek az alkalmazá-

sára is, mert egyes esetekben rendkívül jó eredményeket adhatnak.

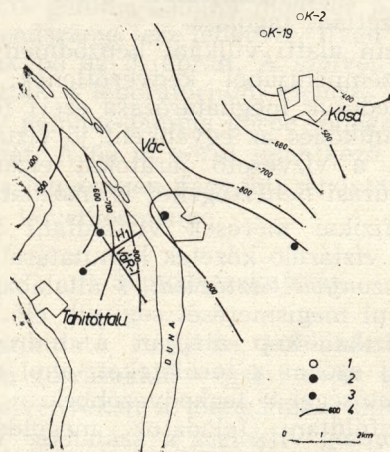
A vízkutatói feladatok sokszor beépített, ipari zavarú területekre esnek, ezt a módszerfejlesztésnél figyelembe kell venni (váltóáramú módszerek, ejtősúlyos szeizmika).

A sekélyvízföldtani geofizikai kutatásnál a geofizikai paraméterfúrásokra kell támaszkodni. Ezeknek a kutatási folyamatba való beillesztését minél előbb meg kell oldani.

Befejezésül néhány 1968. évi mérési feladat ismertetésével szeretnénk bemutatni azt a munkát, amelyet az ELGI ezen a területen végez.

1. A váci hévízkutató fúrás geofizikai előkészítése (Verő, 1968).

A fúrást Vác belterületén kívánták telepíteni. Szeizmikus méréseket a szentendrei szigeten, AMNB szondázásokat a szigeten és Váctól keletre végeztünk. A karbonátos aljzat mélységét gravitációs interpolációval 940, ill. 1050 m-ben adtuk meg (1. ábra). A fúrás 1106 m-ben eocén mészkövet ért.



1. ábra: A medencealjzat tengerszintre vonatkoztatott mélységtérképe Vác körzetében

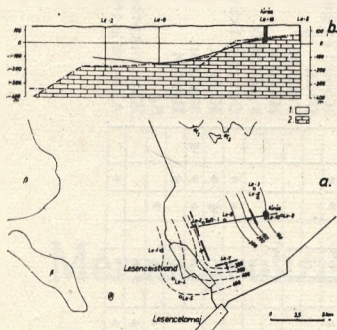
1. befejezett fúrás;
2. tervezett fúrás;
3. geoelektromos központosítás helye;
4. a medencealjzat mélysége (t. sz. f.)

2. A várvölgyi medencében végzett mérések (Lányi, 1968).

A várvölgyi medencében karsztmegfigyelő kutak telepítésének geofizikai előkészítését végeztük el. A gravitációs mérések szerint Lenceistvándtól ÉK-re egy emelt triász rög van. A pontosabb szerkezeti és mélységmeghatározást geoelektromos és refrakciós módszerrel végeztük. A geofizikai adatok alapján felépített fúrás 103 m-ben dolomitot ért, az eltérés 30% volt (2. ábra).

3. A hatvani hévízkutató fúrás telepítése (Zsille, 1968).

A gravitációs nagysűrűségű medencealjzat mélysége Hatvan környékén 2000 m-nél na-



2. ábra: A Várköly-i vízgeofizikai mérések eredménye

a) a mérések helyszínrajza a felszíntől számított mélységtérképpel;

d felső triász dolomit kibúvás bazalt kibúvás

TaR-1 szeizmikus szelvény

Le-10 a telepített vízfúrás helye

b) geofizikai-földtani szelvény a szeizmikus vonal mentén

1. fedőösszlet

2. triász dolomit

gyobb. A nagy mélység miatt a medencealjzatra hévízkutató fúrás telepítése nem gazdaságos. A gravitációs mérésekkel egyidejűleg végzett geoelektromos és mágneses mérések a várostól ÉNy-ra, ÉK-re és DK-re nagy vastag-

ságú andezitet mutattak ki. Fúrás telepítésére a DNy-i rész alkalmas. A szerkezetileg legkedvezőbb hely kiválasztására, az alsó-felső pannóniai határ megadására reflexiós méréseket végzünk.

4. A Rába-völgyi kutatások (Jósa—Szabadváry, 1968). E kutatások részleteit másutt ismertettük.

*

A vízföldtani geofizika fontossága, mind hazánkban, mind külföldön növekszik (Gálfi et. al., 1969). A magyar geofizikának fel kell készülnie a növekvő igények kielégítésére s a többi iparággal együtt komplex vízfeltárási munkák végzésére.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Urbancsek J. 1968: Mélységi vízfeltárási lehetősége Magyarországon. Országos Vízépítőipari Napok, Budapest.
2. Verő L. 1968: Szakvélemény vízfúrás telepítésére (Vác). ELGI Adattár.
3. Lányi J. 1968: Jelentés a Lesencetomaj és Várköly környékén végzett geofizikai kutatásokról. ELGI Adattár.
4. Zsille A. 1968: Szakvélemény a Hatvantól D-re tervezett vízfúrás telepítéséről. ELGI Adattár.
5. Jósa E.—Szabadváry L. 1968: Mérnökgeofizikai és hidrogeofizikai komplex kutatások. ELGI Évi jelentés.
6. Gálfi J.—Lakatos S.—Szabadváry Gy. 1968: A hidrogeológia és a geofizika együttműködése a magyarországi felszínalatti vízkutatásban. IAH Szakértői Tanácskozás, Budapest.

Színes ércek kutatása geofizikai módszerekkel

Írták: Erkel András—Zsille Antal

Érctelepek kutatása geofizikai módszerekkel általában igen nehéz feladat, mert az érctelének, hintett zónák dimenziói rendszerint igen kicsik, több nagyságrenddel kisebbek, mint a szénhidrogéntároló szerkezetek. A felszíni nyomok alapján felismerhető telepeket közvetlen geológiai módszerekkel többnyire már feltárták és leművelték, ezért napjainkban a kutatások a nagyobb mélységű — rendszerint csekély érckoncentrációjú — telepek felkutatására irányulnak. Ezek legvalószínűbb helyének megállapítását — a földtani és teleptani adottságoktól függően — csak több geofizikai módszer egybehangzó indi-

kációja teszi lehetővé. Mindezek következtében a komplex módszerekkel kimutatott anomáliáknak világviszonylatban is csupán 25—30%-a vezetett gazdaságosan művelhető érclelőhely feltáráására.

A különböző szilárd ásványi nyersanyagok kutatásánál felhasznált geofizikai módszerekről ad tájékoztatást az 1. sz. táblázat. Ez az Észak-Amerikában alkalmazott módszereket foglalja össze. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a Szovjetunióban egyes komplex kutatások esetén 15—20 különböző geofizikai módszert is alkalmaznak a kutatások hatékonyságának biztosítása végett.

Módszer

- Gerjesztett polarizáció
- Mágneses
- Gravitációs
- Elektromágneses
- Ellenállás
- Spontán polarizáció
- Szeizmikus — szárazföldi
- Szeizmikus — tengeri
- Rádióaktív
- Geokémia

	Szines ércok	Vas	Arany-ezüst	Ritka földtémek	Grafit	Agyagok	Földtani vizek	Földtani lenképzés	Fémtestek kimutatása	Mézőgazdaság	Kőolaj és gáz	Uran	Tórium	Kálium	Foszfátok	Gyománértékek	Króm	Mangán	Bauxit	Só	Káliumkarbonát	Alluvialis telepek
Gerjesztett polarizáció	●	▼	○	▼	○																	
Mágneses	●	○	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼													●
Gravitációs	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Elektromágneses	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ellenállás				▼	▼	▼	▼	▼	○	○				○	○		○	○	○	○	○	○
Spontán polarizáció	○	○	○	▼	▼	▼	▼	○	○													
Szeizmikus — szárazföldi	○						○	○	○	○											○	○
Szeizmikus — tengeri																						○
Rádióaktív		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Geokémia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- A módszer fő alkalmazási területe
- ▼ A módszer másodlagos alk. területe
- A módszer kisebb jelentős. alkalmazása

1. ábra: A szilárd ásványi anyagok kutatásánál az USA-ban felhasznált geofizikai módszerek

Magyarországon az ötvenes években a geoelektromos módszerek közül az elektromágneses (Turam, Slingram) és a természetes potenciál módszert abban a reményben kezdték alkalmazni, hogy ezek anomáliái közvetlenül színesérc telepek feltárására vezetnek. A hazai ércföldtani viszonyok között (hintett, szórt ércesedés, vékony, kis koncentrációjú telérek, azonban ezek a módszerek csupán néhány esetben voltak eredményesek (Rózsabánya), s néhány jelentős anomália okát még ma sem ismerjük pontosan (Velem).

Az eredménytelenség részben azzal magyarázható, hogy a hintett ércesedések feletti oxidációs zóna nem minden esetben alakult ki, illetve a mért anomáliák egyéb — nem érces — inhomogeneitásokkal voltak kapcsolatosak.

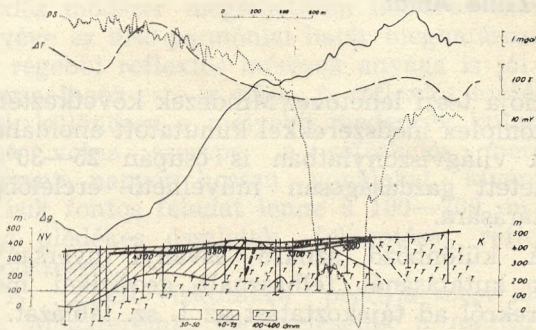
A Geofizikai Intézetben 1966-ban újra megindított színesérc kutatást egy példával illusztráljuk.

mutatják a hegység mágneses hatású közeteinek elterjedtségét. Az érctelepek előfordulásával szorosan összefüggő ún. kaldera területét a semleges, vagy kis értékű negatív mágneses anomáliák révén elkülöníthetjük a többnyire bázikusabb rétegvulkáni összlettől, amely felett több száz gammás anomáliák jelennek meg.

A graviméteres mérések alapján számított Bouguer-anomáliák egy nagysűrűségű közettömeg — feltehetően a szubvulkáni benyomulás — helyét jelölik ki. Következtetni lehet ezenkívül a Bouguer anomáliákból a medencealjzat helyzetére, továbbá a vulkáni összlet vastagságára is.

A geoelektromos módszerek közül a természetes potenciál (PS)mérések igen jelentős minimumot mutatnak a rózsabányai ércesedés környezetében. Az ellenállásmérések segítségével ugyancsak sikerült elkülöníteni az agglomerátumos kifejlődésű rétegvulkáni összletet a lávás, szubvulkáni összlettől. Ezenkívül sikerült kimutatni ezek kis ellenállású, oligocén (és helvét) fekvőjét is. A nagy fajlagos ellenállású „boltozódás”-szerűen kiemelkedő szubvulkáni összleten belül kis ellenállású zónák voltak kimutathatók. Ezeket törésvonalak mentén elbontott zónáknak, ill. hidrotermális hatásoknak kitett zónáknak tételezhetjük fel. A kisellenállású zónák felett 1968-ban kísérleti jelleggel gerjesztett potenciálméréseket kezdtünk, s néhány helyen jelentős ($\eta > 10^0$) gerjesztett-potenciálanomáliát kaptunk. Ezek részletes vizsgálatát jelenleg végezzük.

A szeizmikus refrakciós mérések segítséget nyújtanak a néhány méter vastagságú lejtőtörmelék (2800 m/sec határsebesség), az agglomerátumos rétegvulkán (3800—4100 m/sec), valamint



2. ábra: Komplex geofizikai szelvény (Nagybörzsöny)

A Börzsöny-hegységben végzett komplex geofizikai kutatás egy szelvényét mutatjuk be 2. ábránkon.

A légimágneses mérések ΔT izoanomáliái jól

a lávák kifejlődésű összlet (5300—5400 m/sec) szétválasztásában, ezenkívül meghatározzák a kristályos medencealjzat (5500 m/s) mélységét, amely a Feketepatak völgyében általánosan 1000 m körüli.

A hazai ércteleptani viszonyok a geofizikai kutatást a szerkezetkutatási (tehát indirekt) irányba terelik. Ennek ellenére olyan módszerek kialakítására is törekszünk, amelyek az ércet közvetlen meghatározását teszik lehetővé.

Mérnökgeofizikai és hidrogeofizikai kutatások

Írta: Jósa Ernő

A mérnökgeofizikai és hidrogeofizikai kutatás témakörébe soroljuk a mérnöki létesítmények tervezésével, állagának vizsgálatával kapcsolatos geofizikai méréseket, a vízkutatásban és a vízépitésben alkalmazott geofizikát. A gyakorlatban ide tartoznak még az építőipari nyersanyagkutatások is, mivel ezek geofizikai szempontból csaknem azonos problémákat vetnek fel.

Az Intézetben az ötvenes évektől kezdődően folynak e témakörbe sorolható kutatások. Kezdetben csak mellékfeladatként foglalkoztunk egy-egy mérnöki probléma vizsgálatával. Rendszeres mérnökgeofizikai és hidrogeológiai kutatásokról 1967—68-tól kezdve beszélhetünk, amikor is az Intézet — hivatásának megfelelően és lehetőségeihez mérten — kielégítette a vízügyi szervek, tervezővállalatok és egyéb intézmények geofizikai munkaigényét. Ez műszaki-tervezési többletet vagy számottevő gazdasági megtakarítást eredményezett a felhasználóknál.

A kutatások során igen változatos feladatokon dolgoztunk. A néhány méter mélységű talajmechanikai és hidrológiai vizsgálatok mellett mérnökgeológiai és hidrogeológiai térképezést, rengés- és robbantásbiztonsági vizsgálatokat, árvízvédelmi töltések, völgyzárógáták szivárgásvizsgálatát, sekélyvízkutatást, sivatagi vízkutatást, építőipari nyersanyagkutatást, vízépitési feladatokat, valamint 100—2000 m mélységű vízfúrások telepítéséhez geofizikai előkutatást egyaránt végeztünk.

Az alábbiakban — a teljesség igénye nélkül — néhány feladatot imertetünk, főleg a kialakult munkamódszerek és a geofizikai kutatás hatékonyságának jellemzésére. A témákban az Intézet csaknem valamennyi kutatóosztálya közreműködött, módszereit a feladatok különleges jellegéhez alkalmazva.

I. Kismélységű hidrogeofizikai kutatások

A témakörben leggyakrabban vízföldtani feladaton dolgoztunk. Kis- és nagymélységű egyedi fúrások vagy karsztvíz-megfigyelő kutak telepítése mellett a legtöbb feladatunk folyók kavicsteraszanak kutatásával volt kapcsolatos. A partszegélyen, ill. a folyók árterében végzett geofizikai mérésekkel meghatározható a teraszképződmények elhelyezkedése, néhány fúrásra támaszkodva pedig kijelölhetők a kúttelepítésre alkalmas vagy alkalmatlan partszakaszok.

Előfordult, hogy fúrásokkal feltárt teraszok kiegészítő kutatására kértek geofizikai méréseket; ilyenkor a fúrások között vizsgáltuk a teraszképződmények változásait. Ezek a kutatások gazdaságilag úgy realizálódnak, hogy a kutatási idő jelentékenyen csökken, kevesebb kutatófúrás szükséges, és a geofizikai szelvény mentén a kiképzésre kerülő kutak előfúrása elmarad.

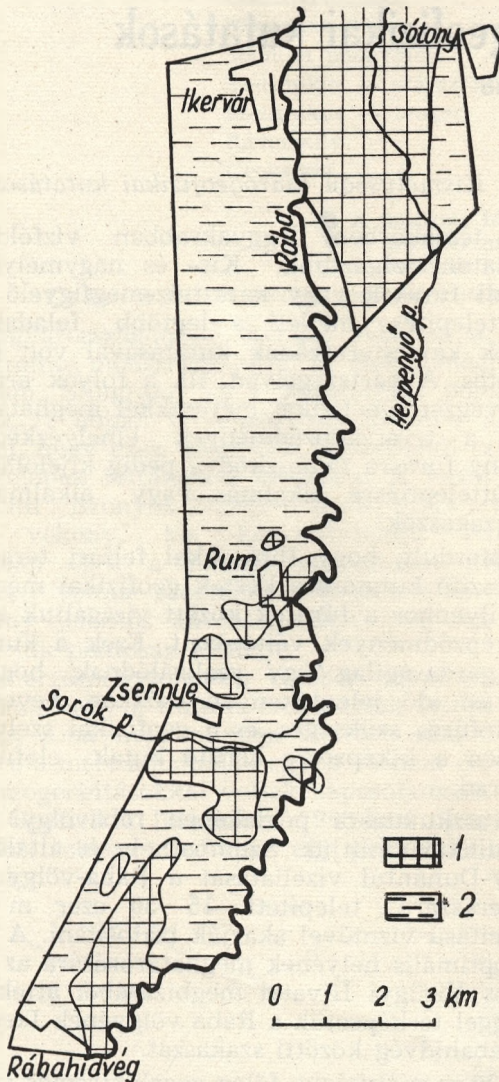
Terasz kutatásra példaképpen rábavölgyi kutatásainkat említjük. Szombathely és általában a Ny-Dunántúl vizellátását a Rába-völgy kavicsteraszára telepített, 15—30 ezer m³/nap kapacitású vízművel akarják biztosítani. A vízmű optimális helyének meghatározására az Országos Vízügyi Hivatal megbízásából áttekintő jelleggel térképeztük a Rába völgyének Ikervár és Rábahídvég közötti szakaszát.

A 30 m mélységig, főleg geoelektromos szondázással végzett kutatással kívánunk feleletet adni, hogy e vízföldtanilag ismeretlen területen

- hol helyezkednek el nagykiterjedésű, vastagabb kavics- és durvahomok teraszképződmények,
- fajlagos ellenállásuk alapján szemmagyságukat közelítően minősítve, melyek a kedvezőbb előfordulások és milyen víztánpótlásra számíthatunk; vagyis a ka-

vicsréteg a Rába vízszintjéhez viszonyítva hogyan helyezkedik el,
c) milyen a teraszképződmények fedője.

A fentiek szerint kedvezőnek ítélt területek legjellemzőbb helyére próbakutakat telepítettünk, s ezek egyszerre mind geofizikai interpretációs fúrásként is szolgáltak. A fúrás a víztárolóréteg szemmagyságeloszlásáról, a tárolt víz kémiai összetételéről és a várható vízhozamról adott felvilágosítást.



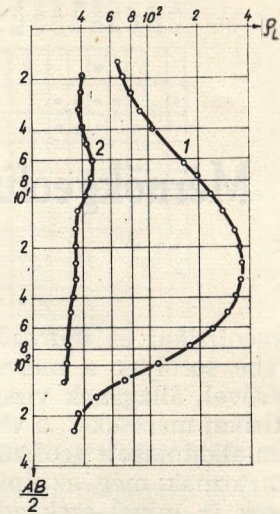
1. ábra: A nyugat-dunántúli regionális vízmű telepítéséhez végzett geofizikai kutatás egyik eredménytérképe.

1. a víztároló teraszképződmények optimális helye; 2. korlátolt víztároló képességű területek.

Az 1. ábra a Rába völgyében végzett kutatásunk egyik eredménytérképének vázlata. A Sótóny és Ikervár közötti, valamint a Rábahídvég környékén levő két nagyobb, kedvező területre javasoltunk ellenőrző fúrásokat. Ezek

közül a Sótónynál mélyített két fúrás mutatott kedvezőbb vízföldtani viszonyokat.

Ezt követően a reményteljes területen részletes geoelektromos és szeizmikus mérésekkel, valamint próbakutakkal kijelöltük a vízmű optimális helyét.



2. ábra: A Rába-völgyben mért jellemző szondázási görbék.

1. felszínközeli vastag víztároló teraszképződmény található; 2. a víztároló-réteg hiányzik.

A 2. ábrán összehasonlítás céljából bemutatjuk a vízföldtanilag kedvezőnek ítélt területre jellemző szondázási görbéket.

Megemlítjük még az 1958-tól folyamatosan végzett mongóliai, és az 1960—61-ben a Guineai Köztársasági területén végzett vízkutásokat, amelyek határainkon kívül is elismerést szereztek vízkutató módszereinknek.

II. Építőipari nyersanyagkutatás

Építőipari nyersanyagkutatásra 1967—68 években fordítottunk először nagyobb erőket. A homok- és kavicselőfordulások kutatása geofizikai szempontból hasonló problémákat vet fel, mint a teraszképződmények kutatása. Sűrű (25—50 m) hálózat mentén végzett geoelektromos szondázással, ellenőrzésképpen 1—2 szeizmikus sekélyrefrakciós szelvényrel a feladat megoldható; néhány minőségvizsgáló fúrás segítségével pedig számítható a bányák hasznosanyagkészlete.

Az agyagkutatásban kedvezőtlenebbek tapasztalataink. A geofizika agyagkutatásra ritkán vállalkozik, mert viszonylag kevés megbízható hazai és külföldi tapasztalat áll rendelkezésünkre. Kedvező esetben sűrű (25—50 m-es) hálózatmenti geoelektromos szondázással és kalapács-szeizmikával meghatározható a fedőképződmények és az agyagösszlet vastagsága,

a módszernek azonban számos hiányossága van. A leglényegesebb az, hogy a kimutatott agyag minősítéséhez (pl. karbonát-tartalomhoz) nem szolgált adatot. A geofizikai kutatás gazdaságos alkalmazási területe a kutatás felderítő fázisa, amikor is nagyobb területen körülhatárolja a meddő területeket és kijelöli a részletes, fúrásos kutatásra optimális helyeket.

Neszmélyen a Duna árterületére telepített agyagbánya hasznosanyag-készlete kimerülőben van. A tervezett bányabővítéssel kapcsolatban kértek geofizikai méréseket.

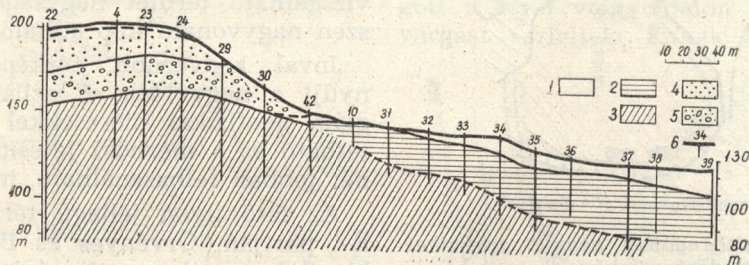
A terjeszkedést a magasabb terasz felé (ez volt az eredeti elképzelés) a vastag (40—100 m) löszből és kavicsos homokból álló fedőösszlet meghiusítottja. A csúszásra hajlamos magaspárt labilis; az aljában (42—10 pontok között) levő agyag kitermelése sem célszerű.

A korábbi lejtőmozgások következtében a part tövében felhalmozódott lejtőtörmelék („támasztópadka”) elhordása felborítja a kialakult egyensúlyi helyzetet. A homokos-kavicsos összlet és az impermeabilis rétegek határán a nyírószilárdság annyira csökken, hogy a csúszás már 10—15° lejtőszög mellett is bekövetkezhetik. A téglagyár agyagbányájának ásványvagyonhelyzetét, terjeszkedésének korlátait a 3. ábrán bemutatott földtani-geofizikai rétegszelvény szemlélteti.

méréseket mágneses módszerrel, geoelektromos szondázással és horizontális szelvényezéssel, valamint kismélyiségű szeizmikus refrakciós mérésekkel.

Kőbányákban a következő problémákkal kerülünk szembe:

- A haszonkővet fedő meddőképződmények vastagságának meghatározása.* A bányászkodást megelőzően a jelentősebb vastagságú fedőrétegeket eltávolítják. Kedvezőtlen fedőaránynál a művelés gazdaságtalan. Az eltávolítandó fedőképződményekhez tartozik a haszonkő mállott felszíni része is.
- Az üde, szilárd haszonkő körülhatárolása,* elválasztása mállási és egyéb folyamatok következtében nem hasznosítható betelepülésektől, karsztos töbrök és törésvonalak kimutatása, amelyek mentén utóvulkáni vagy egyéb hatásra a kőzet elbomlott. Elsősorban az olyan nagyobb kiterjedésű meddő kőzettömegek körülhatárolása a fontos, amelyeknek elhordása a bánya üzemköltségeit jelentősen megnövelné.
- Lávatakarónál a haszonkő alsó határának meghatározása* (mélyebb szintű termelés megkezdése előtt). A szükséges kutatási mélységet a bányák tervezett művelési



3. ábra: A neszmélyi agyagbánya földtani-geofizikai rétegszelvénye.

1. löszös, homokos fedőképződmény (60—80 ohmm; 350—800 m/s);
2. agyag (18—20 ohmm; 2200 m/s);
3. homok, agyagohomok fekvő (40—100 ohmm);
4. száraz lösz (70—100 ohmm);
5. kavicsos homok (400—500 ohmm);
6. geoelektromos szondázás helye

Kőbányáink haszonkőkészletének meghatározása korábban többnyire felszíni bejárással és térképezéssel történt; csak az utóbbi években próbálkoztak néhány magfúrással. A gépesített nagyüzemi bányászkodásnál ezek a készletmegállapítási módszerek bizonytalanok, a magfúrások viszont lassúak és drágák. Felmerült tehát az igény korszerű (gyorsabb és gazdaságosabb) módszerek bevezetésére.

E célból az elmúlt két évben bazalt-, andezit-, gránit- és mészkőbányákban végeztünk

mélysége határozza meg, ezt viszont a talajszint befolyásolhatja.

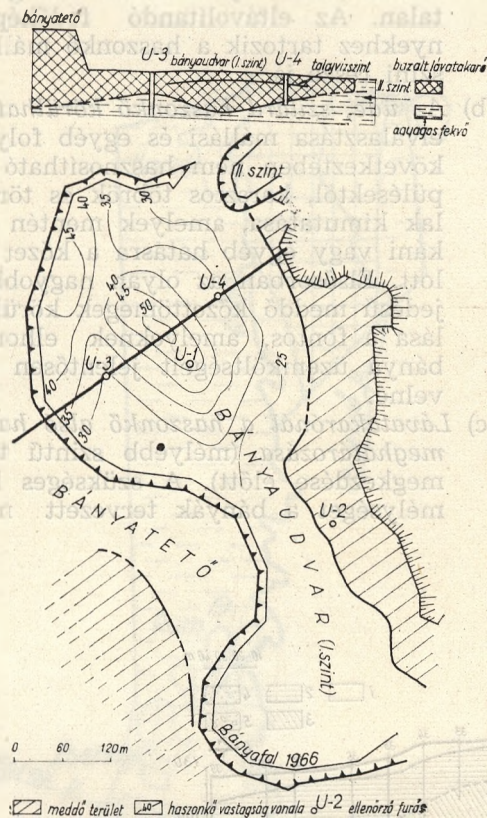
Tapasztalatunk szerint a fenti problémák geofizikailag rendszerint megoldhatók, s így a bányák ásványvagyonkészletének számítása biztosabbá tehető. Sűrű (25—50 m-es) hálózatban végzett geofizikai mérés és esetenként változó számú (kb. km²-ként 3—5) ellenőrző fúrás jó eredményt szolgáltat.

A három különböző bányában végzett mérések tapasztalata szerint legkedvezőbb a bazalt-

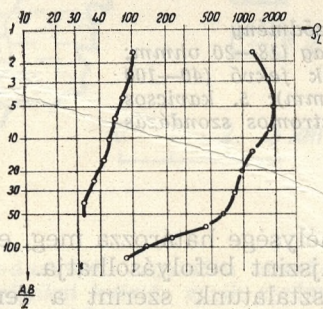
bányák kutatása, a legtöbb módszertani problémával viszont andezitbányában találkoztunk.

Példaképpen ismertetjük az uzsai bazaltbánya szeizmikus és geoelektromos módszerrel végzett kutatásnak néhány részletét.

Az uzsai kőbányát a Tapolcai medencét övező bazalt vonulathoz tartozó Lázhegy ÉK-i oldalára telepítették. A bányászkodás jelenleg egy szintben folyik, de kísérletképpen a mélyebben



4. ábra: Az uzsai bazaltbányában végzett geofizikai mérések eredménytérképe.



5. ábra: Bazaltbányában mért jellemző szondázási görbék.

1. üde haszonkő; 2. mállott, bontott bazalt

fekvő második szint fejtésébe is belekezdtek. A 4. ábrán bemutatott eredménytérképen látható a bányatetőn kimutatott meddő betelepü-

lés (vulkáni kráter, ahol utóvulkáni hatásokra a kőzet elbcmlott), valamint a bányaudvar (I. szint) K-i peremén lévő meddő sáv (nagyreszt odahordott törmelék). A második szintű művelés frontfejtésének magasságát a lávatakaró vastagsága szabja meg; ezt a vastagságtérkép szemlélteti.

A bánya földtani-geofizikai metszetén jól látható a bazalttakarónak a II. szintű művelésre hatással lévő, fúrással (U—3) is igazolt kivékonyodása. Az 5. ábrán — összehasonlításként — a haszonkő és a meddő felett mért elektromos szondázási görbéket mutatjuk be.

III. Mérnökgeofizikai térképezés

Az Intézet a MÁFI-val együttműködve az Alföldön és a Balaton-parton mérnökgeofizikai térképezést végez. Ez a munka az e területeken folyó mérnökföldtani térképezést támogatja.

Az Alföldön 10—15 m mélységű hálózatos fúrásokból szerkesztett részletes földtani térképekhez a geofizikai mérés — 100—200 m mélyen fekvő — geoelektromos szerkezeti képet ad tájékoztatásul a kutatott összlet mélyebb földtani felépítéséről (ugyanakkor a felszínközeli vízföldtani viszonyokról).

A síkvidéki (alföldi) geofizikai térképezés lehetőségei korlátozottak. A felszínközeli összlet tagoltsága, és ehhez viszonyítva az évente vizsgálható terület nagysága miatt csak egészen nagyvonalú kép adható meg.

Jóval kedvezőbb térképezési viszonyokat nyújt a hegyvidék. A szilárd aljzat morfológiája geofizikai mérésekkel gazdaságosan kutatható és a mérnöki létesítmények tervezésénél jobban felhasználható, mint az Alföldön.

Az első ilyen jellegű térképezés a Balaton É-i partján, Örvényes és Balatonfüred között kb. 2 km széles parti sávban történt meg. A geofizikai kutatást szeizmikus refrakciós módszerrel és 250×250 m-es hálózatban geoelektromos szondázással végeztük.

A terület földtani-geofizikai felépítése igen változatos. A szilárd aljzat mélysége néhány métertől 100 m-ig változik; vetőrendszerek tagolják különböző mélységű és oldalirányban eltoltt rögökre. Az aljzat felszíne, váltakozó kőzetfelépítése (márgás és karbonátos kifejlődésű alsótriász, aleuritós vagy homokkőves perm) ellenére is geofizikailag jól térképezhető. Néhány értelmező fúrás segítségével a kor szerinti elkülönítés is megoldható volt. A fedőképződmények — az 1—10 m vastagságú negyedkori törmeléktől eltekintve — egyetlen geofizikai réteggént jelentkeztek. Helyenként nehézséget okozott a geoelektromosan az aljzathoz sorolható, mészköves kifejlődésű szarmata összlet. A térképezés eredményeképpen megszerkesztettük a szilárd aljzat mélységtér-

képét s a medencealjzat tektonikai vázlatát; izoohm-térképpel körülhatároltuk a Séd-patak kivastagodó negyedkori törmelékűkját; jellemző földtani-geofizikai rétegszelvényeken vázoltuk a letarolt rétegefejből álló medencealjzat sztratigráfiai képét. A mellékletek, méretarányuk (1:10 000) miatt, itt ábrán nem közölhetők; a MÁFI nyomtatott mérnökfizikai térképsorozatában rövidesen megjelennek.

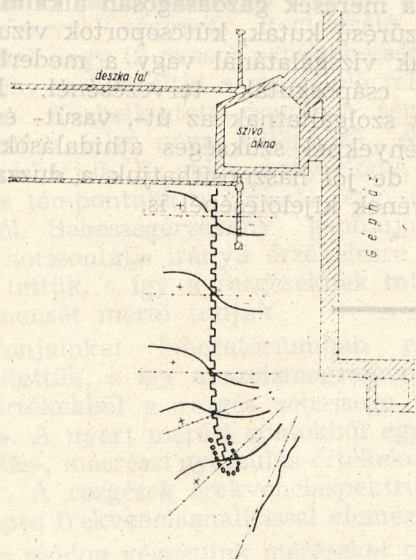
A térképező mérések által szolgáltatott szerkezeti kép alapján optimális helyre telepíthetők a még szükséges kutatófúrások és csökkenthető a műszaki adatokat szolgáltatató fúrások száma, így biztonságosabb és gazdaságosabb tervezés érhető el.

IV. Egyéb mérnökgeofizikai vizsgálatok

Ide sorolhatók a *távvezetékek és védőföldelések*, valamint a *korrózióvédelem* tervezésénél alkalmazott geoelektromos vizsgálataink.

Ismeretlen csővezetékek és más, felszínközben elhelyezkedő nagyobb fémtárgyak helyzetét általában indukciós módszerekkel határozzuk meg.

Példaképpen egy potenciáltérképezéssel megoldott feladatunkat mutatjuk be a 6. ábrán.



6. ábra: A Lankóczy gépház eltemetett szádfalának kutatása

1. mérési vonal, 2. potenciálkülönbség görbéje, 3. ekvipotenciál pontsor, 4. a szádfal nyomvonal.

Az 1965-ös dunai árvíz tetőzési időszakában Szekszárd térségében a Lankóczy vízátelelő szivattyútelep mögött a mentett oldalon koncentrált szivárgások, buzgárok keletkeztek. Döntő jelentőségű lett az 1926-ban, pontosan nem ismert helyre levert szádfal helyének és állapotának megvizsgálása. A szádfal egy pontját ellenállásszelvényezéssel kerestük meg,

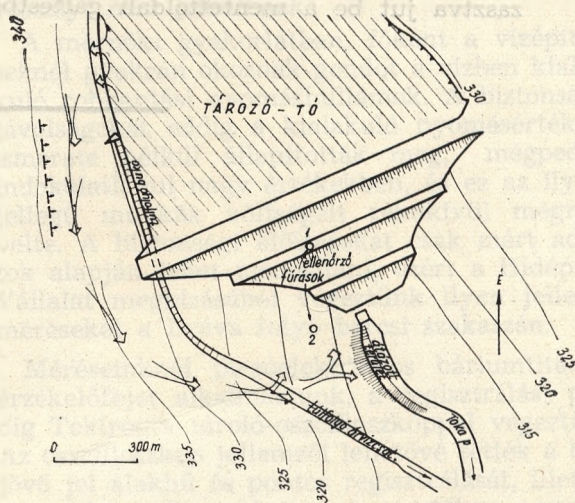
majd feltártuk, állapotát megvizsgáltuk és a szádfalba áramot vezetve a felszínen potenciálméréssel meghatároztuk elhelyezkedését.

A *völgyszárógátak, árvízvédelmi töltések* és általában a „vizgátak” szivárgási vizsgálata mindig összetett problémát jelent. A szivárgás helyének, a szivárgó víz „útjának” felderítésével a problémának csak egyik része oldódik meg. A vizsgálat csak akkor tekinthető sikeresnek, ha tisztázza a szivárgás kialakulásának körülményeit, a szivárgó rendszer szerkezetét, a szivárgásnak a létesítmény állagára való hatását stb. E szerteágazó és esetenként különböző súllyal jelentkező részfeladatok miatt nem adható a szivárgásvizsgálatra egyetlen általánosan érvényes geofizikai módszer. A jelentősebb létesítmények vizsgálatánál a geofizikai kutatásnak általában három szakasza választható:

- A szerkezetre vonatkozó vizsgálatok; ezekkel a létesítmény és környezetének földtani-geofizikai felépítését kutatják.
- A szivárgó víz útjának nyomozása.
- Egyéb megfigyelések; ezek keretében minden olyan adatot összegyűjtünk, amely a létesítmény állagának megóvásával kapcsolatban felhasználható.

A példaképpen megemlíteni kívánt gyöngyöscszi völgyszárógát vizsgálatánál négyféle geoelektromos módszerrel és számtalan egyéb megfigyeléssel oldottuk meg a feladatot.

A tározó feltöltése után a völgyszárógát mögött a Ny-i völgyoldalon tartós, intenzív szivárgást észleltek. Ennek hatására a lejtőtör-



7. ábra: A gyöngyöscszi völgyszárógát körzetében észlelt vízszivárgás irányának geofizikai meghatározása

melék néhány m²-nyi területen megsűszott (7. ábra). A geoelektromos szondázással és különböző mélységről szerkesztett izoohm-térképpel

meghatározott földtani-geofizikai szerkezeti képen a tó partvonalával párhuzamos vetőt, a szivárgás feletti völgyoldal lejtőtörmelékében pedig permeabilis zónákat találtunk.

A területéről készült természetes potenciál-térképek a permeabilis zónákban szivárgásokat jeleztek. Ezt követően a tó vizét megsóztuk és meghatároztuk a vízkilépési helyeket.

A vizsgálatokkal párhuzamosan sok egyéb megfigyelést végeztünk. A lényegesebbek:

- a) Vizáramlás-méréseket végeztünk a rendellenes szivárgás környékén.
- b) A rendeltetésszerű szivárgók vízhozamának változását feldolgoztuk 1966-ig vizszenenően.
- c) Összehasonlítottuk a tározó vízbevitelét és veszteségét.
- d) A sózást követően több napig rendszeresen vizsgáltuk a különböző helyekről szivárgó vizek kémiai összetételét, stb.

Egyértelmű, kielégítő eredményt csak minden lehetőséget felhasználó, mindenre kiterjedő vizsgálatról várhatunk.

A példaként bemutatott völgyzárógát-szivárgásra vonatkozóan a vizsgálatok a következőket állapították meg:

- a) A tóból — a gát környékén — víz csak a bukó folytatását képező partszakaszon szivárog el. A víz a vetőzóna durvátörmelékös öszletében haladva megkerüli a gátat és a gát mögötti fedőképződmények permeabilis rétegein keresztül visszaduzzasztva jut be a mentettoldali gáttestbe.

- b) A gát mögött észlelhető víz részben a vízgyűjtő területéről származik. A szivárgások nem szüntethetők meg a bukó folytatását képező partszakasz lezárásával, mert a tó hidrozónája a vízkilépéstől függetlenül feltölti a gát mögötti rétegeket is. A tó vízszintjének 4—5 m-es csökkentésekor megszűnik a rendellenes szivárgás, mivel a visszaduzzasztott vízszint a terepfelszín alá süllyed. A vízhozam-mérések összehasonlításából a szivárgások csökkenése állapítható meg. Remény van tehát arra, hogy a patak vízhozamához viszonyítva már most sem számottevő vízvesztesség tovább csökken.

Vízépítésben az öntöző és belvízcsatornák, síkvidéki és hegyvidéki tározók, folyami duzzasztógátak, völgyzárógátak és hidak tervezéséhez szükséges geofizikai módszereink, tapasztalataink vannak.

A *geoelektromos mérések vizen való*, a vízépítésben és vizkutatásban alkalmazható gazdaságos módszert vezettünk be. 1959-ben kísérleteztük ki azt a mérési eljárást, amellyel a szabványmérésekkel azonos biztonsággal és pontossággal végezhető geoelektromos mérés folyó vagy állóvízben.

Ezek a mérések gazdaságosan alkalmazhatók a partiszűrésű kutak, kútcsoportok vízutánpótlódásának vizsgálatánál vagy a mederbe telepítendő csáposkutak tervezésénél. Hasznos adatokat szolgáltatnak az út-, vasút- és egyéb létesítményeknél szükséges áthidalások tervezéséhez, de jól használhatjuk a duzzasztógátak helyének kijelölésénél is.

Speciális mérnökszeizmikus mérések

Írta: Rákóczy István

A hazai szeizmikus kutatás nagyon fiatal ága a mérnökszeizmika. Feladatai egyrészt a hagyományos szeizmika módszerein alapuló altalajvizsgálat jelenti; egy másik jelentős része maguknak a műtárgyaknak a szeizmikus hatásokkal szemben való viselkedését vizsgálja: itt a hagyományos szeizmikának csak az eszközeit alkalmazzuk speciális célokra.

A Geofizikai Intézet csak néhány éve foglalkozik épületrezgés-vizsgálatokkal. Ilyen jellegű kutatásaink megbízásos munkák. Ezért a mérési feladat és végrehajtási módja alkalmanként változik. Több esetben volt méréseink tárgya robbantások vagy mechanikus rezgésekeltők (cölöpverőgép) hatása épületekre, vizsgálva azt, hogy a gerjesztett rezgések nem lépik-e túl az épületek rongálódását vagy tönkremenését jelentő veszélyességi határt. Ilyen jellegű munkáink már rutinszerűek.

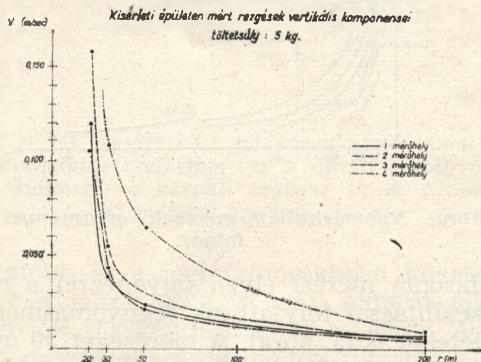
Rezgésméréseinket 7 Hz önfrekvenciájú geofonokkal és saját készítésű Pionir—2 regisztráló műszerrel végezzük. Regisztráló berendezésünkkel nagy (2 m/sec) papirsebességet is elérhetünk; ez biztosítja a megfelelő felbontóképességet. Közbeiktatott osztólánc segítségével egy geofon jelét négy különböző erősítéssel regisztrálhatjuk. Ez akkor nagy előny, ha nincs előzetes támpontunk a várható rezgések intenzitásáról. Sebességérzékeny geofonjaink egy részét horizontális irányú érzékelésre is alkalmassá tettük, s így a rezgéseknek mindhárom komponensét mérni tudjuk.

Geofonjainkat laboratóriumban rázópadon hitelesítettük, s így a szeizmogramon leolvasható értékekből a rezgés sebessége meghatározható. A nyert mérési adatokból egyrészt elmozdulás-, másrészt gyorsulás-értékeket számolhatunk. A rezgések frekvenciaspektrumát számítógépes frekvenciaanalízissel elemezhetjük.

Ilyen módon végeztünk méréseket pl. a szobi kőbánya nagykamrás robbantásaival kapcsolatosan, valamint a Budapest-kőbányai víztorony robbantásánál, a Geofizikai Intézet székházának alapozásánál alkalmazott cölöpverőgép szeizmikus hatásának tisztázására. E mérések közös vonása, hogy adott rezgéseket passzívan vizsgálunk, utólag állapítva meg, hogy a rezgés okozhatta-e épületkárt, illetve a jelentkező károkat az adott rezgés okozhatta-e vagy sem.

Figyelemre méltóbbak azok a kísérletek, ahol a felrobbantott töltetek anyagát, távolságát és elhelyezését tetszőlegesen változtatva vizsgáltuk a rezgések törvényszerűségeit. Ilyen megbízásnak tettünk eleget Fűzfőn a Nitrokémiai Ipartelepek számára. Méréseink nagy segítsé-

get nyújtottak a gyár fejlesztése során épülő új objektumok biztonságos tervezéséhez. Az 1. sz. ábra 5 kg-os töltetekkel változó távolságon végzett robbantások szeizmikus hatását mutatja a kísérleti épületeken. Az 1, 2, 3-as mérőhely az épület különböző falain, a 4-es pedig



1. ábra: Kísérleti épületen mért rezgések vertikális komponensei (töltetsúly 5 kg)

a talajon elhelyezett vertikális geofonokkal azonos. Az ábrán jól látható, hogy — adott töltetsúly esetén — 30—50 m-en túl a rezgések értéke minimálisra csökken, így az épületekre veszélyt nem jelentenek.

A mérnöki gyakorlatban, főként a vízépítésnél gyakran okoznak gondot a vízben kialakuló robbantási nyomáshullámok. A biztonsági távolságokat eddig a kialakuló nyomásértékek ismerete nélkül állapították meg, mégpedig indokolatlanul nagy értékekben, és ez az ilyen jellegű munkák költségeit rendkívül megnövelte. A biztonsági előírásokat csak mért adatok alapján lehet módosítani, ezért a Hidépítő Vállalat megbízásából végeztünk ilyen jellegű méréseket a Dráva folyó barcsi szakaszán.

Méréseinknél piezoelektromos báriumtitanát érzékelőfejet alkalmaztunk, a regisztrálást pedig Tektronix tároló-oszcilloszkóppal végeztük. Az oszcilloszkóp jellemzői lehetővé tették a bejövő jel alakhú és pontos regisztrálását, illetve a szonda érzékenységének ismeretében a rendszer hitelesítését.

A szonda érzékenységét laboratóriumban mértük súlyejtéssel, ill. ismert ultrahangnyomással.

A mérési eredményeket a 2. ábra tartalmazza. Jól látható ebből a nyomáshullámoknak a távolsággal való gyors csökkenése: 300—500 m távolságon túl még a viszonylag nagy (10—20 kg) töltetek is csak kis nyomásértékeket ered-

ményeznek. Méréseinkből általános értékű következtetéseket is levonhatunk. Így a

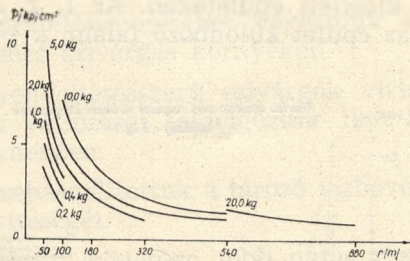
$$P = 2,22 \cdot 10^3 \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^{0,92}$$

összefüggést kaptuk, ahol

P a nyomás,

Q a töltet súlya kg-ban,

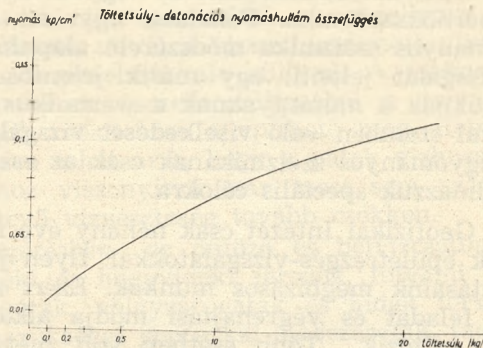
r pedig a robbantás távolsága.



2. ábra: Nyomáshullám-mérések eredményei (Dráva folyó)

Hasonló mérési elven ugyanezzel a műszer-összeállítással folytattunk légnyomásmérési kísérleteket is (3. ábra). A méréseket 50 m távolságban a talaj felett 1,5 m magasan felfüggesztett NIDIN tölténnyel végeztük.

Ismertetésem terjedelme nem teszi lehetővé, hogy teljességre törekedjem. Csupán néhány példán akartam érzékeltetni azt a munkát, amelyet az utóbbi időben ezen a területen vé-



3. ábra: A töltetsúly és a detonációs nyomáshullám összefüggése

geztünk. Eddigi tapasztalataink és eredményeink azt mutatják, hogy különféle speciális mérnökszeizmikus feladatokat is meg tudunk oldani.

A Pannóniai-medence alatti földkéreg vizsgálata szeizmikus mélyszondázással

Írta: Mituch Erzsébet

A Magyarországon évek óta folyó rendszeres földkéregkutató szeizmikus mérések egyre több adatot szolgáltatnak a Pannóniai-medence alatti földkéreg szerkezetéről és vastagságáról. Ezek segítségével mozaikszerűen alakul ki egy kép, amelyet a hazánkon keresztülhaladó, illetve itt találkozó nemzetközi földkéregkutató vonalak mentén kapott eredmények segítségével illesztünk be egy nagyobb és még átfogóbb képbe. Ezek a nagytektonikailag jellegzetes terület egységeket (tábla, lánchegység, közties medence) és szerkezeti irányokat átszelő vonalak adnak felvilágosítást arra, hogy az egyes nagy szerkezeti egységek alatt hogyan változik a földkéregnek a vastagsága és szerkezete.

A magyarországi földkéregkutató vonalak (a Dunántúlt átszelő egyetlen vonalon kívül) a nemzetközi földkéregkutató vonalhálózatba (1.

ábra) tartoznak. E vonalak hazai szakaszát az országhatárnál kooperációs méréssel csatlakoztattuk a határon túli folytatásukhoz. Ezek a kooperációs mérések 1965. óta folynak. Először



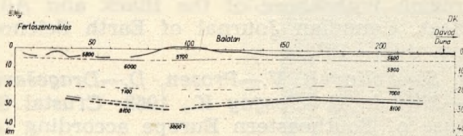
1. ábra: A nemzetközi földkéregkutató vonalak helyszínvázlata

a VI. vonal ÉNy-i határmenti szakaszán a cseh-szlovákokkal, majd a III. vonal ÉK-i részén a szovjet geofizikusokkal, a III. vonal D-i végén a jugoszlávokkal, végül 1969-ben az V. vonal határmenti részén a cseh és lengyel mérőcsoportokkal működünk együtt.

Az országhatáron belüli vonalrészek mérése a hazai viszonyoknak leginkább megfelelő módszerekkel, a határmenti szakaszok mérése pedig közösen kialakított mérési terv szerint történt. Az utoljára mért V. vonal kivételével a közös vonalszakaszok kiértékelése, az eredmények egyeztetése és összehangolása megtörtént (Mituch et al. 1967, Subbotin et al. 1967/68., Subbotin et al. 1968.).

A nemzetközi vonalhálózathoz nem tartozó, az előzőekben már említett önálló vonalunk a Dunántúli ÉNy—DK irányban szeli át és harántolja a Magyar Középhegységet. Ezzel a vonallal főként a Bakony alatti kéregvastagság viszonyokat akartuk megvizsgálni.

Vonalhálózatunkból két jellegzetes kéregszelevényt mutatunk be. Az első a dunántúli szelevény (2. ábra), amely éppen az előbb felvetett kérdésre adja meg a választ. A földkéreg a Bakony hegység alatt a környezethez képest kissé kivastagszik, a kéreg belemélyül a köpenybe.



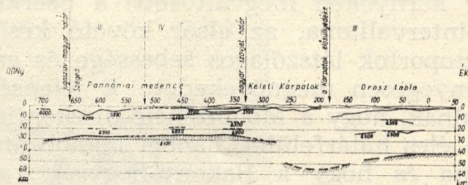
2. ábra: A Magyar középhegységet átszelő dunántúli földkéregkutató szelevény

A második szelevény a III. nemzetközi vonal rész-szelevénye (3. ábra), amely egyesíti a vonal szovjetunióbeli kezdetét, magyarországi folytatását (ezt egy rövid szakaszon az IV. vonal egészíti ki; 1. ábra III—IV—III), végül a jugoszláv-magyar határmenti részt. Ez a kb. 750 km hosszú szelevény az Orosz tábla, a Keleti Kárpátok és a Pannóniai-medence alatti kéregszerkezet és vastagság-viszonyokat tükrözi.

A Pannóniai-medence alatti kéreg felépítéséről a következőket állapítottuk meg. A harmadidőszaki medence aljzata alatt 4—10 km-es mélységben, általában 5900—6100 m/s határsebességgel jelentkezik egy szint. Ez az ún. „gránit” szint. Nagymélységű (7—8 km) és nagysebességű (5800—6100 m/s) medencealjzat esetén a két határfelületet nem minden esetben lehetett szétválasztani (III. vonal D-i vége, 3. ábra). Ezek a határfelületek az alkalmazzott mérési távolság mellett a szeizmogramokon többnyire mint első beérkezések jelentkeztek.

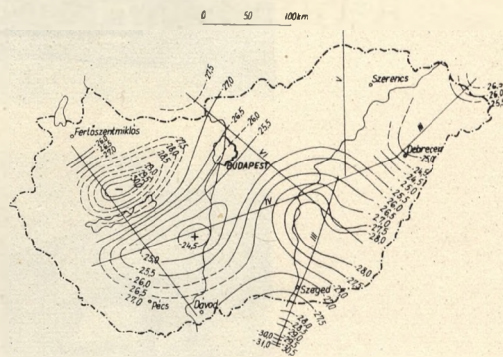
Néhány adat utal arra, hogy az 5900—6100 m/s-os határfelület és a kéreg alja (Mohorovičić diszkontinuitás) között valószínűleg van egy

közbenő szint is. Ennek határsebességét és mélységét azonban a rendelkezésre álló néhány adat segítségével csak közelítő pontossággal lehetett meghatározni. A közelítő határsebesség 6900—7100 m/s, a szint mélysége pedig 19—20 km. A szeizmogramokon csak a későbbi beérkezések között kaptunk erről a határfelületről információt.



3. ábra: A III. nemzetközi földkéregkutató vonal egy részének vázlatos szelevénye (az 1. ábrán vastagon ki húzott szakasz; a kárpáti szakasz V. B. Szollogub mérései szerint)

A legtöbb és a legfolytonosabban követhető adatsort a kéreg és a köpeny határát alkotó Mohorovičić diszkontinuitásról nyertük. A választott mérési eljárások mellett ugyanis a róla kapott beérkezések a többihez viszonyítva általában nagyobb energiával jelentkeztek. Segítségükkel a Mohorovičić diszkontinuitás menetét, mélységváltozásait a mért vonalak mentén mindenütt sikerült meghatározni és az országot átszelő szelevényhálózat segítségével e változásokról áttekintő képet kialakítani. Ezt a képet a Mohorovičić diszkontinuitás szintvonalas vázlatára tünteti fel (4. ábra).



4. ábra: A Mohorovičić diszkontinuitás színvonalas térképvázlat

A feltüntetett adatok szerint a földkéreg vastagsága az ország területe alatt 24,5—30 km között változik. Az átlagos kéregvastagság kb. 26 km. Eddig a legnagyobb kéregvastagság (30 km) a Bakony alatt jelentkezett.

Az országhatáron túl, Jugoszlávia felé a kéregvastagság lassan növekszik, 31 km-ig.

A III. vonal mentén nyert adatokból pedig az látszik, hogy a Keleti Kárpátok és a Kárpátok elősüllyedéke alatt a kéreg hirtelen kivastagszik. Vastagsága meghaladja az 50 km-t.

Megkíséreltük a Mohorovičić diszkontinuitás mibenlétét is megvizsgálni. Érdekes adatokat először a dunántúli szelvény mentén kaptunk. Azt tapasztaltuk, hogy a Mohorovičić diszkontinuitásról nyert beérkezések jellege a Bakony hegység környékén megváltozott: a beérkezések időintervalluma, az elsőt követő későbbi hullámcsoportok látszólagos sebessége és energiája lényegesen megnövekedett. E jelenségek arra utalnak, hogy a Mohorovičić diszkontinuitás nem éles határfelület, hanem inkább átmeneti zóna és hogy a Bakony-hegység alatt nemcsak a kéreg vastagszik ki, hanem az átmeneti zóna is.

Hasonló jellegű beérkezéseket kaptunk a Mohorovičić diszkontinuitásról a III. vonal D-i szakaszán a Makói-árok környékén is.

Ezek a megfigyeléseink a Mohorovičić diszkontinuitás átmeneti zóna jellegéről alkotott elképzeléseinket támasztják alá. Ennek az átmeneti zónának a vastagsága helyenként valószínűleg megváltozik. A Mohorovičić diszkontinuitásról kapott beérkezések jellegváltásai, úgy gondoljuk, ezekkel a változásokkal hozhatók összefüggésbe.

IRODALOM

Mituch E.—Posgay K. 1965: A hazai szeizmikus kéregkutatás fejlődése és eddigi eredményei. Földtani Kut. VIII. 2.

Mituch E., 1964: A hazai szeizmikus kéregkutatás újabb eredményei. Geofiz. Közl. XIII. 3. pp. 289—300.

Mituch E., 1966: A magyarországi kéregkutatás folytonos harántszelvényezéssel kapott eredményei, Geofiz. Közl. XV. 1—4. pp. 15—24.

Meissner R. 1967: Zum Aufbau der Erdkruste. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Band 76, Heft 3—4, pp. 211—255, 295—314.

Mituch E.—Posgay, K.—Sollogub, V. B.—Tchekunov, A. V.—Khilinsky, L. A., 1967: Experimental crustal investigations between Debrecen (HRP) and Beregovo (USSR). Geofiz. Közl. XVII. 1—2, pp. 17—21.

Mituch, E.—Posgay, K., 1967/68: Die Ergebnisse der seismischen Messungen, ausgeführt an den ungarischen Abschnitten der internationalen Erdkrustenforschungsprofile — Vesnik, knjiga VIII/IX, Serija C, Buletin Tome VIII/IX. pp. 217—224.

Mituch, E., 1967: The results of seismic measurements carried out on the Hungarian section of the international crustal investigation profiles — Acta Geodaet. et. Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 3 (3—4), pp. 395—403.

Subbotin, S.—Sollogub, B.—Prosen, D.—Dragašević, T.—Mituch, E.—Posgay, K., 1967/68: Zakonomernosztyi reljefa poverhnosztyi Mohorovičsicsa Karpato-Blkanszkovo regiona i nyekotorüh szmeznüh tyerritorij — Vesnik, knjiga VIII/IX Serija C, pp. 201—207.

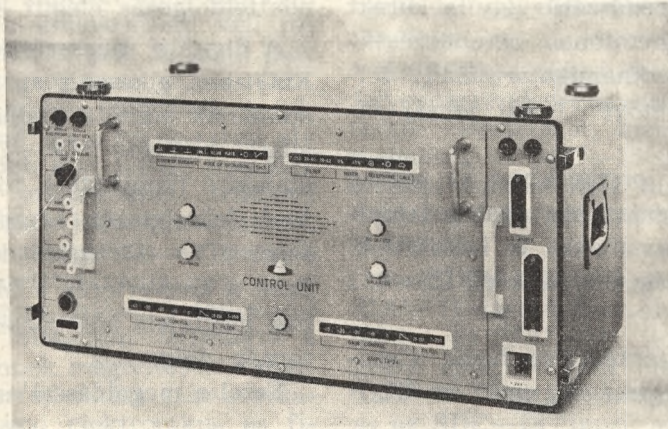
Subbotin, S. I.—Sollogub, V. B.—Prosen, D.—Dragašević, T.—Mituch, E.—Posgay, K., 1968: Junction of deep structures of the Carpato-Balkan region with those of the Black and Adriatic Seas. Canadian Journal of Earth Sciences, 5. pp. 1027—1035.

Subbotin, S.—Sollogub, V.—Prosen, D.—Dragašević, T.—Mituch, E.—Posgay K., 1968: Crustal Structure of Southeastern Europe according to the data of deep seismic sounding. Bollettino di Geof. Teoretica ed Appl. Vol. X. 39. pp. 241—263.

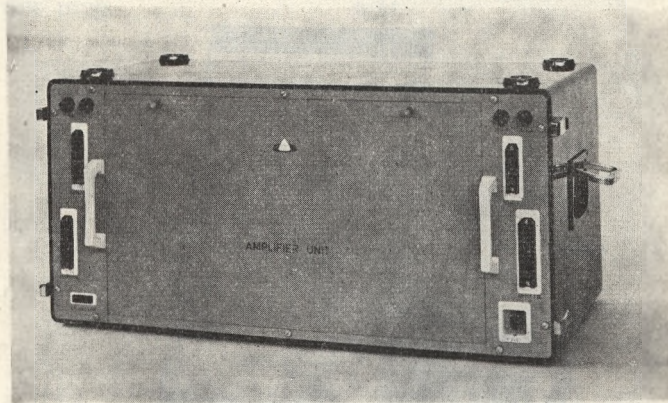
Szeizmikus műszerek fejlesztése

Írta: Vince János

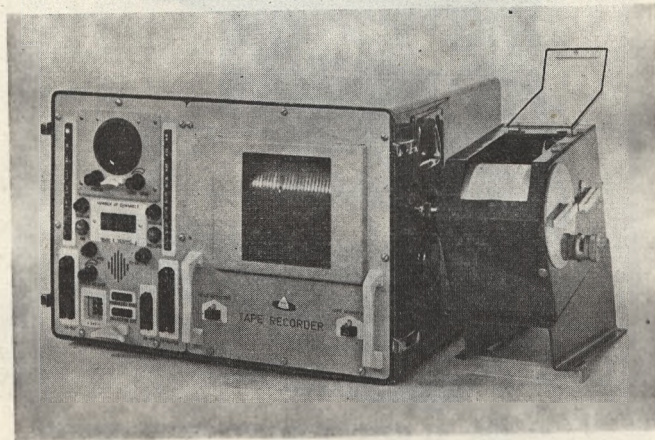
Az utóbbi néhány évben a hagyományos fotoregisztráló szeizmikus berendezéseket — a világ más országaihoz hasonlóan — hazánkban is felváltották a mágneses jelrögzítésű analóg rendszerű típusok. Ennek a rögzítési rendszernek a korábbival



1.



2.



3.

1—2—3.: Az SzM—24+6 típusú FM-rendszerű mágnesszalagos szeizmikus észlelőberendezés fő egységei: 1: vezérlő egység; 2: erősítő egység; 3: regisztráló és terepi lejátszó (Gamma-gyártmány)

szemben az a nagy előnye, hogy a terepen felvett mágneses regisztrátumot (szalagot) ismételtelen le lehet játszani, a paraméterek tetszőleges változtatásával, s így a feldolgozást jelentős mértékben finomítani lehet.

Az ELGI-ben tervezett és jelenleg is (a Gamma Műveknél) gyártott SzM—24+6 típusú analóg magnetofonos szeizmikus berendezés frekvenciamodulációs rendszerű; így a direkt rögzítésű analóg magnetofonos berendezésekkel szemben nagyobb dinamikartomány feldolgozását teszi lehetővé (jobb jel/zaj viszony!).

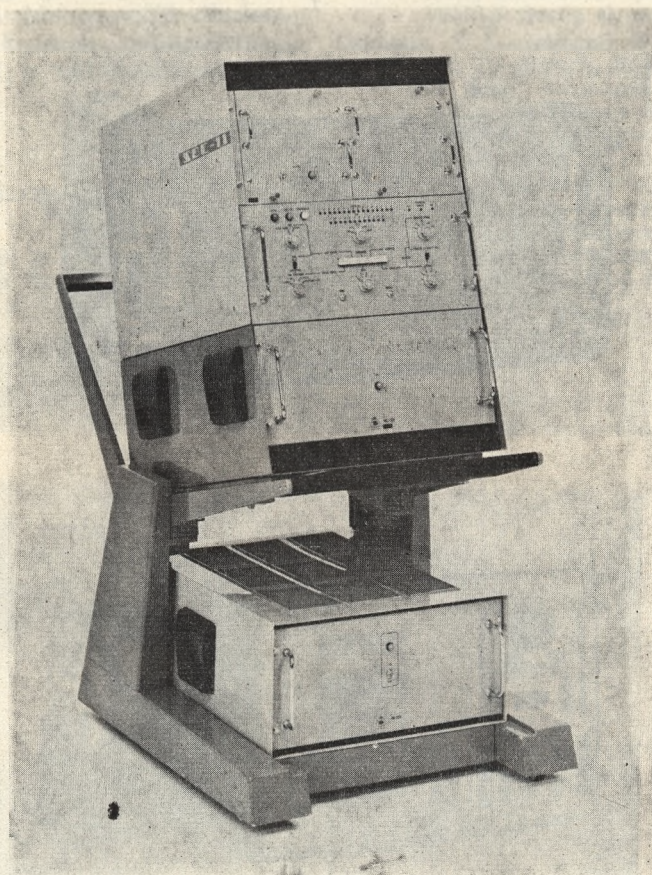
Műszakilag fejlett országokban az analóg magnetofonos berendezésekhez analóg feldolgozó (kiértékelő) centrumokat is készítettek. Ilyen pl. a Magyarországon is működő CS—621 francia centrum.

Analóg centrum szerkesztése hazai viszonyaink között nem gazdaságos; ezért az ELGI

Egyrészt elkészült egy átíró (transzkriptor-) berendezés, amelynek segítségével az SzM—24+6 adatai a CS—621 centrumon is feldolgozhatók, másrészt egy olyan megoldást tűztünk ki célul, amely megfelel a fejlődés általános irányzatának és egyúttal az analóg centrumok hibáitól is mentes feldolgozást biztosít. Ezt a feltételt digitális számítógépeken történő adatfeldolgozás elégíti ki.

A digitális műszerfejlesztés első fázisában az ELGI-ben elkészült az SzM—24+6 berendezés adatainak digitális átalakítását és számítógépbe adását biztosító SDC—12 típusú analóg-digitál átalakító (konverter), továbbá a számítógépből jövő feldolgozott adatok ábrázolásához szükséges SDC—13 típusú digitál-analóg konverter. Ezek a konverterek a MINSZK—2 számítógépnek megfelelő adatközlési sebességgel, egy csatornán dolgoznak.

Ezzel a megoldással az analóg centrumokénál



4.: Az SDC—11 típusú konvolver (ELGI—KFKI)

az SzM—24+6 berendezéssel nyert adatok részletes feldolgozására két utat választott és valósított meg.

modernebb, jobb feldolgozás vált lehetségessé.

A szeizmikus kutatások terén jelenleg a terepi digitális mágneses adatrögzítés a legkor-

szerűbb. Szinte korlátlan dinamikartomány (pl. 160 dB) terepi rögzítését teszi lehetővé, a számítógépes feldolgozás követelményeinek megfelelő formátummal.

A digitális műszerfejlesztés irányának kijelölését a vezető világcégek tevékenységének és berendezéseinek gondos tanulmányozása, valamint a hazai lehetőségek és gazdasági kérdések felmérése előzte meg.

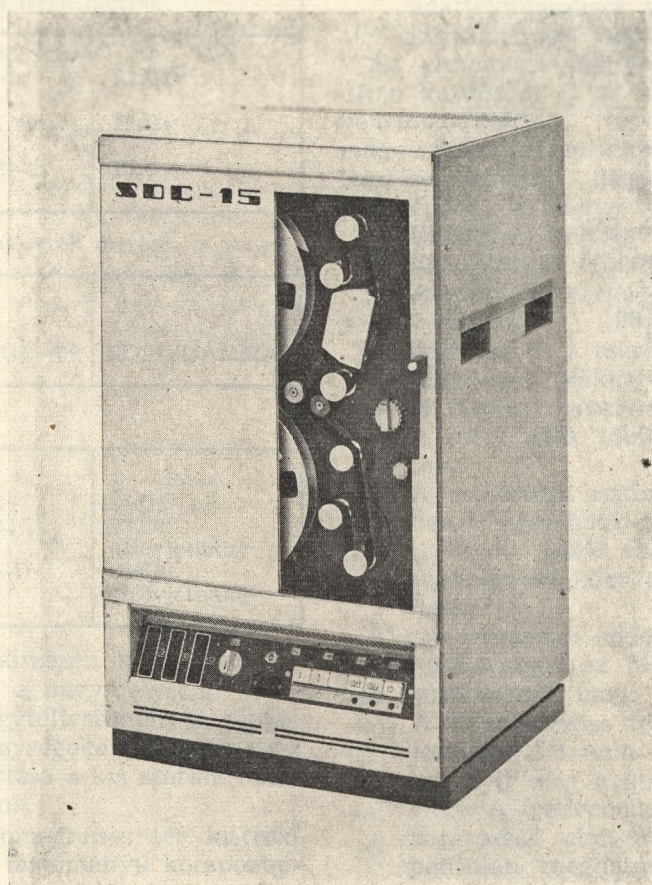
A gazdasági kérdések kapcsán világossá vált, hogy olyan építőelemek kialakítására kell törekednünk, amelyek tipizálhatók s nem csak szeizmikus, hanem más geofizikai (pl. karotázs, vagy geoelektromos) digitális műszerek építőelemeiül is szolgálhatnak. Ez a szerkesztési elv a felhasználóknak olcsóbb árat jelent; komplex kutatásnál, különböző műszereknél lehetővé teszi a feldolgozó rendszer jobb kihasználását. Ezenkívül kisebb szerviz-kapacitás és tartalék anyagkészlet igénybevételét kívánja meg.

Fontosnak ítélte meg az Intézet a fejlesztési határidők kérdését és világosan felismerte a kooperációk előnyét. Ennek megfelelően a digitális szeizmikus műszerfejlesztést szinte valamennyi számbajövő hazai elektronikus és finommechanikai fejlesztő és gyártó bázissal együttműködve indítottuk meg.

Az eredmények igazolták az Intézet álláspontjának helyességét. A digitális műszerfejlesztés — mind a terepi digitális szeizmikus felvevő-berendezés, mind pedig egy korlátozott igényű feldolgozó bázis létesítésére — 1967-ben megindult. Ennek a fejlesztőmunkának az eredményei az 1968. évi geofizikai szimpózium alkalmából rendezett műszerkiállításon komoly nemzetközi érdeklődést váltottak ki, amely azóta tényleges nemzetközi két- és többoldalú együttműködési megállapodásokhoz vezetett.

Az SDT—1 típusú terepi digitális szeizmikus felvevőberendezéssel 1969-ben végeztük az első terepi kísérleteket, biztató eredménnyel. Ezt megelőzte az SDC—15 típusú terepi és laboratóriumi sokcsatornás digitális magnetofon kifejlesztése; ennek gyártása 1969-ben már meg is indult.

Az SDC—1 típusú „minicentrum”, amely az SDC—11 típusú konvolver és szummátor, valamint az SDC—141 típusú korrekciós egységekre épül, de ezek mellett többek között az SDC—15 digitális magnetofont, konvertereket és az SDC—18 típusú szelvényírórt is magában foglalja, már 1969-ben megkezdte próbaüzemét.



5.: Az SDC—15 típusú digitális mágnesszalagos jeltörzítő (digitális magnetofon)

Az SDC—1 rendszer egyaránt alkalmas analóg adatok konvertálás utáni digitális feldolgozására és terepi digitális felvételek kiértékelésére. Célja a nagy számítógép tehermentesítése, első feldolgozások esetében részleges vagy teljes helyettesítése.

Az alapvető célkitűzéseknek megfelelően az SDC—1 rendszer nem csak szeizmikus, hanem pl. geoelektromos adatok digitális feldolgozására is alkalmas. Az SDC—1 rendszer ugyanis alapja a digitális karotázszerendezés jelenleg folyó perspektivikus fejlesztésének is. Ez a berendezés az összes hagyományos mérési mód-

szereken túlmenően egyaránt alkalmas lesz digitális sokcsatornás, többparaméteres nukleáris terepi analízisre és szelvényezésre, valamint akusztikus jelek digitális rögzítésére.

A SzU és az NDK velünk kooperáló intézményeivel közösen a közeljövőben kívánjuk a terepi digitális szeizmikus berendezés fejlesztését befejezni és gyártását megkezdeni. Ugyancsak nemzetközi együttműködés keretében készül majd el a számítógépből nyert és digitális magnetofon tárolt adatok szelvényalakban történő kiírására alkalmas digitális szelvényíró (plotter) is.

Geoelektromos műszerek fejlesztése

Irták: Erkel András—Kovács Béla

A hazai geoelektromos módszereket kezdettől fogva az jellemezte, hogy egy-két egyedi eset-től eltekintve, hogy a kutatások saját fejlesztésű és legtöbbször saját gyártmányú műszerekkel történtek.

A hazai geoelektromos kutatásban alkalmazott módszerekhez használt, forgalomban lévő, illetve fejlesztés alatt álló műszerekről az alábbi táblázat ad áttekintést:

Módszer	Műszertípus	A fejlesztő intézmény
I. Természetes elektromos terek mérése		
1. Tellurika	T—9, T—14,	ELGI. MTA,
2. Magneto-tellurika	T—20	Geof. Labor
3. Természetes potenciál	MT—2M	ELGI
	MTV—2	MTA Geof. L.,
	GE—PS—1	MNE Geof. T.
II. Mesterséges elektromos terek mérése		
4. AMNB	GE—9-től	ELGI
	GE—27-ig	
5. DE szondázás	GE—30, 40	ELGI
6. Potenciálkép módszer	GE—PS—2	ELGI
III. Váltóáramú elektromos terek mérése		
7. Sekélyszondázás és szelvényezés	GE—50, GE—60	ELGI, GAMMA
IV. Tranziens módszerek		
8. Elektromos térbeállítás	EMT—1	ELGI
9. Gerjesztett pot.	VPO—62	VITR
10. Egy-hurok módszer	MPPO—1	(Szovjetunió) VITR (Szovjetunió)

Az érckutatás két műszerén kívül a Szovjetunióból szerezzük be a nagymélységű kutatásokhoz szükséges nagyteljesítményű gépkocsira szerelt generátoregységeket is, mert ezek hazai fejlesztése és gyártása a kis szériák miatt rendkívül költséges volna.

A természetes elektromágneses tér kismélységi (0,1—0,001 Hz) tartományú komponenseinek regisztrálására hosszú időn keresztül az igen jó terepállósággal rendelkező, nagyérzékenységű immerziós galvanométerekkel ellátott

fotooptikai regisztrálók szolgálták (T—9, T—9A, T—9B, T—14 stb.). Ezek a típusok ma már több szempontból korszerűtlenné váltak:

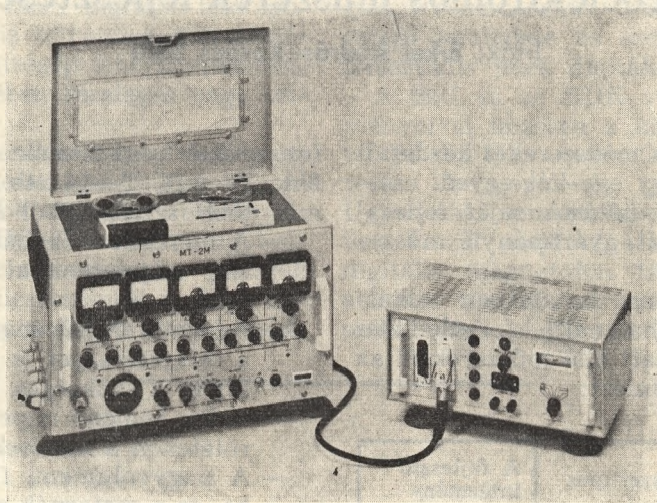
- A mérések frekvenciatartományát ki kellett terjeszteni a 0,1—40 Hz tartományokra is.
- Az optikai galvanométerek érzékenysége, a terepállóságot is figyelembe véve, nem éri el a szükséges 1—2 μ V-os értékhatárt.
- A kis bemenő impedancia miatt egyes terep-területeken a mérések igen nehézkesek.
- A nagyvolumenű finommechanikai munka, és a csatornák számának növelése, valamint a kis szériaszám miatt a műszerek előállítási költsége egyre növekedett.
- A nagymérvű fotopapírfelhasználás jelentősen megnövelte a kutatási költségeket.
- Az egyes frekvenciatartományok elkülönítése szűrők segítségével csak igen korlátozott mértékben lehetséges.
- A fotoúton rögzített regisztrátum feldolgozása sok emberi munkát igényel, a gépi adatfeldolgozásra való felhasználás pedig körülményes, lassú és pontatlan.

Az elmondott hiányosságok megszüntetése útján kezdődött el az *MT—2M típusjelű frekvenciamodulációs rendszerű többcsatornás mágnesszalagos regisztráló* alaptípusának kifejlesztése. Ennek a „hagyományos” regisztrálókhöz képest sok előnye van:

- Előállítási költsége nem nagyobb, mint a kétszatornás regisztrálóké.
- Alapérzékenysége (3—5 μ V), bemenő impedanciája (\sim 100 Kohm) jobb, így a kábelhossz és a mérési idő egyes esetekben jelentősen csökkenthető.
- A tárolási kapacitás 6—8 óra.
- A mért jelek több fokozatban is szűrhetőek.
- A csatornák száma 1/4"-os szalag esetében is növelhető, maximálisan 7-re.
- A *tárolt jelek analóg-digitál konverter segítségével közvetlenül számítógépbe vihetők.*

A geoelektromos módszerek továbbfejlesztésének lehetőségei az MT—2M alábbi előnyeiben mutatkoznak meg:

- A) A számítógépes feldolgozás ma még teljességgel fel nem mérhető új lehetőségeket nyit meg a geoelektromos módszerek előtt: A frekvencia-energiaspektrum meghatározása után a szűrési intervallumok pontosan meghatározhatók. A sokpontos matematikai szűréssel az egyes periódusok tisztán elkülöníthetők. A gépi adatfeldolgozás segítségével olyan analitikus



Az MT—2M típusú hatszatornás mágnesszalagos jelrögzítő berendezés

kiértékelési módszereket is alkalmazhatunk, amelyeket kézi úton legfeljebb 1—2 esetben tudunk elvégezni. A matematikai szűrés jelentős devizamegtakarítást jelent a műszerimportban is.

- B) A másik nehézség, amelyet szintén csak a digitális technika segítségével tudunk áthidalni, a válaszjelek (EMT, DE, GP) alacsony szintje. A tápáramgenerátorok teljesítményének (33—45 kW), üzemi feszültségének (500—1000 V) lényeges növelése gyakorlatilag lehetetlen, a jelek megbízhatósága a természetes és ipari zajok miatt csökken, így a kiértékelés hibája e módszerek alkalmazásának határát súrolja. Ezt a jelek gyakori ismételt mágnesszalagos regisztrálásával, átjátszásával, majd *összegzésével* lehet elkerülni. A módszer alkalmazhatóságát lyukszalagra átírt regisztrátumokkal már kipróbáltuk, s a megoldás alkalmazásának elvi lehetőségei egyértelműen tisztáztak.

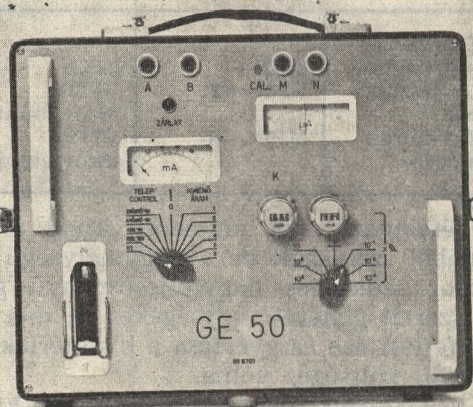
A vázolt problémák megoldására, a szeizmikus kutatások céljaira kifejlesztett SDC—10 típusú analóg-digitál konvertert, illetve az SDC—11 konvolvert kívánjuk felhasználni. Az elektromos jelek közvetlen digitális regisztrálását több okból is mellőznünk kellett.

- A hasonló rendeltetésű digitális magnetofonos berendezés előállítási költségei 5—6-szor magasabbak; ez nem elhanyagolható szempont akkor, ha figyelembe vesszük, hogy intézetünk 10—12 olyan regisztrálót üzemeltet, amelyet 4—5 évenként fel kell újítani.
- A természetes elektromágneses tér hosszú idejű (50'—60') regisztrátumainak általában csupán 8—10% tartalmaz hasznos információt. Elképzeléseink szerint

csak ezek az információintervallumok kerülnek átjátszásra és gépi feldolgozásra.

- Gyakorlatilag valamennyi geoelektromos módszer regisztrátumainak átjátszására, összegezésre egyetlen olyan központi digitális magnetofon is alkalmas, amely laboratóriumi körülmények közt lényegesen nagyobb élettartammal üzemeltethető, így ára már nem növeli lényegesen az egyes módszerek költségét.

Az ellenállásmérő műszerek egyenáramú változatainak továbbfejlesztése ma is folyamatos. A mintegy 9 féle típus közül jelenleg a GE—22, 25 jelű műszerek működnek a legnagyobb számban. Előállítási költségeik, egyszerű mechanikai és elektromos felépítésük, terepállóságuk, stb., mind olyan jelentős tényezők, amelyek miatt még hosszú ideig nem helyettesít-



A GE—50 típusú kisfrekvenciás váltóáramú geoelektromos mérőberendezés (Gamma-gyártmány)

hetők más, esetleg kisebb, modernebb berendezésekkel.

A GE—50-nel új irányba fordult a GE műszer család fejlesztése. A váltóáramú műszerek közismert előnyei a hazai kutatásban is jelentkeznek:

- Az ipari és természetes eredetű zavarok hatása elmarad.
- A nagy dinamikájú szelektív erősítők segítségével a műszerek alapérzékenysége nagyságrendekkel javult (1^{μ}V).

— Mindezek lehetővé tették azt, hogy a e_L -számítást automatikusan, egy ütemben lehessen végrehajtani.

— A műszerek súlya, külső mérete minden eddiginél kedvezőbb.

A GE műszerek fejlesztésétől most azt reméljük, hogy adott frekvencia (6 Hz) és a skin-effektus megszabta határig a generátor teljesítményét addig növelhetjük, hogy $AB_{max} = 4000$ m-es szondázást is végezhesünk a súly és a külső méretek lényeges növelése nélkül (GE—60).

Komplex elektronikus karotázs-berendezések hazai fejlesztésének eredményei

Írta: Dr. Márfoldi Gábor

Az elektronikus felépítésű karotázs-berendezést életre hívó igények és a létrehozáskor kialakított kutatási-fejlesztési célkitűzések

Geofizikai műszergyártásunk az 50-es évek elejétől gyártott elektromechanikus rendszerű, pulzátoros karotázs-berendezéseket. A gyártásnál és a felhasználásnál szerzett tapasztalatok egyaránt azt mutatták, hogy a pulzátoros berendezések zajszintje, elektromos és mechanikai stabilitása nem kielégítő, a mérési érzékenység és dinamika a geofizikai mérési követelmények által néha megkívánt határig nem növelhető. Ugyancsak fontos követelmény volt a mérési csatornák számának növelése, részint a mérési idő csökkentése végett, részint, mert a fejlődés komplex mérőrendszerek alkalmazását hozta előtérbe.

Ezeknek a megoldásoknak az alapján dolgoztuk ki, 1958 és 1962 között, kooperációban *egy elektronikus rendszerű sokcsatornás elektromos ellenállás-szelvényező berendezés* mérési elvét, mérés technikai eljárás rendszerét, rendszer technikai és mechanikai felépítését. (Ir. 1.)

Az elektronikus karotázs-alapberendezés az ellenállás-szelvényezéshez kisméretű szinuszos mérőáramot alkalmaz. A többcsatornás üzemmód miatt és a kábelerek többszörös kihasználása érdekében a mérőáramot két különböző frekvencián működő áramgenerátor szolgáltatja. A mérőáram frekvenciái a hálózati feszültség alharmonikusai; 25 Hz és 6,25 Hz. A berendezés mérőerősítői frekvencia- és fázis szelektívek. Nagy bemenő impedanciájuk biztosítja, hogy a mérési tér terhelési effektusa

ne következzen be; zajszintje pedig nagy érzékenységű beállítást, nagyobb mérési dinamikát tesz lehetővé. A karotázs-berendezések szelvényezési lehetőségeit a szokványos $K[e]$ jellemző paraméter értékében kifejezve, a pulzátoros berendezéshez képest közel nagyságrendi javulást eredményez. Ez a mérési elrendezés az egyidejűleg dolgozó csatornák számát — a szokványos pulzátoros berendezésekhez képest — mintegy megkétszerezi.

Az elkészült kísérleti berendezés héteres kábellel üzemszerűen egyidejűleg 5 ellenállás- és egy PS-görbét regisztrál.

Az alapberendezés panelekre bontott felépítése, a feszültségellátás és a csatlakoztatás egysegű rendszere, valamint a tízgalvanométeres nagykapacitású regisztrálómű a többcsatornás alkalmazáson túlmenően a komplexitást, speciális adapterek befogadásának igényét kívánja kielégíteni.

A berendezést 7000 m mélységre terveztük.

Az ELGI kutatási eredményei alapján rendelkezésre álltak az elektronikus karotázs-berendezés adaptereiként a GM-csőves radioaktív (gamma-gamma, neutron-gamma, természetes gamma), valamint az energiaszelektív szcintillációs radioaktív rendszerek 1969 júliusában a Szovjetunióban rendezett elektronikus karotázs-bemutatón az elektronikus alapberendezés mellett a laterolog és radioaktív egységeket is bemutatottuk. Az elektronikus karotázs-berendezésben rejlő lehetőségeket azonban csak különleges gyorsított gyártmányfejlesztés mellett lehet teljesen kiaknázni.

Az elektronikus karotázs-berendezés komplexitása; különleges adapterek

Különösen fontos elektrokotázs-művelet — az 50-es évek óta — a *laterolog* típusú irányított áramterű ellenállásszelvényezés. A laterolog típusú mérési eljárás továbbfejlesztéseként kidolgoztunk még az 1956—59 időszakban olajiparunk kutató laboratóriumában egy speciális szabályozástechnikai megoldást. (Ir. 2,3.)

Kiemelkedően fontos a berendezés indukciós vezetőképesség-szelvényező adapterrel való ellátása. (Ir. 7, 8, 9.)

Az elektronikus karotázs-berendezésnek akusztikus szelvényező adapterrel való ellátását NDK kooperációval biztosítottuk; kívánatos azonban a gyártásbavétel meggyorsítása.

Mielőbb el kell látni a berendezést a technikai karotázműveletek ellátására szolgáló speciális szondákkal, így elsősorban talpindikátor, lyukbőségmérő, lyukferdeségmérő szondákkal, továbbá karmantyulokátorral és hasadékszelvényező szondával is.

Tekintettel arra, hogy a kutatási mélység egyre növekszik és a berendezés dobkapacitása 8500 m, a második lépcsőben ki kell dolgozni a 220 °C 1200 Atm specifikációjú ultramélységű szondacsaládot.

A nagymélységű karotázs-berendezés fejlesztése és távlatai

Sokat vitatott kérdés, hogy a nagymélységű karotázsvizsgálatok távlatilag egyeres vagy sokeres rendszerben valósíthatók-e meg célszerűen. A hazai kutatás átmenetileg, elsősorban az elektromos alkatrészek, kapcsolási elemek technikai korlátozásai miatt, a sokeres rendszer mellett döntött.

Kidolgoztuk azonban az egyeres sokcsatornás rendszer elvi és rendszerteknikai felépítését, lényegében a deltakódmodulációs elv alkalmazásával (Ir. 4.) A technikai megvalósítás azonban csak akkor lesz célszerű, amikor a rakétechnika speciális villamos kapcsolási elemei már az általános ipari alkalmazás számára is hozzáférhetőek lesznek.

Szilárdásvány-kutató fúrások korszerű, sokcsatornás komplex szelvényezése

Az új geofizikai mérési módszerek és eszközök elsősorban a szénhidrogénkutatás területén terjednek el, de csakhamar jelentkezik az igény a szilárd ásványianyag kutatás területén is. A mérési feladat itt azonban mind geofizikai oldalról, mind a technikai, mérés-technikai kivitel oldaláról — a sajátos feltételeknek megfelelően — új megfogalmazást nyer. A szén-, érc- és vízkutatásban a csatornaszám és a mérési érzékenység, dinamika tekintetében korlátozottabb, a komplexitás terén viszont eseten-

ként még fokozottabb igény merül fel. Egyszerűbbé teszi a technikai kivitel az alacsonyabb nyomás- és hőmérséklet-határ.

Az ELGI ezirányú kutatásai megállapították, hogy a szilárd ásványianyag kutatás szelvényezési igénye is lényegében elektronikus felépítésű, célszerűen tranzisztoros berendezéssel elégíthető ki. A konkrét megoldást az ELGI-nél kidolgozott négyszögjel-spektrum-frekvenciás ellenállásszelvényező rendszer nyújtja (Ir. 5.). A rendszert lényegében az jellemzi, hogy mérőáramként kisfrekvenciás négyszöghullámú, konstans intenzitású áramot alkalmaz, a mérőerősítők pedig frekvencia- és fáziszelektívek, a mérőáram egyes harmonikus komponenseire hangolhatók. Így a mérőrendszer az alapharmonikusra, a harmadik, ill. az ötödik harmonikusra hangolva, kedvező jel/zaj viszonytal működik.

Héteres kábel alkalmazásával három ellenállás- és egy PS-csatorna egyidejű működése biztosítható. Ez a csatornaszám a szilárd ásványianyag-kutatás igényeit általában kielégíti. A rendszer lehetőséget nyújt arra, hogy frekvenciaszétválasztó lyukelötét alkalmazásával a mérőerek többszörösen kihasználhatók legyenek; így különböző komplex mérőrendszerek dolgozhatók ki. A 8-galvanométeres regisztrálómű (mágneses csillapítású galvanométerek) 4 csatornás jelrögzítésre üzemszerű lehetőséget nyújt.

A rendszer érzékenysége valamelyest, mérési dinamikája pedig közel nagyságrendileg meghaladja a pulzatoros rendszerek által nyújtott lehetőségeket. A leglényegesebb előnyök azonban a rendszer sokoldalúságában jelentkeznek. Panelrendszerű felépítése lehetővé teszi a kiegészítést a legkülönbözőbb adapterekkel. Az alaptervezés kiegészítéseként radioaktív (természetes gamma, gamma-gamma, neutron gamma, szcintillációs) adaptert, irányított áramterű adaptert alkalmaz. Ez utóbbi a maga nagy szabályozási sebességével a kétcsatornás időszétválasztásos üzemmódot is lehetővé teszi majd megfelelő időkapcsoló egységgel kiegészítve (Ir. 6.). Az irányított áramterű egységet később ún. *fok-pot-log* szondával látjuk el, amely az indukciós vezetőképesség-szelvényezés kiegészítő mérési anyagaként (Ir. 10.) nagy felbontóképességű vezetőképesség-szelvényt szolgáltat.

A spektrumfrekvenciás karotázs-berendezés a speciális, különösen az érc-kutatás céljait szolgáló SSP—SPP mérések (Ir. 11.) végrehajtására is alkalmas.

A spektrumfrekvenciás karotázs-berendezés kiegészítéseként kidolgoztuk a hattekerces kisfrekvenciás indukciós szonda és felszíni egység kis mélységű típusát.

A két frekvenciacsatornás, 3 csatornás indukciós rendszer kidolgozása most folyik.

A FOK—GYEM által gyártott K—500—2 típusú spektrumfrekvenciás karotázs-berendezés a belföldi felhasználóknál (OFKfV, MÉV) jó eredménnyel dolgozik. A második gyártási sorozat már exportrendelésre (Csehszlovákia, NDK) készül.

Kidolgoztuk a spektrumfrekvenciás karotázs-berendezés UAZ hordozó gépkocsira szerelt, 600 m kutatási mélységű típusát is. A spektrumfrekvenciás műszerkocsi első exportpéldányát már leszállítottuk az NDK-ba.

A középkarotázs-berendezésre irányuló igény és a kutatási-gyártmányfejlesztési célkitűzések

Mind a hazai közép mélységű karotázs-berendezések kicserélésének igénye, mind pedig a már jelzett exportigények (NDK, Csehszlovákia) sürgetik a korszerű középkarotázs-műszer-típus kialakítását.

Az EL 7000 és K—500—2 nagy, illetve kis berendezés tapasztalatainak felhasználásával, mindkét megoldásra támaszkodva kidolgoztuk a középkarotázs-berendezés alpműszerének tervcél-specifikációját. Az olajipar és műszer-gyári szakemberekkel folytatott konzultációk alapján megjelölt célkitűzés: 7 eres kábel legalább 3+1 csatorna kapacitással, az elektronikus karotázs-berendezés szelvényezési minőségének megfelelő, de tranzistoros felépítésű mágnes jelrögzítésű panelrendszerű, nagy komplexitású berendezés kialakítása.

Az új fejlesztési egységek először ennél a típusnál jelenhetnek majd meg, tekintettel az EL—7000-hez képest kisebb hő- és nyomástűrési követelményekre.

Sokcsatornás komplex karotázs-rendszerek távlati fejlesztési irányai

A karotázs-mérések terén a speciális célmetodikák mindinkább átveszik a nagy csatornaszámú ellenállásszelvényezés területét, illetve

annak kiegészítéseként a kutatási feladat függvényében egyre több speciális adapter kerül felhasználásra. Ehhez a tendenciához csatlakozik a szelvények információtartalmának digitális rögzítése és a számítógépes feldolgozás. A jövőben az ilyen karotázs-berendezések számíthatnak komoly piaci lehetőségekre.

A nagymélységű karotázs-feladatok teljesítése feltételezi a nagymélységű szondák villamos és mechanikai elemeinek gazdaságos és iparilag általánosan hozzáférhető gyártását. A fenti célkitűzéseket kielégítő karotázs-berendezés-típusok ipari megjelenése a 70-es évek második harmadára várható. Eddig az időpontig a hazai geofizikai kutatási helyek fokozott erőfeszítése kell ahhoz, hogy a feladat hazai erőforrásainkból kielégítően megoldható legyen.

IRODALOM

1. Már földi G.—Barlai Z.—Kubina I.: Eljárás és berendezés... 146.046. sz. magyar szabadalom.
2. Már földi G.—Kubina I.: Kapcsolási elrendezés... 146.343. sz. magyar szabadalom.
3. Barlai Z.—Már földi G.—Kubina I.: Elektronikus vezérlőberendezés... 144.908. sz. magyar szabadalom.
4. Már földi G.—Barlai Z.—Kubina I.: Eljárás és berendezés egyetlen átviteli... 146.811. sz. magyar szabadalom.
5. Dr. Már földi G.—Honfi F.—Petőcz V.: Négy szögjel-spektrumfrekvenciás... 154.144. sz. magyar szabadalom.
6. Dr. Már földi G.: Fürt lyukak többszörös irányított... NME Közleményei. XIV. kötet.
7. Dr. Már földi G.: Az indukciós ellenállásszelvényezés. Magyar Geofizika, 1965.
8. Dr. Már földi G.—Petőcz V.: Szelektív elektromágneses... 154.439. sz. magyar szabadalom.
9. Már földi G.: Indukciós vezetőképességszelvényező eljárás és berendezés. Földtani Kutatás. 1966. IX. 2.
10. Dr. Már földi G.—Dr. Sebestyén K.: Fókuszált elektromos... 155.668. sz. magyar szabadalom.
11. Dr. Már földi G.—Honfi F.: Szelektív statikus... 154.533. sz. magyar szabadalom.

Nukleáris geofizikai műszerek

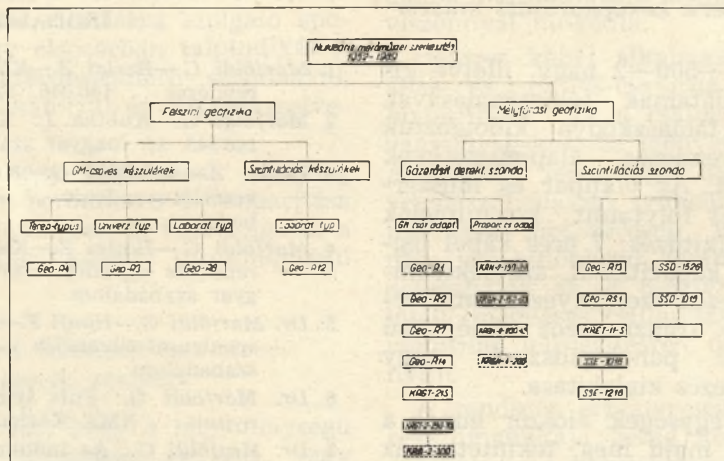
Írták: Liszt Ferenc—Salamon Batur

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1952-ben vezette be az atomfizikának — a fizika legfiatalabb tudományának — alkalmazását a geofizikai kutatásokban. A mérések megindításához hazánkban abban az időben mérőműszert beszerezni nem lehetett. Az Intézet kényszerítő igénye és szakembereinek áldozatos munkája megteremtette az első mérőberendezéseket, amelyekkel megindultak a radioaktív sugárzásmérések és a műszerek hazai gyártása.

táplálású számláló és szintmérő készülék;

Geo—R7 részben tranzisztorizált gamma-sugár lyukszelvényező adapter (szonda + felszíni készülék) 30 mm átmérőjű szondával, 12 V akkumulátoros táplálással;

Geo—R8 laboratóriumi dekádikus számlálókészülék két földtani minta egyidejű mérésére;



Az ábrán az 1952-től napjainkig előállított, vagy készüléfélben lévő radioaktív mérőkészülékeket tüntettük fel. Megkülönböztettük a felszíni alkalmazásukat a mélyfúrási műszerektől, valamint ezen belül a *gázterhelés* elleni működéssel a *szcintillációs* detektorral működőktől.

A szcintillációs mérés technika geofizikai bevezetését 1959-ben kezdtük meg. Az évek során kialakított műszer család kétféle típusú műszerrendszert tartalmaz, nevezetesen az *energia-szelektív* (SSE), valamint a *detektor* (SSD) rendszert.

Geo—R1 az első radioaktív gamma-sugár lyukszelvényező szonda, amellyel hazánkban lyukszelvényt vettek fel;

Geo—R2 a Geo—R1 alapján kidolgozott gyártási prototípus. Forgalomba hozta a Geofizikai Műszerek Gyára 60 mm átmérőjű szondával, max. 70 °C-ig.

Geo—R3 miniatűr kivitelű hordozható sugárzás- és szintmérő készülék gyors terepi mérésekhez;

Geo—R4 hordozható kivitelű telep- és hálózati

Geo—R14 teljesen tranzisztoros felépítésű, két gamma-sugár (természetes gamma és gamma-gamma) egyidejű szelvényezésére alkalmas karotázs-adapter 60 mm átmérőjű szondával, max. 150 °C-ra, 12 V-os akkumulátor táplálással;

KRGT—21S a Geo—R14 alapján kidolgozott kétcsatornás gamma-sugár lyukszelvényező adapter gyártási prototípusa, max. 210 °C-os hőterésre (GOM);

*KRG—2—H250—70 szupermagas hőmérsékletre (250 °C) kidolgozott, két gamma-sugár egyidejű szelvényezésére alkalmas karotázs-adapter 70 mm átmérőjű szondával;

*KRN—2—150—85 termikus és epitermikus neutronok egyidejű szelvényezésére alkalmas karotázs-adapter, max. 150 °C-ra. A szonda átmérője 85 mm, tápforrás 12 V-os akkumulátor;

*KRGN—2—150—60 teljesen tranzisztorizált kétcsatornás radioaktív lyukszelvényező adapter a termikus neutronok és gamma-sugárzás egyidejű szelvényezésére max. 150 °C-ig. A szonda átmérője 60 mm, táplálás 12 V-os akkumulátorról;

*KRG—2—300 kidolgozás alatt álló kétcsatornás radioaktív karotázs-adapter, max. 300 °C üzemi hőmérsékletre;

*KRGN—2—200—45 termikus neutronok és gamma-fotonok egyidejű szelvényezésére, He³ töltésű neutrondetektorok alkalmazásával, max. 180 °C-ra. A szonda átmérője 45 mm; a berendezés teljesen tranzisztorizált kivitelű;

KRGN—5—200 négy radioaktív paraméter egyidejű szelvényezésére kidolgozott adapter teljesen tranzisztorizált kivitelben;

* A felszíni készülékben egytengelyű időálló- és méréstartomány váltás, valamint egytengely-vezérlésű szelvénynyújtó kör van.

Geo—R13 Az első egyszerű szcintillációs szonda (1962), elektroncsöves felépítéssel, 70 °C hőmérsékletéig;

Geo—RS1 tranzisztoros felépítésű, 150 °C-ig hőtűrő szonda kísérleti példánya;

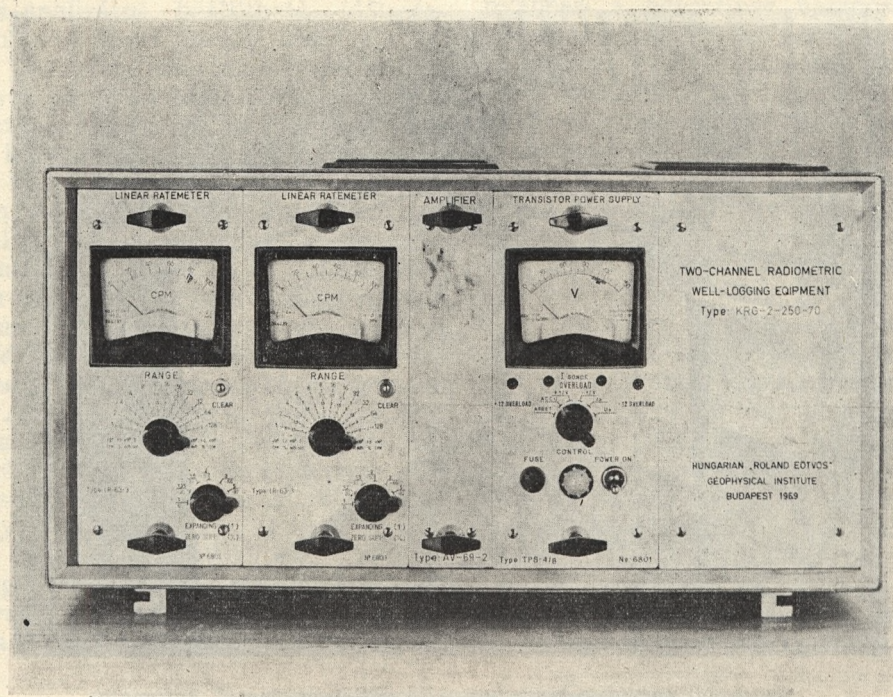
KRET—11S a Gamma Műveknek gyártásra átadott szcintillációs szonda 150 °C üzemi hőmérsékletig, alfa-referenciás szabályozással;

SSE—1016 10⁰/₀ felbontóképességű szcintillációs szonda 50 °C működési hőmérsékletig, fúrólyukak spektrális minőségi méréseihez;

SSE—1216 szuperminőségű szcintillációs szonda a legkorszerűbb elektronikus áramkörökkel, digitális adatfeldolgozás céljára;

SSD—1526 kétcsatornás detektor-rendszerű szcintillációs szonda, 150 °C üzemi hőmérsékletre;

SSD—1015 60 mm átmérőjű, 100 °C üzemi hőmérsékletig használható egycsatornás detektorüzemű szonda;



A KRG—2—250—70 típusú kétcsatornás (radioaktív) fúrólyukszelvényező berendezés felszíni egysége

Műszerfejlesztés az ELGI radiológiai laboratóriumában

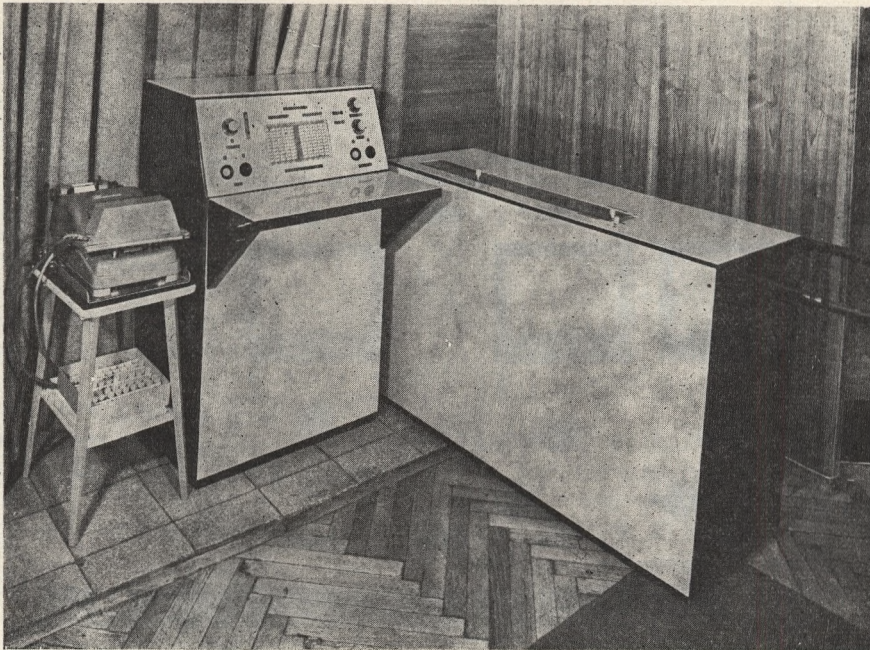
Írta: Siklós Albert

A hazai nukleáris műszeripar kialakulását megelőzően, a földtani kutatás kiszélesítése érdekében, az Intézet jelentős gazdasági támogatást nyújtott külső szervezeteknek. A Kossuth Lajos Tudományegyetem fizikai tanszéke így hozta létre az első magyar készítésű hordozható, teleptáplálású sugármérőt, a Műszaki Egyetem elméleti villamosság-tani tanszéke az első hazai laboratóriumi scalert, majd a RADELKISZ a laboratóriumi scalersorozatot.

Intézetünk 1954-től házilag biztosította mérőműszerszükségletét. Kialakította a laboratóriumi és terepi mérésre alkalmas hálózati és teleptáplálású univerzális sugármérőt elektromechanikus számlálóval. Kidolgozta a sugárzóelem feldúsulásának vizsgálatára alkalmas könnyű kivitelű, mérőbottal ellátott sugárzás-szintmérőt, bányabeli felhasználásra is. Kétcsatornás laboratóriumi készülék épült azzal a céllal, hogy mintaméréseknél a háttérsugárzást a minimumra csökkentsék.

Új laboratóriumi műszerfejlesztési feladatok adódtak a *neutrongenerátoros és zárt neutronforrásos aktivációs analízis-technika* kialakítása során. Az NA—2 típusú neutrongenerátorral együtt az Országos Atomenergia Bizottság 128 csatornás analizátort bocsátott az Intézet rendelkezésére. A műszerpark kiegészítésére a KFKI támogatásával egycsatornás analizátorokkal is felszerelték a Laboratóriumot.

A neutrongenerátor üzembehelyezése különleges építészeti feladatokat követelt meg a sugárvédelem biztosítása érdekében. Az újonnan kialakított mélypincében nyert elhelyezést a 10^{10} n/sec intenzitással, monoenergetikusan 14 MeV neutronokat előállító generátor, a gyorsításhoz szükséges 120 kV-os tápegység és a mintaszállításra alkalmas csőpostarendszer aktiváló végállomása. A sugárvédelem fokozását célozta a vezérlőegységhez vezető út parafintömbökből kialakított labirintusa. Sugárhatástól teljesen mentes, védett helyen építették fel a detektáló végállomásokat. Az aktiváló és a



Neutronaktivációs alumínium- és szilícium-elemző automata

A sugármérésen alapuló technika bevezetésével egyidejűleg gondoskodni kellett a *detektorok* biztosításáról is. Jelentős eredményeket értek el a különböző típusú gamma-, béta+ gamma- és végeblakos Geiger-Müller számláló-csővek sorozatos előállítására terén.

detektáló helyet összekötő kétcsatornás csőpostarendszert házilag készítették el, a pneumatikus mintaszállítóval, a sorozatos mintaadagolóval, valamint az ezek vezérlésére alkalmas elektronikus automatikával együtt. A kettős rendszer biztosította, hogy az aktivációs analí-

zis alá vett mintán kívül egyidejűleg a termelt neutronhozam normalizálására megfelelő monitort is szállíthatnak, ill. detektálhatnak. A mintaszállítás ideje a 20 m-es csőpostán át 2 sec. Így lehetőség van a rövid felezési idejű N^{16} tanulmányozására is, amely az oxigénmeghatározás közvetlen módszerének alapját képezi. Az automatika vezérelte a neutrontermelést a generátor kihúzófeszültségének kapcsolásával, a tárolt mintákból egy-egy példány szállítását az aktiváló-, majd a mérőhelyre, indította a detektálást, a monitor-impulzus számára előre beállított érték alapján leállította a detektálást és nyomtatóíróval rögzítette a mérési eredményeket.

Az aktivált minta különböző izotópjai egyidejűleg bocsátanak ki sugárzást, gyakran egymáshoz annyira közel eső gammaenergiával, hogy azokat a szcintillációs fej felbontani nem tudja. Ilyenkor segítségül kell vennünk a vizsgált energiatartományban a sugárzás intenzitásának időbeli változását, és az egyes izotópok felezési idejéből kell következtetnünk az össz-sugárzási szint kialakításában való részvételükre. A teljes energiaszintképet regisztráló 128 csatornás amplitudóanalizátorral összehangolt egycsatornás analizátorok vágják ki a vizsgálandó energiatartományt. Az egycsatornás analizátorok által fogadott impulzusok időbeli változását a multiscaler üzemmódra átalakított 128 csatornás analizátor beállítható időtartamonként tárolja az egyes csatornában. Az így detektált és nyomtatóíróval kijelzett komplex lebomlási görbe grafikus feldolgozása az energiában együtt jelentkező és csak időben eltérő két, esetleg három izotóp elkülönítését teszi lehetővé.

A zárt neutronforrásos aktivációs analízis földtani alkalmazásának feladatai megkövetelik, hogy az aktiválási, a hűtési és a detektálási idő tág határok között változtatható legyen. A *tömeges mintamérések szükségessé teszik a minták tárolásának, szállításának, aktiválásának, mérésének és adatrögzítésének teljes automatizálását.* A feladatot négycsatornás mérőrendszer látja el. Az 50 minta befogadására alkalmas tárolóból kiinduló minta természetes aktivitását észleli az első csatorna. A második csatorna a gyors neutronokkal aktivált mintának főleg a szilíciumtartalomtól származó intenzitását regisztrálja. A lassú neutronokkal történő aktiválás előtt a minta újabb tárolóba kerül, ahol a visszamaradó aktivitás lebomlik.

A lassú neutronterben nyert aktivitást, amely jelentős részben az alumíniumtartalomtól származik, a harmadik csatornában mérik. A hosszú felezési idejű termékeket adó elemek tanulmányozása esetén hosszú idejű aktiválásokat is kell alkalmazni. Ilyen esetekben az aktiválást a neutronforrás köré gyűrűsen elhelyezett, 24 mintát befogadó mintatartóban végzik, és az észlelést a negyedik csatorna az aktivitás teljes lebomlásig többször végzi. Ez a csatorna alkalmas pl: mangán, nátrium, wolframtartalom meghatározására.

A négycsatornás aktiváló automata detektálási eredményeit részben nyomtatóíróval, részben szalaglyukasztóval regisztrálják.

Az így kialakított csőpostarendszer lehetővé teszi, hogy a mintaszállítás és vezérlés a neutrongenerátorhoz is csatlakoztatható legyen. A Laboratórium ezzel a megoldással *minden észlelését egységes automatikával oldja meg.*

Egyes elemek aktív termékeinek pozitron-sugárzása a 0,51 MeV-os megsemmisülési sugárzás révén szelektív észlelést biztosít. Ennek kihasználása érdekében a mérőrendszer lehetővé teszi 180°-ban elhelyezett szcintillációs detektorok koincidencaikapcsolását is.

A zárt neutronforrásos aktivációval végzett analitikai kísérletek eredményeit mind a termelés, mind a feldolgozás vonalán leghatékonyabban a *bauxitipar* hasznosítja. A bauxit alumínium- és szilíciumtartalmának egyidejű, automatikus meghatározására kettős, egyszerűsített célberendezést dolgoztak ki. A vizsgálandó kőzetanyagból két-két mintát aktiválnak és mérnek egyidejűleg. A tárolóberendezés 10 mintapár befogadására alkalmas. A reprodukciót a mintapárok tagjainak felcserélésével, beavatkozás nélkül, többször is végrehajtja a készülék. A mérőrendszer kezelése sugárveszélytelen nem jár.

A laboratóriumi neutrongenerátort a neutronélettartam mélyfúrási vizsgálatának előkészítése érdekében impulzusüzeművé alakították át. A generátor 20 μ sec időtartamú neutronimpulzusokat bocsajt ki és 1 kc ismétlődési frekvenciával, a neutrontermelés szüneteiben, 100 μ sec-os csatornaszélesség mellett teszi lehetővé a termikus neutron-sűrűség alakulásának regisztrálását. A regisztrálást egy háromcsatornás időanalizátor-rendszer végzi. A *kőolajipar* igényeinek megfelelően folyamatban van egy ötcsatornás rendszer kidolgozása.

Az ELGI obszervatóriumi jellegű földfizikai kutatásai

Írták: Dr. Barta György—dr. Aczél Etelka—Stomfai Róbert

1. Bevezetés

1969-ben volt 15 éve, hogy az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet obszervatóriuma Tihanyban megkezdte működését.

Az obszervatórium, az évszázados hagyományoknak megfelelően a földmágneses elemek lassú változásainak regisztrálásával kezdte működését, de fokozatosan olyan korszerű földfizikai adatgyűjtő állomássá fejlődött, amelyben a legtöbb geofizikai módszernek képviselője van.

Az obszervatórium fejlesztésében a legszorosabban együttműködünk intézetünk egyéb osztályaival, az ELTE Geofizikai Tanszékével, és a MTA Soproni Geofizikai Kutató Laboratóriumával (Nagyecski Obszervatórium).

Obszervatóriumunkhoz a regisztráló épületeken kívül egy iroda- és lakóépület tartozik, amelyben néhány vendégszoba, kézi könyvtár és laboratórium áll a kutatók rendelkezésére. Így obszervatóriumunk egyben tudományos bázisállomás, amely hasznosan egészíti ki az egyetemek oktatómunkáját. Számos geofizikus hallgató Tihanyban készítette diplomatervét, és az obszervatóriumban nyári gyakorlatok során érdekes és eredményes kísérletekre is sor került (pl. a Balaton mágneses felmérése).

2. Az obszervatórium tevékenysége

2.1. A földi elektromágneses tér vizsgálata

2.1.1. A földmágnesség vízszintes (H) és függőleges (Z) erőösszetevőjének, valamint a deklinációnak (D) lassú változásait folyamatosan regisztráljuk. A regisztráló műszerek bázisvonalának szintjét 10 naponként végzett abszolút méréssel ellenőrizzük. Ezekről a munkákról egy korábbi közleményben már részletesebben beszámoltunk (Barta, 1956).

A regisztrált adatok elsődleges feldolgozását azonnal megkezdjük. A variációs értékeket megküldjük a terepen dolgozó, részletező mágneses felvételt végző csoportjainknak, és az igénylő társintézményeknek. A mágneses elemek óraátlagértékeit — a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően — évkönyv formájában adjuk ki. A mágneses háborgatottságra jellemző karakterszámokat havonta megküldjük a nemzetközi gyűjtőközpontoknak. Számtávirat formájában naponta tájékoztatjuk bizonyos mágneses jellemzőkről a Meteorológiai Intézetet. Ugyanezeket az adatokat havonta a Balatonfüredi Szívkórházzal is közöljük.

A nemzetközi mágneses szintek biztosítására műszeireinket több ízben összehasonlítottuk más obszervatóriumok műszereivel.

1967-ben állítottuk fel kísérleti mérésekre az első hazai készítésű protonprecessziós magnetométert. Ez az eszköz minden eddiginél nagyobb pontossággal méri a teljes térerősség abszolút értékét (T). A nukleáris magnetométereknek nagy jövője van az obszervatóriumi munkában. Mérőstandardként alkalmasak arra, hogy világméretekben egységesíthessük az obszervatóriumok mágneses szintjét. Folyamatos regisztrálásra is felhasználhatók; ezzel lehetővé teszik, hogy a legkorszerűbb légi mágneses mérésekhez is szolgáltatassunk időbeli korrekciót.

Az obszervatórium fel van szerelve az inklinációt (I) meghatározó földinduktorral és a vízszintes térerősség abszolút mérésére alkalmas mágneses teodolittal.

2.1.2. A mágneses pulzációk regisztrálását 1960-ban indítottuk meg. Mind a műszerek, mind a regisztráló berendezések saját tervezésűek és kivitelezésűek (Csen Lu-szo, 1962). A regisztrálás 18 cm/óra papírsebességgel történik. A regisztrált adatok folyamatos feldolgozása olyan nagyméretű munka, hogy eddig csak rövid időszakok analizését lehetett elvégezni. Úgy látszik azonban, hogy a modern jelrögzítési eljárásokat kombinálva az elektronikus számítógépek gyors munkájával forradalmasítani lehet majd a pulzációs jelenségekre támaszkodó kutatást.

2.1.3. 1959-ben megkezdtük a földi áramok É—D-i és K—Ny-i irányú komponenseinek a regisztrálását (Nyitrai, 1961). 1967-ben azonban a félszigeten rádióállomást létesítettek, amelynek földelése a tellurikus áramok természetes alakulását annyira eltorzítja, hogy a földiáram megfigyeléseket nem érdemes folytatni.

Az elmondottakkal kapcsolatban felmerül az obszervatórium védettségének kérdése. Számos országban, pl. a Német Demokratikus Köztársaságban, törvény mondja ki, hogy geofizikai obszervatóriumok közelében nem szabad a földfizikai folyamatokat megzavaró ipari vagy egyéb létesítményt telepíteni. Hasonló intézkedések Magyarországon is kívánatosak.

2.2. Graviméteres regisztrálás

2.2.1. A Nemzetközi Geofizikai Év és az ezt követő Nemzetközi Geofizikai Együttműködés keretében 1957. április és 1960. május között minden negyedév első hónapjában graviméteres észleléssorozatot végeztünk a luniszoláris hatás vizsgálatára. A vizuális leolvasások Heiland-graviméterrel folyamatosan, félórás időközökben történtek. Az észlelések során el-

érhető pontosság 0,005 mgal volt. Az adatsort megküldtük a moszkvai és washingtoni nemzetközi gyűjtőközpontoknak. A mérésorozatot nemzetközi viszonylatban a legjobbak egyikének nyilvánították.

2.2.2. Ugyancsak vizuális észleléseket végeztünk graviméterrel az 1961. február 15-i napfogyatkozás alkalmával. A napfogyatkozás maximumának intervallumában a gravimétert 15 percenként olvastuk le. Az észlelt görbe menetében gravitációs abszorpció létezésére mutató változást nem tapasztaltunk (Aczél—Pintér—Bartha, 1963).

2.2.3. Gravitációs műszerparkunk 1965 nyarán egy Askania GS—11 regisztráló graviméterrel bővült. A műszert és a túlérzékenyített műszer részére minden vonatkozásban stabil mikroklímát, az egyenletes energiaellátást és zavartalan munkakörülményeket biztosító berendezéseket a központi épület alagsorában helyeztük el. A regisztrátum érzékenységi szorzója 3 mikrogal milliméter, a *luniszoláris hatás* tehát a regisztrátumon 20—30 cm-es amplitúdóval jelentkezik és részleteiben is jól elemezhető.

Már a gyártó cég is felhívta figyelmünket arra, hogy a műszer rugója hosszú idő alatt áll be stabil munkaszintjére, és ez a regisztrátumgörbe lassú eltolódását okozza. Ez a stabilizálódási folyamat még nem ért egészen véget, a változás azonban egyre kisebb, szabályosabb, és korrekcióba vehető.

Terveinkben szerepel a regisztrált adatok rendszeres kiértékelése, analizálása és továbbítása a nemzetközi gyűjtőközpontoknak.

A regisztráló graviméterrel, protonprecessziós magnetométerrel és még néhány később említendő eszközzel együtt bevonult az obszervatóriumba a legmodernebb elektronika. Elektronikus berendezéseink előnyeit azonban csak úgy élvezhetjük maradéktalanul, ha működésükhöz biztosítjuk az előírt optimális körülményeket.

2.3. Geotermikus vizsgálatok

1959-ben egy 100 méter mély fúróluk alján megkezdtük a *közethőmérsékletméréseket*. A mérés platinaszálas ellenállásmérővel történt. Minthogy ilyen mélységben a napi hőmérséklet-ingadozás már nem jelentkezhet, naponta csak egy leolvasást végeztünk. Az első kísérleti beállításban — habár a műszerek kapcsolásának ezt kompenzálni kellett volna — a mért értékeket erősen befolyásolta az észlelési helyiségnek a hőmérséklete. Ezért 1967-ben a berendezés felszíni részét az irodaépület alagsorában állandó hőmérsékletű helyen helyeztük el. Egyúttal a fúrólukba az eddigi egy hőmérő helyett 6 hőmérőt süllyesztettünk le 10, 40, 50 és 100 m mélységbe.

Ez az elrendezés lehetővé teszi, hogy elvá-

lasszuk egymástól a külső hőmérséklet napi, évi és ennél hosszabb periódusú ingadozásának a mélyebb szintek hőmérsékleti viszonyaira gyakorolt hatását.

A regisztrált adatok feldolgozását *Stegena* Lajos professzor irányításával az ELTE munkacsoportja végzi.

2.4. Ionoszféra-vizsgálatok

Ionoszféra vizsgálatokra 1965 nyarán kísérleti jelleggel üzembe állítottunk egy az *atmoszférikus rádióajt* 27 KHz-es frekvencián regisztráló *szférikus* berendezést. 1967-ben új, kétszobás faépületet állítottunk fel és a műszereket ide helyeztük. Az ionoszféra-vizsgálatok tudományos irányítója *Szemerédy* Pál. A műszerek az ő vezetésével az ELTE Geofizikai Tanszékének műhelyében készültek.

Először 1967 őszén történtek összemérések a kühlungsborni obszervatóriummal, és regisztráló állomásunk bekapcsolódott az európai ponthálózatba.

A *whistler* vevő-antennarendszer elkészült, a regisztráló magnetofon és automatika elkészítése folyamatban van. Az első felvételeket a közeljövőben feldolgozzuk, számításokat végzünk az ionoszféra elektronsűrűségére.

2.5. Szeizmológiai regisztrálás

1960-ban az ELGI Földrengésvizsgáló Osztálya kísérleti jellegű regisztrálásokat végzett egy 2500-as nagytávú kisperiódusú Krumbach ingarendszerrel. A vizsgálatok annak eldöntésére irányultak, hogy a Tihanyi-félsziget területe alkalmas-e *földrengésjelző állomás* létesítésére. A Krumbach-rendszerű inga regisztrátumán nem jelentkeztek olyan anomáliák, amelyek a normálistól eltérő talajnyugtalan-ságra utaltak volna.

Később a regisztrálást nagyobb nagytávú készülékkel is megismételték. Ezzel kimutathatóvá vált a Balaton hullámszála és a Balaton jegének a félszigetre gyakorolt feszítő hatása. E vizsgálatokból megállapítható, hogy a tihanyi obszervatóriumban történő szeizmológiai regisztrálás főleg ilyen speciális problémák megoldására lehet alkalmas.

2.6. Az obszervatóriumban folyó egyéb tevékenység

A következőkben két olyan kutatásról számolunk be, melyek az obszervatórium területén folynak, de művelésük nem kapcsolódik szorosan az obszervatórium feladatköréhez.

2.6.1. Kőzetfizikai vizsgálatok

1966-ban az obszervatóriumban kőzetfizikai laboratóriumot létesítettünk. Első lépésként a kőzetek *sűrűségének*, *szuszceptibilitásának* és

szeizmikus sebességének mérésére rendezkedtünk be (Sajti, 1967).

Tervbe vettük, hogy vizsgálatainkat az ország valamennyi területéről begyűjtött kőzetekre kiterjesztjük, és további paraméterek meghatározását is megindítjuk.

Az egyre növekvő adathalmaz különböző szempontok szerint történő gyors értékelésére csak úgy van lehetőség, ha az adatokat lyukkártyán rögzítjük, és a válogatást gépesítjük.

2.6.2. Paleomágneses vizsgálatok

1967-ben az ELTE Geofizikai Tanszékével kooperációban műhelyünkben elkészítettünk és a központi épületben felállítottunk egy asztalikus magnetométert és egy váltóáramú kőzetlemágnesező berendezést. Eszközünk jelenlegi érzékenysége mellett a magmás kőzetek *paleomágneses vizsgálatára* alkalmas. Vizsgálataink eredményét a földtani kutatás szolgálatába állítjuk.

*

Az obszervatórium fejlesztésében vezérlő szempontunk, hogy a kutatásban minden geofizikai tudományág képviselve legyen. Minthogy ma már a különféle szakterületek átfedése egyre nagyobb, összefonódásuk egyre erősebb, a tihanyi obszervatórium a rokon szakterületeknek is fontos bázisa. Az árapálykeltő erők graviméteres regisztrálása például ilyen — a geofizika és a geodézia határán mozgó — problémák megoldását is szolgálja.

Számos geofizikai és geodéziai műszer kísérleti munkáit végezték Tihanyban. Itt történtek az első sikeres mérések az Intézetben kifejlesztett Foerster szondával. A Magyar Optikai Művek munkatársai itt végzik terepi kísérleteiket a legmodernebb fizikai ismereteket kihasználó mérnöki műszerekkel.

Az obszervatórium területén kapott helyet az országban lévő Laplace-pontok egyike. A tihanyi Laplace-pont a geodéziai vizsgálatok egyik hazai bázispontja.

Az Eötvös-féle transzlatométerrel több alkalommal végeztünk különböző kísérleteket, 1967-ben pedig az eszközt regisztrálásra alkalmas műszerré képeztük ki, és kísérleti regisztrálásokat végeztünk.

Az Eötvös-féle kompenzátorral szintén folytak kísérletek.

Obszervatóriumunk az elmúlt 15 év alatt nemzetközi hírre tett szert. Tudományos adatcsere kapcsolatban állunk a világ legkülönbözőbb pontjain épült obszervatóriumokkal és részt veszünk azokban a nemzetközi összefogást igénylő munkákban, amelyek egy-egy nagyobb terület, vagy az egész Föld geofizikai problémáinak megoldására irányulnak.

IRODALOMJEGYZÉK

- Barta Gy., 1956: A Tihanyi Geofizikai Obszervatórium. Geofizikai Közlemények V. 2.
- Csen Lu-szo, 1962: Geomágneses pulzációs regisztráló berendezések tervezése. Geofizikai Közlemények XI. 1—4.
- Nyitrai T., 1961: A földi mágnes tér és földi áram periódusos változásainak kapcsolatairól (diplomaterv).
- Aczél E.—Pintér A.—*ifj. Bartha L.*, 1963: Gravitációs mérések az 1961. február 15-i napfogyatkozás idején. Természettudományi Közöny VII.
- Szemerédy P., 1963: Az atomfizikai magnetométerekről. Magyar Geofizika IV. 3—4.
- Sajti L., 1967: Jelentés a Tihanyi Obszervatóriumban végzett kőzetfizikai vizsgálatokról. ELGI Adattár.

Tervezés és dokumentáció az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben

Írta: Nagy Magdolna

Az ELGI tevékenységét évente műszaki és gazdasági terv szabja meg. Ez a terv azonban rugalmas kell, hogy legyen, mert a geofizikai kutatás szinte évenként szükségessé teszi az eredeti terv bizonyos változtatását.

A földtani kutatási témák tervezésénél törekvünk az, hogy a feladatokat optimális módszerkombinációval, a leggazdaságosabb módon oldjuk meg (komplex kutatás).

Földtani kutatásaink egyúttal keretei *módszerkutatásainknak*. Ezekben főleg új műszerek terepi alkalmazását vizsgáljuk, de gyakran nem a műszer újdonsága a lényeg, hanem ismert kutatási elemek újszerű csoportosításával próbálunk jobb eredményeket elérni.

A *műszerkutatások* tervezésénél legfontosabb követelmény a célszerűség: érdemes-e hazai viszonyok között a szóbanforgó műszert készíteni; megvan-e a külföldi értékesítés lehetősége, s ha nem, elhelyezhető-e a hazai piacon olyan mennyiségben, hogy megtérítse a befektetett munkát.

Érdekes helyzete van az Intézetben az ún. „*alapkutatásoknak*”. A legtöbb kutatási ág nál az alapkutatás valóban *alapja* az alkalmazott kutatásnak. Az ELGI-alan azonban alapkutatáson obszervatóriumi megfigyelésekhez kapcsolódó kutatásokat és szeizmikus földkéregkutatást értenek. Ezek egyikének sincs szorosabb kapcsolata sem a mi alkalmazott kutatásainkkal, sem az iparéival. Az említett témák *földfizikai* témák, amelyek egyéb témáinktól szinte távolabb állnak, mint pl. a földtani térképezés.

Az Intézet *Évi Terve* a kutatóosztályok, a Főkönyvelőség és az Egyeztető Osztály együttműködésével készül. A Központi Földtani Hivatal jóváhagyása után a terv végrehajtása kötelezővé válik. A terv végrehajtásának pénzügyi fedezetét részben az állami költségvetés, részben külső megbízások biztosítják.

A kutatási tevékenység logikusan elkülönülő elemei a *témák*. A témákat a *témalapokon* tartjuk nyilván [5/1963 (Tg. É. 5.) OT és 3/1968. (ápr. 22.) OMFB rendeletek szerint]. A témalap röviden tartalmazza a kutatás szintjét és jellegét, tudományos és gazdasági célját, hazai előzményeit, a témával kapcsolatos technikai és tudományos világszínvonal követelményeit. Felüntetjük rajta, hogy e követelményeket hogyan (milyen módszerrel) és milyen ütemben kívánjuk megvalósítani. A témalapot a *témafelelős* vezeti. A *komplex témákat* (ahol több

módszerrel kutatunk ugyanazon a területen) a *vezető témafelelős* koordinálja.

A témalapok adják az *Evi Jelentésnek* a nyersanyagát. Az Evi Jelentést úgy szerkesztjük, hogy a szakközönséget és a hatóságokat egyaránt tájékoztassa. Az Evi Jelentés szerves tartozékai a nagyrészt színes térképek, amelyek szemléletesé teszik a közölt kutatási eredményeket és hasznos tanácsadóul szolgálnak a geológusoknak.

Ha egy terület kutatását befejeztük, a végső értelmezést háromnyelvű (magyar, angol, orosz) monográfiába foglaljuk, mellékelve a szóbanforgó terület különböző módszerekkel készült színes térképeit, általában 100 000-es, vagy 50 000-es méretarányban (a térképkiadványokról külön számolunk be).

Az Évi Jelentésen kívül — a gyors információ végett, vagy szerződéses kötelezettségből — egyéb *jelentéseket* is készítünk. Minden jelentés 2—2 példányát *Adattárunkban* őrizzük és betekintésre vagy használatra minden illetékesnek rendelkezésére bocsátjuk. A Földtani Kutatás XI. 1. számában 1965-ig elkészült jelentéseink jegyzéke megjelent (Mozsolits, 1968). Az azóta elkészült jelentések jegyzékét később közöljük.

Az Adattár őrzi — inkább történeti emlékként, mintsem hasznos forrás céljából — mind az egyetem keretében működött hajdani Eötvös Intézet jelentéseit, mind a MAORT (Magyar Amerikai Olajipari Részvénytársaság) geofizikai szakjelentéseit is. Az Eötvös Loránd életével és működésével kapcsolatos személyes dokumentumokat egyelőre tihanyi geofizikai obszervatóriumunkban helyeztük el. Az Adattár nyilvántartási rendszere olyan, mint a modern könyvtáraké.

Az ELGI, sőt az egész ország *kiemelkedő* geofizikai munkáit dokumentálja mind földfizikai, mind földtani, mind pedig módszer- és műszertani vonatkozásban az ELGI hivatalos szaklapja: a *Geofizikai Közlemények*. Évenként rendszerint 4 számot jelentetünk meg. A nemzetközi érdeklődésre számotartó tanulmányokat angol és orosz nyelven közöljük, de minden tartalmi kivonat és ábraalírás háromnyelvű (magyar, angol, orosz). Időszakos kiadványaink: az ELGI (egyelőre szünetelő) *Évkönyve* és egyedi művek.

Az ELGI *Könyvtára* az ország legjelentősebb geofizikai szakkönyvtára. A könyv- és folyóiratállomány minden hazai elméleti és gyakor-

lati geofizikai kutatáshoz segítséget nyújt. Az állományt belföldről és külföldről, vásárlással és cserével gyarapítjuk. Kiadványaink cseréjével évente több ezer dollár értéket szerzünk, ill. takarítunk meg.

A Könyvtár könyvvállománya jelenleg 10 000. Ezenkívül a folyóiratok, fényképmások, mikrofilmek, különnyomatok és fordítások száma együttesen 30 000-re rúg.

A Könyvtár nyilvántartásának alapja az Egységes Tizedes Osztályozás (ETO). Ezen belül szerzők szerinti, téma szerinti és földrajzi csoportosítás van.

Az intézeti kutatók gyors és aktív szakirodalmi tájékoztatására, a legfrissebb szakirodalmat rendszeresen ismertető referáló-szolgálatot tartunk fenn.

Geofizikai térképek szerkesztése és kiadása

Írták: Komáromi István—Németh Lajos—Pollhammer Manóné

A geofizikai mérések eredményeit általában térképen ábrázoljuk. Ilyen módon válik egy-egy fizikai paraméterrel kapcsolatos értékrendszer szemléletessé és könnyen áttekinthetővé.

A geofizikai térképeknek következő változatait ismerjük:

1. Erőtérterképek, amelyek valamely természetes vagy mesterséges földi erőternek (erőtérkomponensnek) vagy potenciáltérnek, illetve ezek anomáliáinak időbeli és térbeli változását ábrázolják. Ezek közvetett földtani információt tartalmaznak.

2. Mélységtérképek, amelyeket egy-egy mesterséges erőter segítségével kapunk, vagy a potenciáltér anomáliáiból számítunk. Általában közvetlen földtani információt tartalmaznak.

3. Egyéb térképek, amelyeket az előbbi két csoportba nem sorolhatunk (pl. hatótérképek, szeizmológiai térképek).

Az egyes geofizikai térképfajtákat a felhasznált mérési adatmennyiség szerint a következőképpen osztályozzuk:

- regionális, az 1:500 000 és ennél kisebb méretarányú térkép;
- áttekintő, az 1:300 000—1:100 000 méretarányú térkép;
- részletes, az 1:50 000 és ennél nagyobb méretarányú térkép.

Minden méretarányú térképen olyan geofizikai eredmény ábrázolása indokolt, amelynél az adott méretarányú térkép 1 cm²-én legalább 1 észlelési adat van. Ennél ritkább adatrendszernél az interpolálás bizonytalan.

Hazánkban a rendszeres gravitációs és földmágnese mérések közel 70 éves múltat tekintenek vissza. A többi geofizikai módszer ennél lényegesen fiatalabb, 2—3 évtizede terjedt el.

A mérések eredményeinek térképi ábrázolását általában mindig elvégeztük, megjelentetésük azonban nem volt rendszeres. Nyomatásban megjelent geofizikai térképek csak a Geofizikai Intézet 1944-ig megjelent jelentéseinek mellékletei voltak, túlnyomóan az Eötvös-inga és a földmágnese ΔZ és ΔH mérések eredményeit ábrázolták.

Rendszeres, már a szomszédos országokhoz is csatlakozó térképsorozat kiadásának gondolata először 1957-ben, a földtani térképsorozat egységes szerkesztésével foglalkozó varsói nemzetközi tanácskozáson vetődött fel. Ezt követően a KGST Földtani Állandó Bizottsága 1963—66 közötti munkaulésein a földmágnese és a gravitációs térképszerkesztési és kiadási munkák egységesítésének alapelveit és módszereit dolgozta ki. Annak az oka, hogy az erőterterképek közül először az országos áttekintő földmágnese és gravitációs térképek szerkesztése vált időszerűvé az, hogy ezzel a két módszerrel az ország egész területe fel van mérve legalább 1:200 000 méretarányú megfelelő pontsűrűséggel. Mindkét térképsorozatot a KGST tagállamok közös megállapodása szerint Gauss-Krüger szelvényezésű 200 000-es térképlaponként adjuk ki.

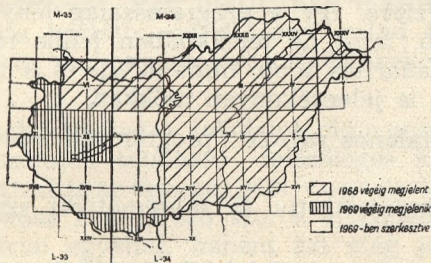
A földmágnese térképszerkesztési alapelvek kidolgozásakor figyelembe vették azt a körülményt, hogy a földmágnese tér állandó időbeli változása miatt a kiadványok teljes egységesítése az összes tagországban pillanatnyilag nem valósítható meg. A KGST instrukciói szerint az egységesítésre vonatkozó előírásokból egyelőre csupán a kiadványt nem késleltető körülmények kerülnek megvalósításra.

A térképeket az 1951—61-es években végzett — az egész ország területére kiterjedő — 1,5 km közű áttekintő ΔZ mérési hálózat, helyenként ennél kisebb közű részletmérések ered-

ményeit ábrázoló térképek vázlatosításával szerkesztettük. Alapponti és áttekintő méréseinket a hazai és tíz környező országban lévő obszervatóriumok adataiból, az erre az időre megállapított szekuláris változás tekintetbevételével egységes szintre redukáltuk és anomáliaértékeinket az 1950-ben meghatározott normálszintre vonatkoztattuk.

Az anomáliavonalakat az anomáliák nagyságának függvényében, 10—100 γ értékközzel ábrázoltuk. Színezésük 50—100 γ -nként egy-egy árnyalattal történt. A negatív értékeket zöld, a pozitívokat a sárgán át a piros szín jelzi.

Az ilyen módon szerkesztett ΔZ anomáliatérkép az országos áttekintő földmágneses térképsorozat főterképe; méretaránya 1:200 000. A térképlap peremén foglal helyet 1:750 000 méretarányban a függőleges és vízszintes térerősség, a deklináció és inklináció normális értékeinek, valamint a függőleges térerősség évenkénti változásának és a földmágneses anomáliákat okozó hatóknak a térképe.



1. ábra: A földmágneses és gravitációs térképek kiadásának helyzete 1969 októberében

Az országos áttekintő gravitációs térképeket szintén a KGST megállapodás szerint készítjük. A szerkesztés a mérési anyag egységes szempontok szerinti feldolgozásával a gravitációs alaphálózatra támaszkodva történik. Főterképünk 1:200 000 méretarányban a Bouguer-anomáliatérkép. Szerkesztése a gravimétermérések alapján készült, de ahol nem volt korszerű gravimétermérés, ott az Eötvös-inga méréseknek a Bouguer szintre redukált eredményeit használtuk fel. A gravimétermérések feldolgozása az ország egész területén potsdami rendszerben, Cassinis-féle normálértékkel, az Adriai-tenger szintjére vonatkoztatva, $\sigma = 2,0 \text{ g/cm}^3$ sűrűséggel történt. A Bouguer-anomáliaképet az állomások helyének és anomáliaértékeinek feltüntetése nélkül 1 mgal-os értékközű izovonallakkal ábrázoltuk. A térkép színes: a negatív értékeket a kékeszöld, a pozitívokat sárga átmenettel a vörösbarna szín árnyalatai jelzik 5 milligalonnként. A melléktérképek méretaránya 1:750 000; az I. és II. rendű gravitációs alaphálózat pontjainak felhasználásával készültek; az észlelt „g” értékek térképe és a Faye-anomáliatérkép vázlatos topográfiai alappal. Az izo-

vonalak értékköze mindkettőnél 5 mgal, az előbbinél a színezés 50 mgalonnként történik sárga-vörösbarna átmenettel, az utóbbinál a színezés megegyezik a Bouguer-anomália térképével. A térképlap a magyarító ábrákon kívül tartalmaz még egy jellemző földtani vagy szeizmikus szelvényt a hozzátartozó Bouguer-anomália szelvényvel együtt.

Az országos földmágneses és gravitációs 1:200 000 térképsorozat szerkesztése és kiadása 1963-ban kezdődött és 1970-ben fejeződik be, a mellékelt ábra szerint.

1964-ben adtuk ki a Mecsek és a Villányi hegység földmágneses, gravitációs és medencealjzat térképét 1:100 000 méretarányban színes nyomtatásban. A ΔZ és Bouguer-anomáliatérkép szerkesztése a fent leírt módon történt.

Magyarország földmágneses térképe 1:500 000 méretarányban 1966-ban ugyancsak megjelent. A térkép színes nyomtatású, a függőleges térerősség anomáliáit tünteti fel, amely az alaphálózat ideiglenes kiegyenlítésével, a szekuláris változás tekintetbevételével készült. Egyebekben a térképet a 1:200 000-es kiadványnál említett szempontok szerint szerkesztettük.

Posgay Károly szerkesztésében 1966-ban adtuk ki „A magyarországi földmágneses hatók áttekintő térképét”-t 1:500 000 méretarányban. Ezen a térképen a különböző korú hatók különböző színnel vannak jelölve, a mélység és a számított dőlésirány feltüntetésével.

Magyarország átlagmagasság-térképét 1967-ben, az ország átlagos Faye-anomália térképét 1968-ban adtuk ki, mindkettőt 1:1 000 000 méretarányban.

Az Intézet Évi Jelentésének mellékleteként 1966-ban és 1967-ben nyomtatott színes medencealjzatterképeket bocsátottunk ki:

- 1966: „A bicskei medence triász időszak medencealjzatának domborzati térképe”;
 1967: 1. „A harmadidőszaki képződmények aljzatának domborzati térképe a bicskei medencében”;
 2. „A nyírad—devecseri medence triász időszak medencealjzatának domborzati térképe”;
 3. „A szápár—móri medence triász-jura időszak aljzatának domborzati térképe”.

Ezek a térképek 1:50 000 méretarányban készültek. A térképlapokon néhány jellemző geofizikai-földtani szelvényt is elhelyeztünk.

Az Intézet 1966., 1967. és 1968. évi jelentéseit általában 1:100 000 méretarányú színes térképpel tettük szemléletesebbé.

Terveink:

Újabb tájegységi monográfia érlelődik: a *Dunántúli Középhegység*. Ennek térképmellékletei hasonlóak lesznek a Mecsek-monográfia mellékleteihez.

Végül: nem adtuk fel az 1:1 000 000 méretarányú *geofizikai atlasz* tervét.

Geofizikai adatok gépi ábrázolása

Írta: Dr. Zilahi-Sebess László

A geofizikai információfeldolgozás automatizálásának egyik döntő mozzanata a kiinduló adatok, ill. eredmények gépi ábrázolása. A követelményektől függően világszerte számos megoldást alkalmaznak.

A digitális adatfeldolgozó berendezések geofizikai igénybevétele óta az ábrázolás mindig központi probléma volt. A hozzáférhető hazai digitális adatfeldolgozó berendezések geofizikai célokra való igénybevétele is szorosan összefüggött ezzel.

Bár hazánkban a gépi adatfeldolgozó berendezések geofizikai célokra (mágneses és termikus adatok feldolgozására) való alkalmazása már 1955-ben megkezdődött, nagyobb méretű felhasználásokra csak akkor került sor, amikor a számított eredményeket géppel is lehetett térképileg ábrázoltatni. A gépi rajzoláshoz mind a mai napig a ZUSE Graphomat-ot használjuk (a szeizmikus szelvények kivételével).

Igénybevétele, bár a legfontosabb szubrutinokat már az első feladat megoldásához ki kellett dolgozni, programozási nehézségekbe ütközött.

A gépi rajzoló feladatok bonyolultságukban általában meghaladták a matematikai jellegűeket s a programozók leleményességét is jobban próbára tették. Ez, amellet, hogy egy-egy algoritmus, illetve program elkészítése jelentős időt kívánt meg, sok esetben azonos programrészletek többszöri kidolgozásával is járt, és a kevésbé rutinos programozók nem is vállalkozhattak gépi rajzoló feladatok megoldására. A fentiek alapján célszerűnek látszott egy olyan általános rajzoló szubrutinrendszer kidolgozása, amely lehetőleg valamennyi, a gyakorlatban előforduló, gépi rajzoló feladat programozását jelentős mértékben egyszerűsíti s így egyrészt a kevésbé gyakorlott programozók számára is lehetővé teszi rajzoló feladatok megoldását, az algoritmusok kidolgozását egyszerűsíti, automatizálja és gazdaságossá teszi.

Az általános rajzoló programrendszert fokozatosan építettük ki, s bár azon mindig van továbbfejleszteni való, már a gyakorlatban is felhasználható. Sajnos itt is érvényesül az az elv, hogy minél több segítséget nyújt egy programrendszer, annál nagyobb helyet foglal el a gép memóriájából. Jelen esetben a programlépések száma meghaladja a 3000-et, és az adatok és programparaméterek számára le kellett foglalni az egész II. ferritmémóriát (4096 szó).

Mint hogy a MINSZK—2 központi memóriakapacitása mindössze 8192 szó, a rendszer to-

vábbfejlesztése csak a mágnesszalagos memória igénybevételevel lehetséges és a főprogramok számára mindössze 1000 szó maradt. A gyakorlatban sok esetben már nem is szükséges programot készíteni, ha lyukszalagon a rendszernek megfelelő módon vannak rögzítve az alapadatok a rajzoláshoz.

Egyrészt az 1000 szó tárolókapacitás az esetek többségében elegendő, másrészt a II. ferrit tárolókapacitása átmenetileg felhasználható, és az általános rajzoló programrendszerben is vannak olyan tárolóterületek, amelyeket a feladatoktól függően fel lehet használni. Pl. olyan szubrutinok területét, amelyekre az aktuális feladat megoldása szempontjából nincs szükség.

A program, mérete és várható gyakori alkalmazása miatt, lyukszalagon bináris formában van rögzítve. Így a programszalag lényegesen rövidebb, mint ha telexkódban lenne rögzítve (a megtakarítás több, mint 50%), és a beolvási idő is jelentősen csökken.

Az általános rajzoló programrendszer főbb részei:

- I. Adminisztratív és matematikai szubrutinok.
- II. Egyenest és írásjeleket rajzoló szubrutinok.
- III. Négyzethálózat pontjaiban adott függvény adott izovonalait meghatározó program.
- IV. Törésmentes görbe rajzolását biztosító szubrutin.
- V. Gépi rajolásban leggyakrabban előforduló műveletek szubrutinjai.
- VI. Rendezetlen pontokban adott függvényértékek alapján négyzethálózatos adatrendszer számítása.

I. Adminisztratív és matematikai szubrutinok

Ez a programrendszer szinte teljesen azonos az évek óta gyakorlatban felhasznált ADMINISZTRÁTOR programrendszerrel. Tartalmazza a legfontosabb input és output műveleteket és az elemi matematikai függvényeket számító szubrutinokat, megkönnyíti a programok gépi ellenőrzését. Eltérés két helyen jelentkezik.

1. A telex-kódos „b” betű, ill. „?”, amely az ADMINISZTRÁTOR rendszerben vakjel, itt az utána következő integer típusú számtól függően speciális gépi rajzoláshoz szükséges funkciókat vált ki.

2. Az integer számok kilyukasztása lyukszalagra „.” végjel helyett „,” végjellel történik.

II. Egyenest és írásjeleket rajzoló szubrutinok

A gépi rajzolás alapvető szubrutinja a két pontot összekötő egyenes rajzolását vezérlő szubrutin. A Graphomat csak olyan egyeneseket tud rajzolni, amelyeknek az egyik végpontját origónak tekintve a másik végpontja

$$x = n \cdot v_x$$

$$y = n \cdot v_y$$

alakú, ahol n , v_x , v_y egész számok és eleget tesznek az

$$1 \leq n \leq 16$$

$$-15 \leq v_x \leq 15$$

$$-15 \leq v_y \leq 15$$

egyenlőtlenségeknek. Az x és y koordinátái $1/16$ mm egységben értendők. Tehát, ha $x=32$, akkor ez a rajzon 2 mm-t jelent.

A két pontot összekötő egyenes gépi megrajzolásának problémája az előzőek alapján az, hogy az x , y értékek nem vehetnek fel tetszőleges értékeket. Egy utasításnak megfelelő elmozdulás korlátos mind irány, mind nagyság szerint és csak meghatározott értékeket vehet fel.

A szubrutin azt a feladatot oldja meg, hogy a rajzasztalon található tetszőleges két pont közt biztosítja az egyenes gépi megrajzolását. Ez az egyenes nem a szó szoros értelmében vett geometriai egyenes, hanem azt elég jól megközelítő egyenesdarabok sorozata. Ez alatt azt értjük, hogy a gépi egyenes pontjai nincsenek valamilyen megengedett távolságnál távolabb a rajzolando egyenestől. A program számára megadható maximális hiba-távolság nagyobb kell, hogy legyen, mint $\sqrt{2/32}$ mm

Azt, hogy a gépi egyenes mentén valóban történjék is rajzolás, az dönti el, hogy a rajzófejek fel vannak-e emelve, vagy valamelyiket süllyesztettük.

A görbevonalú alakzatokat szintén egyenes szakaszokból kell összeállítani.

A szöveg- és számíráshoz ki kellett dolgozni a betűk és számok Graphomat-utasításait. Az írásjelek jelzésére 3 jegyű oktális számokat használunk. A többjegyű számok rajzolására program készült. A széleskörű alkalmazhatóság érdekében az írásjelek és számok rajzolását irányító szubrutinok úgy készültek, hogy az írásjelek lineárisan transzformálhatók legyenek a végrehajtás előtt, tehát nyújthatók, zsugoríthatók és forgathatók az alakzatok. A szubrutinrendszer jelkészlete a 10 számjegy, az előjelek, a kis és nagy latin betűk és a szokásos írásjelek.

III. Négyzethálózat pontjaiban adott függvény izovonalait meghatározó program

Ha a számítások során már ismert egy kétváltozós függvény egy rácshálózat pontjaiban, akkor közelítőleg megrajzolhatók az izovonalai. Az exakt szintvonalak megrajzolásához ismerünk kellene a folytonos $f(x, y)$ függvényt és meg kellene határozni azoknak a görbéknek a pontjait, amelyekben az $f(x, y)$ függvény adott értékeket vesz fel.

A gyakorlatban az $f(x, y)$ függvényt nem ismerjük. A legegyszerűbb azt feltételezni, hogy egy-egy négyzet belsejében a függvény már jól közelíthető lineáris függvényvel (ez azonban a legtöbb esetben szemmel láthatólag nem teljesül). Valamivel enyhébb feltétel a következő: az elemi négyzeteket átlójuk segítségével két háromszögre bontjuk, s azt írjuk elő, hogy a két háromszög területére külön-külön teljesüljön a linearitás feltétele. Minthogy három különböző ponton át mindig egyértelműen fektethető át egy síkfelület, három pontban adott függvényértékhez egyértelműen rendelhető lineáris függvény. Így látszólag minden rendben van, mert a lineáris függvények izovonalai egyértelműen számíthatók, a szomszédos elemi háromszögeknél az izovonalak csatlakoznak egymáshoz, tehát folytonos vonalakat nyerünk izovonalakként.

Feltételezésünk azonban az $f(x, y)$ függvényvel kapcsolatosan a legtöbb esetben helytelen s ez abban jelentkezik, hogy az izovonalak, bár folytonosak, az esetek többségében hirtelen változtatnak irányt, azaz jól kivehető töréspontjaik vannak. Ezeknek a töréspontoknak az eltüntetése a gépi térképrajzolás egyik problémája. Ha a rácshálózat valamilyen ok miatt tovább nem sűríthető, akkor a rácshálózat vonalain található metszéspontok rögzítésével olyan interpolációt kell alkalmazni, amely biztosítja a pontokon átmenő görbe törésmentességét, és a pontok közti görbeszakaszok hossza lehetőleg minimális.

IV. Törésmentes görbét rajzoló szubrutin

Az egymásután következő pontjaival adott görbe gépi rajzolásánál interpolációs eljárást kell választani, amelynek segítségével a megrajzolando folytonos görbét definiáljuk. Ezt a görbét közelíti meg a gép által rajzolt görbe. Kérdés, milyen interpolációs eljárást választunk. Ha az adott pontok közt a lineáris interpolációt választjuk, a legtöbb esetben indokolatlanul szögletes rajzot kapunk (bizonyos feladatoknál, pl. egy négyzet rajzolásánál az egyenesszakaszok alkalmazása indokolt).

A törésmentes görbét rajzoló szubrutinhoz a következő interpolációs eljárást választottam:

Megrajzolandó egy síkgörbe, amely rendre az $(x[1], y[1]); (x[2], y[2]); \dots (x[N], y[N])$ pontjaival adott.* Mind az $x[i]$, mind az $y[i]$ koordinátákat felfoghatjuk mint egy közös t paramétertől függő egyváltozós függvényeket. A t paraméter megválasztási módját a következő táblázat szemlélteti.

Koordináták		a hozzájuk tartozó paraméter értéke	
$x[1]$	$y[1]$	0	$=t[1]$
$x[2]$	$y[2]$	$r_{1,2} = \sqrt{(x[2]-x[1])^2 + (y[2]-y[1])^2}$	$=t[2]$
$x[3]$	$y[3]$	$t_2 + r_{2,3}$	$=t[3]$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$x[N]$	$y[N]$	$t[N-1] + r[N-1, N]$	$=t[N]$

ahol $t[i] = t[i-1] + r[i-1, i]$ és

$$r[i-1, i] = \sqrt{(x[i]-x[i-1])^2 + (y[i]-y[i-1])^2}$$

(az $i-1$ és az i pont távolsága).

Így két egyváltozós függvény áll a rendelkezésünkre táblázatos alakban:

a)	$t[1]$	$x[1]$	b)	$t[1]$	$y[1]$
	$t[2]$	$x[2]$		$t[2]$	$y[2]$
	\vdots	\vdots		\vdots	\vdots
	$t[N]$	$x[N]$		$t[N]$	$y[N]$

Keresendő az az $x[t]$, $y[t]$ két egyváltozós folytonos függvény, melyre sorban fennállnak az

$$x(t[1]) = x[1]; y(t[1]) = y[1]$$

$$x(t[2]) = x[2]; y(t[2]) = y[2]$$

$$x(t[N]) = x[N]; y(t[N]) = y[N]$$

azonosságok, és a $t[1], t[2], \dots, t[N]$ paraméterértékek helyén a koordinátagörbék első és második differenciálhányadosai is folytonosak. Ezt a feltételt úgy teljesítettem, hogy minden paraméter szakaszon (kivéve az elsőt és az utolsót) az interpoláló függvényt két másodfokú függvény súlyozott közepeként definiáltam. Vegyünk négy egymásutáni pontot, ahol ismerjük a függvényértékeket. Másodfokú interpoláció alkalmazása esetén a második és harmadik pont közti szakaszra két függvényt is meghatározhatunk (az 1., 2., 3. illetve a 2., 3., 4. pont alapján). Jelöljük ezeket $P_1(x)$ és $P_2(x)$ -el. Természetesen eleve fennállnak a

$$P_1(x_2) = P_2(x_2)$$

$$P_1(x_3) = P_2(x_3)$$

egyenlőségek, hiszen a 2. és 3. pontot mindkét

interpoláció felhasználta. Ezután a felhasznált $P(x)$ függvény definíciója:

$$P(x) = \lambda_1(x)P_1(x) + \lambda_2(x)P_2(x).$$

A $\lambda_1(x)$ és $\lambda_2(x)$ függvényeket úgy választottam meg, hogy az (x_2, x_3) intervallumon $\lambda_1(x) + \lambda_2(x) = 1$, és teljesülnek a

$$P'(x_2) = P_1'(x_2)$$

$$P''(x_2) = P_1''(x_2)$$

$$P'(x_3) = P_2'(x_3)$$

$$P''(x_3) = P_2''(x_3)$$

egyenlőségek is.

V. A gépi rajzolásban leggyakrabban előforduló műveletek szubrutinjai

Az „Általános Rajzoló Programrendszer” főbb szubrutinjai az alábbiak, amelyeket lyukszalagról ?n, alakú karakter sorozattal lehet kiváltani, vagy a

—10 00 <n> 0256

—31 00 2450 2456

behívó utasításokkal, gépi kódos programban való felhasználás esetén. Az egyes n értékek által kiváltott műveleteket táblázatos alakban közlöm.

n a kiváltott művelet

0	rajzolófejek felemelése
1	az 1. rajzolófej süllyesztése
2	a 2. rajzolófej süllyesztése
3	a 3. rajzolófej süllyesztése
4	a 4. rajzolófej süllyesztése
5	„rajzolás stop”
6	görbeolvasás (n, x[i], y[i]); $1 \leq i \leq n$
7	görberajzolás izoérték beírásával
8	görberajzolás izoérték írás nélkül
9	görbeolvasás (x[i], y[i]), n ismeretlen
10	a görbe koordinátájának vége
11	görbeolvasás izoértékekkel együtt (f, n, x[i], y[i]) $1 \leq i \leq n$
12	t, (betűnagyság mm-ben)
13	λ_x, λ_y szorzótényezők beolvasása
14	a görbe koordinátatömbjének szorzása λ_x, λ_y -al
15	equidistans pontokban adott függvényértékek olvasása ($\Delta x = 1$) A pontok száma adott (N, y[i]), $1 \leq i \leq N$
16	koordinátákkal (x[i], y[i]) adott görberajzolása (olvas, szoroz és rajzol)
17	equidistans pontokban adott görbe y[i] értékeinek szorzása és rajzolása ($\Delta x = \lambda_x$; $y[i] = y[i]x^{\lambda_y}$)
18	ugyanaz mint a 17, de a függvényértékek számát meg kell adni N, y[i]
19	x, y, pontkeresés fejemeléssel

* A szögletes zárójelben lévő kifejezések indexek, mint az angol nyelvben.

20 p, q, az írás irányának megadása
21 r az r integer szám kirajzolása
22 kód1, kód2, kód3, kód4 szövegíratás
A kód [i] 12 jegyű oktális szám, 4 karakter kódolására elegendő oktális rendszerben. A szöveg vége kód 777

23 x, y, origókijelölés

Ha a koordináták száma nem adható meg előre, akkor az $n=10$ esetét kell alkalmazni (?10).

VI. Rendezetlen pontokban adott függvényértékek alapján négyzethálózatos adatrendszer számítása

A geofizikai térképek megrajzolása a leggyakrabban a terepi viszonyoknak megfelelő szabálytalanul elhelyezkedő pontokban adott függvényértékek alapján történik. Ez esetben kétféle utat követhetünk:

a) elkészítünk egy háromszöghálózatot, s ennek az alapján kíséreljük meg a gépi ábrázolást;

b) gépi interpolációval négyzethálózat sarokpontjaiban meghatározzuk a függvényértékeket, s ezután már csak az interpolációval nyert adatrendszert ábrázoljuk.

A program kidolgozásánál a második utat választottam. A gépi interpolációra számos út kínálkozik. A legjobb eljárást kiválasztani nem könnyű, mert az az adatrendszernek és a célnak a függvénye.

A választott eljárás a következő. A kiválasztott rácspont környezetét a ponton átmenő egyenesekkel 8 szektorra bontjuk. Minden szektorban meghatározzuk a legközelebbi pontot és az így rendelkezésünkre álló függvényértékekből súlyozott közepet képezünk. A súlyszámok a kiválasztott pontoknak a rácsponttól mért távolsága négyzetének a reciprokértéke. Ez az eljárás ritkán mért területen is ad rácspontteli függvényértéket, mert kiinduló értéként a program feltételezi, hogy igen nagy távolságra (10^8 egység) létezik egy zérus függvényértékű pont. Ezzel az eljárással ott is függvényértéket kapunk, ahol az a mérések alapján nem indokolt. Az indokolatlan extrapoláció elkerülésére feltételek építhetők be, amelynek alapján kizárhatók azok a rácspontok, ahol a súlyszámok összege egy meghatározott számnál kisebb marad.

A program mérete a MINSZK—2 központi memóriájához képest igen nagy. Jelentősebb mértékű alkalmazása rövidesen várható. Remélhetőleg sok segítséget nyújt majd a geofizikai információk gépi feldolgozásához.

A geofizikai nevezéktan problémái

Írta: Dr. Lendvai Károly

Az alkalmazott geofizika terebélyesedésével rohamosan gyarapszanak terminusai. Elsősorban ezzel magyarázható, hogy a geofizikával valamelyest is intenzíven foglalkozó valamennyi országban egyre sűrűbben vetődnek fel a geofizikai nevezéktan kérdései.

Néhány példa kellően bizonyítja ezt.

Az USA-ban a több, mint egy évtizede megjelent „Glossary of Geology and Related Sciences” (American Geological Institute) már tartalmazott bizonyos mennyiségű geofizikai címszót. A „Glossary” tervbevelt új kiadásához újból a Society of Exploration Geophysicists-t kérték fel a bővített anyag összeállítására. Így készült el Dr. R. E. Sheriff szerkesztésében a „Glossary of Terms Used in Geophysical Exploration”, amely angol nyelven főleg az USA-ban használatos több ezer kifejezést és ezek értelmezését adja meg (Geophysics, 1968. február). A megnyilvánult nagy érdeklődés miatt az első kiadásra érkezett szépszámu észrevétel és javaslat alapján 1969-ben a Geophysics újból közölte ezt a szótárt, az azt bővítő „Addendum”-mal együtt.

A Szovjetunióban 1964-ben jelent meg I. K. Kupalov-Jaropolk és A. Sz. Petuhov „Anglorusszkij geolog-geofiziceszkij szlovarj” c. szótára. Ez 25 000 címszót foglal magában, s a kisebb-nagyobb mértékben geofizikai terminusokat is tartalmazó korábbi rokonszakmai szótárak és szerényebb geofizikai „házi”-szótárak után szovjet viszonylatban először gyűjtötte össze valamennyi hozzáférhető és általában használatos geofizikai (és kapcsolódó földtani) kifejezést, vállalati elnevezést és rövidítést. Értelmező szöveget nem ad.

Angliában 1967-ben adták ki S. K. Runcorn professzor kétkötetes geofizikai szótárát, 1700 oldalon, 700 cikkel, 300 tudós közreműködésével. Szabatos fogalom-magyarázatai és illusztrációi révén minden geofizikus számára alapvető jelentőségű munka.

Geofizikai szöszedet, illetve értelmező szótár több országban, így pl. a Csehszlovák Szocialista Köztársaságban (Ustav Užité Geofyziky, Brno) és az NDK-ban (VEB Geophysik, Leipzig) készül.

A KGST Földtani Állandó Bizottsága X. ülésén javaslat készült az alkalmazott geofizikában használatos szakkifejezések, meghatározások, jelölések és értékek egységesítéséről, egységes nevezéktan kidolgozásáról. Az 1968. évi XI. ülésen hozott határozat témakoordináló országként a Szovjetuniót (VNIIGeofizika), a szeizmikus téma szervező-országgként az MNK-t jelölte ki. A szótár első tervezete 1968-ban, a

definíciós második változat 1970 elején készült el.

A magyar geofizikusoknak egyébként sem kell szégyenkezniük ezen a téren sem. A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1966-ban létrehozta Nevezéktani Bizottságát. Kezdeményezésére 1967-ben megjelent a Geofizikai Értelmező Szótár első próbafüzete (Lendvai Károly: Szeizmika), a magyar címszavak és értelmező szöveg mellett angol, orosz és német megfelelőikkel. A második hasonló próbafüzet (Czottner Sándorné—Deres János—Karas Gyuláné: Karotázs) 1968-ban látott napvilágot. Most készül szöszedet az elektromos, a gravitációs és a mágneses módszerek, valamint a számítástechnika anyagából, és folyik a szeizmikus és a karotázs-anyag kiegészítése. A Geofizikai Értelmező Szótár teljes anyaga — természetesen továbbfejleszthető formában — előreláthatólag 1970 folyamán készül el.

A Geofizikai Értelmező Szótár kis példányszámban az illetékes szakembereknek megküldött próbafüzeteire nagyon kevés észrevétel, kritikai megjegyzés, javaslat érkezett. Ezzel szemben pl. a Geofizikai Intézet könyvtárában a rendelkezésre álló néhány példányt állandóan használják a szakirodalmat olvasó, szakcikkeket fordító kutatók. Ez egyrészt arra mutat, hogy az arra hivatottak közül még kevesen ismerték fel a kérdés fontosságát. Másrészt pedig arra, hogy egy ilyen szótárt erősen igényel a geofizikus-társadalom, főleg a fiatal kutatók rétege. A teljes szótár kiadását már ez is indokolja.

A nevezéktannal való fokozott foglalkozás igényének több forrása van.

Mind hazai, mind pedig nemzetközi viszonylatban sűrűn tapasztalhatjuk, hogy sokszor még ugyanazon intézmény, vállalat geofizikusai sem használnak egységes nevezéktant. Egyes terminusok nemismerése vagy helytelen használata sokszor zavarólag hat tárgyalásoknál, szakirodalmi publikációk olvasásakor, szakelőadásoknál. Indokolt tehát valamennyi terminust — hogy így mondjuk: a szak-szinonimákat is — összegyűjteni, helyes és szabatos értelmezéssel, a nyelvi és szakmai helyességre vonatkozó megjegyzéssel ellátva közrebocsátani. Ugyanezt az egyes nyelvek egymásközi vonatkozásában is célszerű megtenni, tehát szükség van többnyelvű geofizikai szótárra is, azoknak a nyelveknek a bevonásával, amelyeken a legtöbb és legnagyobb súlyú szakirodalmi munka általában megjelenik, illetve azoknak az országoknak a nyelvén, amelyekben viszonylag legintenzívebben foglalkoznak gyakorlati geofizikával.

Nyilvánvalóan törekednünk kell arra is, hogy a fogalmak pontossága mindegyik ilyen nyelvnél érvényesüljön. Ez azt is jelenti, hogy törekednünk kell az egyes nyelveken megjelenő értelmező szótárak összehangolására. Ilyen irányú tevékenység már folyik is bizonyos mértékben, egyrészt a már említett KGST-szótárral kapcsolatban, másrészt német, csehszlovák és magyar szakemberek között. Az utóbbi kapcsolat meglehetősen vékonyszálú; intézményesítése nélkül kellő eredmény nem várható. Nyílt kérdés a nyugati országokkal — ezekben elsősorban a Society of Exploration Geophysicists-szel (SEG) és az European Association of Exploration Geophysicists-szel (EAEG) — való együttműködés kérdése.

A geofizikai módszerek gyors fejlődése egyre több tudományággal — pl. a nukleáris fizikával, a matematikával, stb. — fúzi szorosabbra kapcsolatainkat. Ez fontosabbá teszi a kifejezések, fogalmak egyeztetését ezekkel a tudományágakkal, valamint az egyes ágakból átveendő terminusok megszürését.

Régóta vitatott a magyar geofizikai terminusok nyelvi helyességének és szabatoságának, illetőleg annak a kérdése, hogy egyes — eredetileg idegennyelvű — terminusokat változtatlanul, vagy pedig magyarra fordítva, illetve a magyarban meghonosítva használjuk-e.

Csupán illusztrációképpen említünk meg néhány példát.

Sűrűn beszélünk szeizmikus „szelvényről” (profil, Profil, profilj), holott rendszerint nem erről, hanem annak függőleges vetületéről, a mérési vonalról (szelvényvonalról) (seismic line, Messlinie, linija profilja), vagy még többször a szelvényt és egy vagy több szeizmikus határfelület metszsvonalát vagy vetületét magában foglaló metszetről (section, cross-section, Schnitt, razrez) van szó.

Ma is gondot okoz annak a terjedési időnek a szabatos megjelölése, amely alatt a szeizmikus hullám a robbantólyuk mentén a lyukban levő gerjesztési (robbantási) ponttól a lyuk szájánál elhelyezett szeizmométerig eljut (uphole-time). Használják erre a vertikális idő megjelölést (holott az jelezheti a reflektáló határfelülettől a felszínig vertikális sugár mentén haladó visszavert hullám terjedési idejét), a lyukszáji idő kifejezést (holott ez a lyuk szájánál elhelyezett szeizmométeren észlelt bármely hullám terjedési ideje lehet), a felidő szót (holott ez a szó semmiféle értelmes fogalmat nem takar, s nem is magyar szó), és a lyukmenti idő megjelölést is. Egységes kifejezésben a szeizmikusok még nem állapodtak meg.

Vitatkozunk arról, hogy a *stacking* szót eredeti alakjában vagy magyarra fordítva használjuk-e (halmozás, összegzés); inkább hajlunk a meghonosított eredeti használatára. Hasonló a *real time* is, amely „valódi idő” ugyan, de angol alakjában már meghonosított a számí-

tástechnikában. Némileg más a *ghost* (ghost reflexion) helyzete, mert nyugodtan használhatjuk a szellem-reflexió, helyesebben *kísértet-reflexió* szót az eredeti helyett. Valószínűleg bármelyik alakjában használhatjuk az olyan szót, mint a *karotázs* (magyarosan és nem két t-vel, hiszen a francia kettős t egyszeres t-hangot jelöl), vagy *mélyfúrású geofizika* avagy geofizikai *lyukszelvényezés* (well logging).

Beszélünk *digitalizálásról*, s ezzel egyesek a *digitálás* szót szegezik szembe helyesként. Az igazság valószínűleg az, hogy ha egy rendszert vagy eljárást digitálissá teszünk, az digitalizálás; ha pedig egy mennyiséget digitékké (bináris kódokká) alakítunk, illetve ha digiteket hozunk létre, az digitálás. A kettő nem ugyanaz.

A pongyolaság sem idegen geofizikai nyelvünktől. *Labor*-t mondunk laboratórium helyett akkor is, ha nem „belső” használatról van szó, ahol a „pongyola” még megengedhető (a *labor* szó latin, jelentése: munka, fáradság). „Magnós” észlelésről beszélünk, holott magnó-nak nyelvünk a hétköznapi használatú, szóraközsára vagy tanulásra szolgáló *magnetofon*-t mondja. Helyesebb — bár hosszabb — a mágnesszalagos (vagy éppen mágneses) észlelésről, feljegyzésről, jel- vagy adatrögzítésről beszélni.

Ilyen s hasonló problémák sokaságát sorolhatnánk fel.

Nem hisszük, hogy ezeknek a problémáknak — nyilván szakadatlan — megoldását célszerű lenne egyetlen intézményre bízni, légyen ez egy bizottság vagy szerkesztőség. *Kell* nevezéktani bizottság, amely többé-kevésbé állandóan foglalkozik ezekkel a kérdésekkel, és *kell* a geofizikai terminusok, valamint fogalmak tömegének egységes és gyakorlatilag felhasználható formába öntése, tehát geofizikai szótár, illetve szerkesztőség. De mindkettő munkája csak akkor lehet eredményes, célszerű és „élő”, ha a geofizikai nyelvet előszóban és írásban használók — tehát a geofizikus-„társadalom” tagjai — is résztvesznek ebben a valószínűleg soha le nem zárható munkában.

Ezt a közös tevékenységet egyelőre az időről időre megjelenő szótár-részeknek az eddiginél alaposabb megvitatásában, kritizálásában, továbbá nevezéktani problémáknak nyilvánosan, tehát pl. egyesületi klubdelutánokon való felvetésében és megvitatásában, végül több ilyen témájú cikk, glossza megjelentetésében látjuk megvalósíthatónak.

Bizonyos, hogy a nevezéktani kérdések tisztázására irányuló szakadatlan és széleskörű törekvés nem csak a magyar nyelven megjelenő geofizikai tárgyú publikációk egységes és helyes nyelvezetének kialakítására és az idegennyelvű geofizikai szakmunkák jobb megértésére vezet, hanem magának a geofizikai tudománynak zavartalanabb, kitérők nélküli fejlődését is elősegítheti.

Az ELGI külföldi tevékenysége és geofizikai szolgáltatásai

A magyar geofizikusok kezdettől fogva külföldön is tevékenykedtek. *Fekete Jenő* már 1923-ban s utána kb. egy évtizedig végzett Eötvös-inga méréseket Mexikóban és az Egyesült Államokban, eredményesen segítve elő számos amerikai kőolajmező felkutatását. Több éven át — 1923 és 1928 között — végzett hasonló kutatásokat Indiában *Pekár Dezső*, a Geofizikai Intézet akkori igazgatója, magyar és hindu munkatársaival. Olajtársaságok megbízásából 1929—30-ban Venezuelában és Chilében, 1929-től 1932-ig Texasban működtek magyar geofizikusok, s még a második világháborút közvetlenül megelőző években is dolgoztak geofizikus kutatóink Iránban (1936—38).

Bár a háború után egy ideig szünetelt a magyar geofizikusok külföldi tevékenysége, hamarosan újból megindult. A Geofizikai Intézet munkatársai 1957 óta a mai napig is végeznek vizkutatást és különféle ásványanyag-kutatást Mongóliában. Nagylétszámú magyar geofizikai expedíció — jórészt az ELGI munkatársaiból — működött 1956-tól kezdve több éven át Kínában és eredményesen vett részt a kínai kőolajmezők feltárásában. Guineában vizkutatást, Iránban érckutatást, Svédországban mérnökgeofizikai méréseket végeztek az ELGI kutatói. Emellett az intézet szaktanácsadói különféle kutatási és szervezési feladatok megoldásához járulnak hozzá a fejlődő országokban (pl. jelenleg Nigériában).

Az ELGI külföldi tevékenységének egyik jellegzetes vonása, hogy geofizikusai a szorosan vett kutatási feladatok mellett vállalják az illető országok geofizikus szakembereinek és

műszaki gárdájának kiképzését, továbbképzését, illetve gyakorlati betanítását is.

Az ELGI oly módon igyekszik vállalni külföldi megbízásait, hogy azok ne menjenek a hazai feladatok elvégzésének rovására.

Az ELGI — úgy, mint belföldön is — külföldi tevékenysége során *szénhidrogének*, különféle *érc*ek, *szén és vegyes ipari ásványok* kutatását, továbbá *hidrogeofizikai és mérnökgeofizikai* munkák végzését vállalja, egyedi vagy komplex módszerekkel:

1. Gravitációs áttekintő vagy részletes, ill. mikromérések, nagy pontosságú korszerű graviméterekkel, gépi feldolgozással.

2. Mágneses mérések: légimágneses és komplex aerogeofizikai kutatás; regionális, részletező és mikrohálózatú földmágneses mérések.

3. Elektromos (ellenállás-, dipol-ekvatoriális, tellurikus, magnetotellurikus, természetes és gerjesztett potenciál) mérések.

4. Szeizmikus reflexiós és refrakciós mérések és szeizmokarotázs; kis, közepes és nagy mélységek kutatása analóg mágneses rögzítésű és digitális észlelőberendezésekkel, gépi feldolgozással; speciális mérnökszeizmikus és nyomáshullám-mérések.

5. Mélyfúrásgeofizikai mérések kb. 7000 m mélységig, valamennyi korszerű elektromos, radiológiai és akusztikai módszerrel.

A geofizikai méréseken kívül az ELGI szakemberei elvégzik a szükséges geofizikai-földtani kutatások megtervezését, az eredmények komplex kiértékelését, szakjelentések készítését, geofizikai szaktanácsadást és szakemberképzést, valamint a saját fejlesztésű geofizikai műszerek rendszeres szervizét.

A szám tematikáját és anyagát összeállította:

DR. LENDVAI KÁROLY

Исследовательская деятельность Венгерского государственного геофизического института им. Роланда Этвеша по состоянию к 50-летию его основания

П. Мюллер

Автор статьи, директор Геофизического института, знакомит читателя с основными направлениями, по которым велись геофизические работы в Венгрии за первое пятидесятилетие существования Института; с ролью комплексной разведки; значением сотрудничества геофизиков с геологами, с основными направлениями работ Института по разработке методов и аппаратуры; с тесными связями Института с венгерскими и иностранными организациями подобного характера, а также с деятельностью в области международного сотрудничества.

Роль геофизики в геологии

Дь. Сенаш

Рассматриваются вопросы о взаимной связи геофизики и геологии на различных этапах разведочной работы; одновременно описывается роль четырех основных методов геофизической разведки.

Состояние сейсмического метода в Геофизическом институте (Сейморазведочные методы, применяемые в геофизическом институте)

К. Пошгаи

В работе дается полный обзор истории сейморазведочных работ в Институте, т.е. в Венгрии, причем описываются основные сейсмические работы геологического характера, а также главные направления работ по разработке методов и аппаратуры. В настоящее время состоящие работ в области последней характеризуется переходом от аналоговой техники к цифровой.

Виды применения сейсмического метода и его некоторые актуальные проблемы

Т. Бодоки

В связи со все более сложными полевыми условиями, а также с увеличивающимися требованиями геологической интерпретации данных, основной задачей сейсмических наблюдений является улучшение отношения сигнал/шум, т.е. как можно более полное подавление вредных шумов. Коротко рассматриваются вопросы об основных возможностях решения этой задачи и о значении цифровой техники.

Цифровая обработка сейморазведочных данных

Г. Корвин

Цифровые методы получают все более широкое применение в сейморазведке, так как они, помимо преимуществ автоматической обработки данных, позволяют подавить помехи в сейсмических записях МОВ, а благодаря их высокой разрешающей способности, с их помощью можно выявить и структуры с небольшими амплитудами. В настоящей работе дается полезный обзор истории развития цифровых методов и их внедрения в Геофизическом институте.

Применение электроразведочных методов для изучения глубинных структур

А. Эркел — П. Хобот — Э. Кирай — Л. Немеш — Л. Верё

Работы по изучению глубинного строения электроразведочными методами, начатые геофизиками Шопропского технического института в 1953 г., проводятся Геофизическим институтом им. Этвеша с 1958 г., в основном с использованием методов ТТ и дипольно-экваториального зондирования, а за последние годы — магнитотеллурического метода и метода становления поля. Последние отличаются значительными преимуществами, причем увеличивается объем получаемой надежной информации и повышается экономичность работ.

Современные задачи гравиметрии в геологической разведке в ВНР

А. Пинтер

В практике Венгерского геофизического института гравиметрический метод, сам по себе не являющийся количественным методом, имеет тенденцию возобновления. Помимо разведки на углеводороды, гравиметрия находит свое применение с другими методами также в области разведки на воду, угли и руды. Составлению различных карт и подсчету возмущающих масс в значительной мере способствует применение математических методов, а также современной техники ЭВМ.

Применение геомагнитных измерений в геологической разведке в ВНР

Э. Хоффбер

В работе излагаются современные методические приемы проведения и интерпретации измерений, проводимых этим „классическим“ геофизическим методом. Одновременно описывается история развития этого метода в Венгрии. Приводятся типичные практические примеры работ как по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых, так и по региональной съемке территории страны, включая и комплексные аэрогеофизические работы.

Современные методы промысловой геофизики

К. Шебештьен

Оценивая существующие методы промысловой геофизики, основным критерием современности автор считает применение цифровой записи и обработки данных. Рассматриваются основные принципы цифровых методов геофизического исследования скважин, а также требования к соответствующему программированию. Для иллюстрации приводятся блок-схемы.

Внедрение акустического каротажа в ВНР

Д. Караш

В ВНР акустический каротаж был внедрен в 1968 г. с применением аппаратуры производства ГДР. В настоящей работе излагают основные принципы метода, области его применения и первые полученные результаты.

И. Татар

Дается описание всех радиометрических исследований по изучению образцов горных пород, проведенных и проводящихся в Геофизическом институте для решения различных задач горнорудной промышленности, а также для подготовки различных промышленно-геофизических методов. Большое внимание уделяется автором результатам нейтронно-активационного анализа, представляющего собой специальную и весьма успешную сферу деятельности радиометрической лаборатории Геофизического института, в частности в области алюминиевой промышленности, но и в области стандартного анализа образцов горных пород.

**Разведка на углеводороды
при помощи комплексного геофизического метода
на Большой венгерской низменности**

И. Польц

Хотя основной задачей комплексных геофизических работ, проводящихся на Большой низменности по заказу Треста нефтяной промышленности, является получение геологической информации, все же они имеют и методические цели. Решение все более сложных задач требует применения полного комплекса магнитометрического, гравиметрического, электро- и сейсморазведочного методов, а также аппаратуры со все более повышающейся разрешающей способностью. В связи с этим комплексные исследования способствуют и работам по разработке аппаратуры.

**Геофизическая разведка на твердые виды
полезных ископаемых: угли и бокситы**

И. Салаи

Уделяя с практической точки зрения особое внимание углям и бокситам, в работе описываются основные особенности работ по поискам и разведке месторождений твердых полезных ископаемых, применительно к условиям Венгрии.

Геофизическая разведка на руды цветных металлов

А. Эркел—А. Жилле

Геофизическая разведка россыпных месторождений или залежей цветных руд при небольшой концентрации, важность и актуальность которой постоянно возрастает, требует решения ряда проблем, причем необходимо пользоваться комплексными методами. В Геофизическом институте разведка на руды осуществляется по двум направлениям: 1. разведка жил и рудных тел вблизи дневной поверхности, 2. разведка глубинных залежей. В статье излагаются методы, применяемые при такой работе, и даются примеры для иллюстрации.

**Промысловая геофизика в разведке на руды
и полезные ископаемые**

Л. Морваи—Ф. Месарош

За последние годы Геофизический институт успешно распространил свою деятельность по промысловой геофизике на разведку угля, воды и руд. В связи с последней были разработаны методы и аппаратура для разведки на бокситы, сульфадные руды, железные руды и марганцы. При помощи этих методов стало возможным заменить взятие кернов, связанное с большими расходами, регистрацией каротажных диаграмм, по которым продуктивные пласты точно отбиваются. В настоящее время развитие направлено на внедрение скважинных магнитных измерений и метода вызванного потенциала.

Г. Ранер

Разведка запасов воды стало важной проблемой во всемирном масштабе. Автор описывает геофизические методы, применяемые в этой области Геофизическим институтом. С помощью практических примеров иллюстрирует важную роль геофизических методов в гидрогеологической разведке.

Работы по инженерной геофизике и гидрогеофизике

Э. Йоша

В статье излагается одна из самых молодых, но эффективная область деятельности Геофизического института. На практических примерах показывается возможность применения геофизических методов по гидрогеофизической разведке небольшой глубинности, разведке строительных материалов, картированию по инженерной геофизике и связанным специальным задачам.

Специальные измерения по инженерной сейсмике

И. Ракоци

Автор показывает некоторые практические примеры измерения вибраций и волн давления, как новой специальной области инженерной сейсмике.

**Исследование земной коры под Паннонским бассейном
при помощи глубинного сейсмического зондирования**

Э. Митух

Рядом с сводным изложением связи работ по исследованию земной коры на территории ВНР с международными измерениями автор дает информацию о некоторых новых результатах этих работ в ВНР, в том числе о выявлении „гранитного“ горизонта в некоторых местах, о характере „переходной зоны“ поверхности Мохоровичича, а также о ее возможной корреляции с тектоническими линиями.

Разработка сейсмической аппаратуры

Й. Винце

В статье излагается общее направление разработки сейсмической аппаратуры в Геофизическом институте от фотографической записи через аналоговую регистрацию на магнитной ленте до цифровой аппаратуры. Дается краткое описание цифровой записывающей и обрабатывающей аппаратуры, разработанной в Геофизическом институте.

Разработка электроразведочной аппаратуры

А. Эркел—Б. Ковач

Как в случае большинства геофизических методов, так и в разработке электроразведочной аппаратуры основным направлением является осуществление цифровой обработки данных измерения, с использованием высококачественной автоматической аппаратуры, работающей на переменном токе практически без шума. В статье описываются основные характеристики некоторых новых видов аппаратуры, построенных в соответствии с вышеуказанными принципами.

Результаты разработки комплексной каротажной установки в ВНР

Г. Марфёлди

При проектировании основной системы электронной каротажной установки необходимо учитывать требования, связанные с комплексностью, специальными приставками, повышенным числом каналов, повышенной чувствительностью и динамикой, повышенной глубиной измерения, повышенными параметрами сопротивления давлению и термостойкости. Исследование скважин, пробуренных на твердые виды полезных ископаемых, требует многоканального измерения и применения специальных приставок. Путь будущего развития определяется интересом к комплексной многоканальной электронной регистрации средней глубины.

Аппаратура ядерной геофизики

Ф. Лист—Б. Шаламон

В статье даются краткая история и перечень спецификационных данных ядерной аппаратуры, разработанной или конструируемой в настоящее время в Геофизическом институте.

Разработка аппаратуры в Радиологической лаборатории Геофизического института

Б. Шиклош

За последние два десятилетия Геофизическому институту предстоят новые задачи в отношении радиометрической лабораторной и полевой аппаратуры. В этой связи дается относительно детальное описание нового нейтронно-активационного анализатора, его способа работы, и практического применения для геологической разведки, а также для целей горной промышленности.

Теоретическое исследование по физике земли в обсерватории Геофизического института

Д. Барта—Э. Ацел—Р. Штомфай

Авторы знакомят читателей с исследовательской деятельностью тиханьской обсерватории Геофизического института за прошедшие 15 лет и дают обзор тех областей научных исследований, которые прямо или косвенно используют данные, регистрируемые в обсерватории. Кроме того намечены возможности дальнейшего развития.

Планирование и составление документации в Геофизическом институте

М. Надь

Составление годовых технических и экономических планов, годового отчета Института, периодическая регистрация состояния исследовательских работ, а также деятельность, связанная с работой Центрального Архива и подготовкой различных изданий, в том числе геофизических карт, сосредоточиваются в Отделе интерпретации Института.

Составление и издание геофизических карт

И. Комароми—Л. Немет—М. Полхаммер

В статье дается практический перечень всех геофизических карт (гравиметрических, геомагнитных, карт глубин и т. п.), изданных Геофизическим институтом в печатанной форме. Кроме того в общих чертах описываются планы будущей работы.

Машинное представление геофизических данных

Л. Зилахи-Шебеш

Рассматриваются обобщенная система программ для графмата ЦУЗЕ, применяемого в Венгрии для графического представления геофизических данных (в основном карт), а также входящие в эту систему подпрограммы. Более подробно описывается специальная подпрограмма для черчения непрерывных кривых.

Проблемы геофизической терминологии

К. Лендваи

В работе дается краткий обзор опубликованных до сих пор геофизических словарей и глоссариев, обсуждаются некоторые проблемы геофизической терминологии и излагаются основные черты толкового словаря по разведочной геофизике, составляемого в настоящее время в Венгрии.

Деятельность Венгерского геофизического института за границей и выполняемая им геофизическая служба

Кроме короткого обзора геофизической деятельности Венгерского геофизического института им. Этвеша в других странах, описывается геофизическая служба, выполняемая Институтом в области поиска и разведки месторождений различных видов полезных ископаемых, гидро- и инженерно-геофизических исследований, проводимых отдельными или комплексными методами, планирования разведочных работ, переобработки ранее полученных данных, консультации, подготовки кадров, а также разработки геофизической аппаратуры.

P. MÜLLER:

THE RESEARCH ACTIVITY OF THE HUNGARIAN STATE
GEOPHYSICAL INSTITUTE ROJAND EÖTVÖS — ON THE 50th
ANNIVERSARY OF ITS FOUNDATION

The endeavours of the Hungarian geophysical research in the first half-century of the existence of the ELGI, the role of complex exploration, the importance of a cooperation between geologist and geophysicist, the main directions of methodological and instrumental development in the Institute, its good relations to similar institutions and industrial enterprises in Hungary and abroad, further its international cooperation activity are outlined by the author — the director of the ELGI.

GY. SZÉNÁS:

THE ROLE OF GEOPHYSICS IN GEOLOGY

A conception of the interrelation between geophysics and geology on different levels of research, describing the role of the four basic geophysical methods of exploration.

K. POSGAY:

THE SEISMIC METHOD IN THE ELGI

The paper presents a full survey of the history of seismic methods in the ELGI, resp. in Hungary, describing the more important seismic surveys of geological character, outlining the trends of current methodological and instrumental development. In the last-mentioned field, passing over from analog to digital procedures is dominating.

T. BODOKY:

APPLICATION WAYS AND SOME CURRENT PROBLEMS
OF THE SEISMIC METHOD

The main problem of seismic recording under conditions of growing field difficulties and increasing demands of geological interpretation is to improve the signal-to-noise ratio, i. e. providing the best possible filtering-out of undesired noises. Basic solutions and the important role of digital techniques are shortly treated.

G. KORVIN:

DIGITAL INTERPRETATION IN THE SEISMIC METHOD

Digital techniques are gaining ground in the seismic method, because with their aid — beside the advantages of automatic processing — the noises can be filtered out from reflexion records, and small-amplitude structures can be detected on account of increased power of resolution. The paper presents a useful summary of the history of digital techniques and their introduction in the ELGI.

A. ERKEL—J. HOBOT—E. KIRÁLY—L. NEMESI—L. VERŐ:

GEOELECTRICAL METHODS IN THE EXPLORATION
OF DEEP STRUCTURES

The geoelectrical exploration of deep structures — introduced first by the geophysicists of the Sopron Technical University in 1953 — are carried out the Geophysical Institute Roland Eötvös since 1958 mainly with telluric measurements and dipole-equatorial sounding, — in these last years also with the magnetotelluric method and with the method of the so-called build-up of the electrical field. These present substantial advantages, increasing the quantity and economy of reliable information.

A. PINTÉR:

ACTUAL TASKS AND PROBLEMS OF THE GRAVIMETRIC
METHOD IN THE GEOLOGICAL EXPLORATION
OF HUNGARY

The gravimetric method, not quantitative in itself, shows a trend of rejuvenation in the ELGI. Besides prospecting for hydrocarbons, gravimetry has joined other methods in the complexes of prospecting for water, coal and — recently — for ores. The presentation of various maps and the computation of masses is greatly promoted by the application of mathematical procedures and up-to-date computer techniques.

E. HOFFER:

GEOMAGNETIC SURVEYS IN THE SERVICE OF GEOLOGICAL EXPLORATION

Up-to-date measuring and interpretation procedures introduced in this „classical” geophysical method are outlined, giving also a short history of the method in Hungary. Characteristic practical examples both from prospecting and the national reconnaissance survey — including complex aerogeophysical work — are mentioned.

K. SEBESTYÉN:

MODERN METHODS IN WELL-LOGGING

Qualifying recent well-logging methods the author considers digital recording and processing of log data as the basic feature of modernity. Fundamentals of digital techniques in well-logging and the requirements of appropriate programming are discussed and visualized on block diagrams.

GY. KARAS:

INTRODUCTION OF ACOUSTIC WELL-LOGGING IN HUNGARY

In 1968, acoustic logging has been introduced in Hungary, with a GDR-made equipment. The fundamentals of the method, its field of application, and first results are presented.

J. TATÁR:

RADIOLOGICAL LABORATORY INVESTIGATIONS

The paper gives a clear-cut description of all those radiological investigations on rock samples which have been carried out in the Institute for the purposes of mining industries and for the preparation of various well-logging procedures. The author lays special emphasis on the results of neutron-activation analysis of undestructed samples, a special and very successful branch of activity of the ELGI's Radiological Laboratory, at present mainly in the field of the aluminum industry, but also in the general analysis of geological samples.

I. POLCZ:

COMPLEX GEOPHYSICAL PROSPECTING FOR HYDROCARBONS ON THE GREAT HUNGARIAN PLAIN

Although the complex geophysical exploration carried out on behalf of the petroleum industry on the Great Hungarian Plain aims, in the first place, at furnishing geological data, its purpose is a methodological one, too. The solution of the tasks of increasing difficulties requires a full complex of magnetic, gravimetric, electric and seismic measurements and the use of instruments of ever increasing power of resolution; thus these complex surveys promote also instrument development.

I. SZALAY:

GEOPHYSICAL PROSPECTING FOR SOLID MINERALS: COAL AND BAUXITE

Laying emphasis, on the practical side, on coal and bauxite, the characteristic features of prospecting for solid minerals, as applied by the ELGI to Hungarian conditions, are outlined in the paper.

A. ERKEL—A. ZSILLE:

PROSPECTION FOR NONFERROUS ORES WITH GEOPHYSICAL METHODS

The geophysical exploration of disseminated for low concentration ores, growing in importance and actuality, is problematic; its solution requires complex methods. The prospecting for ores in the ELGI follows two directions: 1. detection of near-surface veins and ore bodies, 2. detection of deep occurrences. The methods used in such work are described and illustrated by examples.

L. MORVAI—F. MÉSZÁROS:

WELL-LOGGING IN ORE AND MINERAL PROSPECTING

During the last few years, the ELGI has successfully extended well-logging investigations to prospecting of coal, water and ores. In the last field, procedures and instruments for the exploration of bauxite, sulphidic ores, iron-ores and manganese have been developed. With their aid, high-cost sampling of boreholes have

been substituted by well-logging, indicating the productive layers accurately. The present direction of development points to magnetic well-logging and induced-potential measurements.

G. RÁNER:

APPLICATION OF GEOPHYSICAL MEASUREMENTS IN HYDROGEOLOGICAL EXPLORATION

Prospecting for water has become a major problem all over the world. The author outlines the geophysical methods used in this field by the ELGI. The importance of geophysical contribution to hydrogeological exploration is underlined by practical examples.

E. JÓSA:

ENGINEERING-GEOPHYSICAL AND HYDROGEOPHYSICAL EXPLORATION

One of the youngest but efficient branch of the ELGI's activity is introduced to the reader in this paper. Practical examples serve to reveal the possibilities opened by geophysical methods in the field of shallow hydrogeophysical work, prospecting for building materials, engineering-geophysical mapping and related special tasks.

I. RÁKÓCZY:

SPECIAL ENGINEERING-SEISMIC MEASUREMENTS

Some practical examples of vibration and pressure-wave measurements, as a recently developed special branch of engineering seismic work are presented.

E. MITUCH:

INVESTIGATION OF THE EARTH'S CRUST UNDER THE PANNONIAN BASIN WITH DEEP SEISMIC SOUNDING

Beside a short summary of crustal investigations in Hungary and their connection to international measurements, some of the recent results of the Hungarian crustal survey are mentioned. Such are: detection of a „granite” horizon in places, the „transition zone” character of the Mohorovičić discontinuity and its possible correlation with major geotectonical features.

J. VINCE:

DEVELOPMENT OF SEISMIC INSTRUMENTS

The general trend of development of seismic instruments in the ELGI is shown in this article, from photorecording through magnetic-tape analog recording to digital equipments, and the main characteristics of digital recorders and processing units made in the ELGI are shortly described.

A. ERKEL—B. A. KOVÁCS:

RECENT TRENDS OF GEOELECTRICAL INSTRUMENT DEVELOPMENT

Like in most geophysical methods, the development trend of geoelectrical instrumentation in the ELGI points to digital data processing, beside high-sensitivity, practically noise-free automatic AC devices. The main features of some accordingly constructed new instruments are described.

G. MÁRFÖLDI:

RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF COMPLEX ELECTRONIC WELL-LOGGING EQUIPMENTS IN HUNGARY

When planning a basic electronic logging system demands for complexity, special adapters, increased number of channels, higher sensitivity and dynamics, greater penetration depth, higher pressure- and temperature-resistance must be kept in mind. Drilling for solid minerals requires multi-channel logging and special adapters. Growing demand for medium-depth electronic well-logging equipments of multichannel complex recording shows the way of future development.

F. LISZT—B. SALAMON:
NUCLEAR GEOPHYSICAL INSTRUMENTS

The short history and a specific list of nuclear instruments developed in the ELGI or presently in construction are presented in this paper.

A. SIKLÓS:
INSTRUMENT-DEVELOPMENT IN THE RADIOLOGICAL
LABORATORY OF THE ELGI

During the last two decades, new tasks have been set for the ELGI in the field of radiological laboratory and field instruments. Among these, especially the new neutron-activation analyzer, its operation mode and practical application for geological and mining industrial purposes are described in some detail.

GY. BARTA—E. ACZÉL—R. STOMFAI:
EARTH-PHYSICAL RESEARCH (OBSERVATORY SERVICE)
IN THE ELGI

The authors introduce the readers to the 15-year research activity of the Tihany Geophysical Observatory, sweep those fields of scientific research which make direct or indirect use of data recorded in the Observatory. At the same time, the possibilities of further development are outlined.

M. NAGY:
PLANNING AND DOCUMENTATION IN THE ELGI

Preparation of the yearly technical and economical plan and of the Annual Report of the Institute, periodical recording of the momentaneous state of research and exploration, further the tasks connected with the Central Archive and with various publications — including geophysical maps — and the Library are centered in a special Department for Coordination and Interpretation.

I. KOMÁROMI—L. NÉMETH—M. POLLHAMMER:
THE PRINTED GEOPHYSICAL MAPS OF THE ELGI

The paper gives a practical list of all geophysical (gravitational, magnetic, depth contour, etc.) maps published by the ELGI in printing. A short outline of future plans is included, too.

L. ZILAHÍ—SEBESS:

A general program-system prepared for the ZUSE Graphomat, used in Hungary for plotting geophysical data (mainly maps), and its sub-routines are explained; among the latter, a special sub-routine for drawing smooth curves, in some detail.

K. LENDVAI:
PROBLEMS OF THE GEOPHYSICAL TERMINOLOGY

A short summary of geophysical dictionaries and glossaries published until now is given in the paper, certain problems of geophysical terminology are discussed, and the main features of the explanatory geophysical dictionary under preparation in Hungary outlined.

THE FOREIGN ACTIVITY AND GEOPHYSICAL SERVICES OF
THE ELGI

Beside a short summary of its geophysical activity in foreign countries, the geophysical services of the ELGI in the field of prospecting for various minerals, of hydrogeophysical and engineering-geophysical surveys with single or complex methods, exploration planning, re-interpretation of earlier data, consultation, training of personnel, development and servicing of geophysical instruments are briefly listed.

C O N T E N T S

<i>Pál Müller</i> : The research activity of the Hungarian State Geophysical Institute Roland Eötvös — on the 50 th anniversary of its foundation — — — — —	3
<i>György Szénás</i> : The role of geophysics in geology — — — —	5
<i>Károly Posgay</i> : The seismic method in the ELGI — — — —	6
<i>Tamás Bodoky</i> : Application ways and some current problems of the seismic method — — — — —	11
<i>Gábor Korvin</i> : Digital processing in the seismic method — — —	13
<i>András Erkel—József Hobot—Ernő Király—László Nemesi—László Verő</i> : Geoelectrical methods in the exploration of deep structures — — — — —	14
<i>Anna Pintér</i> : Current tasks and problems of the gravimetric method in the geological exploration of Hungary — — — —	17
<i>Egon Hoffer</i> : Geomagnetic surveys in the service of geological exploration — — — — —	19
<i>Károly Sebestyén</i> : Modern methods in well-logging — — — —	21
<i>Gyula Karas</i> : Introduction of acoustic well-logging in Hungary —	25
<i>János Tatár</i> : Radiological laboratory investigations — — — —	29
<i>Iván Polcz</i> : Complex geophysical prospecting for hydrocarbons on the Great Hungarian Plain — — — — —	31
<i>István Szalay</i> : Geophysical prospecting for solid minerals: coal and bauxite — — — — —	33
<i>László Morvai—Ferenc Mészáros</i> : Well-logging in ore- and mineral prospecting — — — — —	36
<i>Géza Ráner</i> : Application of geophysical measurements in hydrogeological exploration — — — — —	39
<i>András Erkel—Antal Zsille</i> : Prospecting for non-ferrous ores with geophysical methods — — — — —	41
<i>Ernő Jósa</i> : Engineering-geophysical and hydrogeophysical investigations — — — — —	43
<i>István Rákóczy</i> : Special engineering-seismic measurements — —	49
<i>Erzsébet Mituch</i> : Investigation of the Earth's crust under the Pannonian Basin with deep seismic sounding — — — —	50
<i>János Vince</i> : Development of seismic instruments — — — —	53
<i>András Erkel—Béla Kovács</i> : Recent trends in the development of geoelectrical instruments — — — — —	57
<i>Gábor Márfoldi</i> : Results of the development of complex electronic well-logging equipments in Hungary — — — — —	59
<i>Ferenc Liszt—Batur Salamon</i> : Nuclear geophysical instruments —	62
<i>Albert Siklós</i> : Instrument-development in the Radiological Laboratory of the ELGI — — — — —	64
<i>György Barta—Etelka Aczél—Róbert Stomfai</i> : Earth-physical research (observatory service) in the ELGI — — — —	66
<i>Magdolna Nagy</i> : Planning and documentation in the ELGI — —	69
<i>István Komáromi—Lajos Németh—Martha T. Pollhammer</i> : The printed geophysical maps of the ELGI — — — — —	70
<i>László Zilahi—Sebess</i> : Plotting-machine representation of geophysical data — — — — —	72
<i>Károly Lendvai</i> : Some problems of the geophysical terminology —	76
*** The foreign activity and geophysical services of the ELGI	78

<i>Pál Müller</i> : Die Forschungstätigkeit des Ungarischen Staatlichen Geophysikalischen Instituts Roland Eötvös — an der 50. Jahreswende seiner Gründung — — — — —	3
<i>György Szénás</i> : Die Rolle der Geophysik in der Geologie — — —	5
<i>Dr. Károly Posgay</i> : Die seismische Methode im ELGI — — — —	6
<i>Tamás Bodoky</i> : Die Anwendungsweisen und einige aktuellen Probleme der seismischen Methode — — — — —	11
<i>Gábor Korvin</i> : Digitale Auswertung in der Seismik — — — —	13
<i>András Erkel—József Hobot—Ernö Király—László Nemesi—László Verő</i> : Geoelektrische Methoden in der Forschung tiefer Strukturen — — — — —	14
<i>Anna Pintér</i> : Aktuelle Aufgaben der gravimetrischen Methode —	17
<i>Egon Hoffer</i> : Erdmagnetische Messungen im Dienst der geologischen Forschung in Ungarn — — — — —	19
<i>Dr. Károly Sebestyén</i> : Zeitgemässe Methoden der geophysikalischen Bohrlochmessung — — — — —	21
<i>Gyula Karas</i> : Einführung der akustischen Bohrlochmessung in Ungarn — — — — —	25
<i>Dr. János Tatár</i> : Radiologische Labor-Untersuchungen — — —	29
<i>Iván Polcz</i> : Komplexe geophysikalische Kohlenwasserstoff-Forschung auf der Grossen Ungarischen Ebene — — — —	31
<i>István Szalay</i> : Geophysikalische Forschung fester Mineralien: Kohle und Bauxit — — — — —	33
<i>László Morvai—Ferenc Mészáros</i> : Die Bohrlochmessung in der Erz- und Mineralienforschung — — — — —	36
<i>Géza Ráner</i> : Die Anwendung geophysikalischer Messungen in den hydrogeologischen Forschungen — — — — —	39
<i>András Erkel—Antal Zsille</i> : Forschung nach Bunterzen mit geophysikalischen Methoden — — — — —	41
<i>Ernö Jósa</i> : Ingenieurgeophysikalische und hydrogeophysikalische Forschungen — — — — —	43
<i>István Rákóczy</i> : Spezielle ingenieurseismische Messungen. — —	49
<i>Erzsébet Mituch</i> : Untersuchung der Erdkruste unter dem Pannonischen Becken mit seismischer Tief-Sondierung — — —	50
<i>János Vince</i> : Die Entwicklung seismischer Geräte — — — —	53
<i>András Erkel—Béla Kovács</i> : Neue Richtungen der Entwicklung geoelektrischer Geräte — — — — —	57
<i>Dr. Gábor Márfoldi</i> : Über die Ergebnisse der Entwicklung komplexer elektronischen Bohrloch-Messeinrichtungen in Ungarn — — — — —	59
<i>Ferenc Liszt—Batur Salamon</i> : Nukleare geophysikalische Geräte —	62
<i>Albert Siklós</i> : Apparaturentwicklung im Radiologischen Laboratorium des ELGI — — — — —	64
<i>György Barta—Etelka Aczél—Róbert Stomfai</i> : Die erdphysikalischen Forschungen (Observatorium-Dienst) des ELGI —	66
<i>Magdolna Nagy</i> : Planung und Dokumentation im ELGI — — —	69
<i>István Komáromi—Lajos Németh—Martha T. Pollhammer</i> : Die gedruckten geophysikalischen Karten des ELGI — — —	70
<i>Dr. László Zilahi—Sebess</i> : Maschinelle Darstellung von geophysikalischen Daten — — — — —	72
<i>Károly Lendvai</i> : Probleme der geophysikalischen Terminologie —	76
*** Die Auslandstätigkeit und der geophysikalische Dienst des ELGI — — — — —	78

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>П. Мюллер</i> : Исследовательская деятельность Венгерского государственного Геофизического института им. Роланда Этвеша по состоянию к 50-летию его основания	3
<i>Д. Сенаш</i> : Роль геофизики в геологии	5
<i>К. Пошгаи д-р</i> : Состояние сейсмического метода в Геофизическом институте	6
<i>Т. Бодоки</i> : Виды применения сейсмического метода и его некоторые актуальные проблемы	11
<i>Г. Корвин</i> : Цифровая обработка сейсморазведочных данных	13
<i>А. Эркел—Й. Хобот—Э. Кираль—Л. Немеш—Л. Верё</i> : Применение электроразведочных методов для изучения глубинных структур	14
<i>А. Пинтер</i> : Современная задача гравиметрии в геологической разведке в ВНР	17
<i>Э. Хоффер</i> : Применение геомагнитных измерений в геологической разведке в ВНР	19
<i>К. Шебештьен д-р</i> : Современные методы промысловой геофизики	21
<i>Д. Караш</i> : Внедрение акустического каротажа в ВНР	25
<i>Й. Татар д-р</i> : Лабораторные радиометрические исследования	29
<i>Й. Полу</i> : Разведка на углеводороды при помощи комплексного геофизического метода на Большой Венгерской Низменности	31
<i>И. Салаи</i> : Геофизическая разведка на твердые виды полезных ископаемых: уголь и бокситы	33
<i>А. Эркел—А. Жилле</i> : Геофизическая разведка на руды цветных металлов	41
<i>Л. Морваи—Ф. Месарош</i> : Промысловая геофизика в разведке на руды и полезные ископаемые	36
<i>Г. Ранер</i> : Применение геофизических методов для гидрогеологической разведки	39
<i>Э. Йоша</i> : Работы по инженерной геофизике и гидрогеофизике	43
<i>И. Ракоци</i> : Специальные измерения по инженерной сейсмике	49
<i>Э. Митух</i> : Исследование земной коры под Паннонским бассейном при помощи глубинного сейсмического зондирования	50
<i>Й. Винце</i> : Разработка сейсмической аппаратуры	53
<i>А. Эркел—Б. Ковач</i> : Разработка электроразведочной аппаратуры	57
<i>Д-р Г. Марфёди</i> : Результаты разработки комплексной электронной каротажной установки в ВНР	59
<i>Ф. Лист—Б. Шаламон</i> : Аппаратура ядерной геофизики	62
<i>А. Шиклош</i> : Разработка аппаратуры в радиологической лаборатории Геофизического института	64
<i>Д. Барта—Э. Ацел—Р. Штолфай</i> : Теоретическое исследование по физике Земли в обсерватории Геофизического института	66
<i>М. Надь</i> : Планирование и составление документаций в Геофизическом институте	69
<i>И. Комароми—Л. Немет—М. Полхаммер</i> : Составление и издание геофизических карт	70
<i>Д-р Л. Зилахи-Шебеш</i> : Машинное представление геофизических данных	72
<i>К. Лендваи</i> : Проблемы геофизической терминологии	72
Деятельность Венгерского геофизического института за границей и выполняемая им геофизическая служба	76

