

Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1981

Годовой отчет Венгерского Геофизического Института им. Лоранда Этвеша за 1981 г.

A Magyar Állami
Eötvös Loránd
Geofizikai Intézet
1981. évi
jelentése





A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET

1981. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE EÖTVÖS LORÁND GEOPHYSICAL
INSTITUTE OF HUNGARY
- FOR 1981

ГODOBOЙ ОТЧЕТ
ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. ЛОРАНДА ЭТВЕША
за 1981 г.

Szerkesztő:
Sz. Kilényi Éva

ETO (UDC) 550.3(061.6) (439 Budapest) (058)
HU ISSN 0524—8655

Felelős kiadó: Müller Pál
Összeállította: Aczél Etelka
Grafikai szerkesztő: Németh Lajos



Egvetemi Nyomda — 82.8521 Budapest, 1983
Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

TARTALOM

1 FÖLDTANI KUTATÁS	11
1.1 Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben	13
1.1.1 Barnaköszén-kutatás	14
eocén barnaköszén-kutatás; reflexiós mérés alkalmazása a szénkutatás ter- melési fázisában; felső kréta barnaköszén-kutatás	
1.1.2 Bauxitkutatás	19
1.2 A Velencei-hegység geofizikai előkutatása	21
1.3 Geofizikai kutatás Észak-Magyarországon	29
1.3.1 Érc előkutatás a Középső- és Nyugat-Mátrában	29
gravitációs mérések és szerkezeti értelmezés; gerjesztett polarizációs mérések	
1.3.2 Földtani előkutatás az Aggtelek—Rudabányai-hegységben	31
a gravitációs mérések másodlagos feldolgozása; ΔT mérés a Varbóc—Torna- kápola környéki mágneses anomálián; geoelektromos és mágneses mérések ércindikációkon; mágneses szelvényezés Rudabánya környékén; az alsó- telekesi evaporitos összlet kutatása; paleomágneses mérések	
1.4 Regionális vízkutatás	36
1.4.1 A Maros-hordalékkúp kutatása	37
1.4.2 Vízkutatás a Mohácsi-szigeten	38
1.4.3 A Rába-terasz és hordalékkúp kutatása	39
2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS	41
2.1 Szeizmikus módszer- és műszerkutatás	43
2.1.1 Területi mérések a Zsámbéki-medencében	43
2.1.2 Bányabeli szeizmikus vetőkutatás	50
2.1.3 R—35 bázisú földtani-geofizikai számítóközpont	51
2.2 Geoelektromos módszer- és műszerfejlesztés	55
2.2.1 A tellurikus és magnetotellurikus mérések kombinációjának néhány újabb módszertani és gazdasági vonatkozása	55
2.2.2 Példák az elektromágneses módszer alkalmazására	57
meredek dőlésű határfelület leképezése; vető elvetési magasságának megha- tározása; fácies változások kimutatása; bauxittároló szerkezetek kutatása; vékony bauxittelepek kutatása	
2.2.3 Fúróluk-elektrodás felszíni mérések	61
2.2.4 Egyenáramú matematikai és fizikai modellezés	64
2.2.5 Új típusú, számjegyes kijelzésű, automatikus ellenállás- és gerjesztett polari- záció mérőműszerek	69
2.2.6 Mikroprocesszorral vezérelt, geoelektromos, terepi mérő- és előfeldolgozó rendszer	75
2.3 Mélyfúrású geofizikai módszer- és műszerkutatás	80
2.3.1 Nukleáris műszerfejlesztés	80
2.3.2 Nukleáris módszerfejlesztés	84
a műszerfejlesztés módszertani kérdései; elméleti és modellezett neutronterek összehasonlítása	
2.3.3 Terepi módszertani vizsgálatok	91
2.3.4 A cementgyártás alapanyagainak és technológiai mintáinak ipari vizsgálata	93

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁS	97
a földmágneses tér vizsgálata; magnetoszféra kutatás; a földi árapály vizsgálata; geodéziai gravimetria; paleomágneses vizsgálatok	
FÜGGELÉK	107
Példák az ELGI külföldi tevékenységéről: Mongóliai Nemzetközi Földtani Expedíció; külföldi MAXI—PROBE mérések; szeizmikus mérések Görögországban; könyvtári szolgálat; kiadványok	
Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1981	113
Годовой отчет Венгерского геофизического института им. Лоранда Этвеша за 1981 г.	165

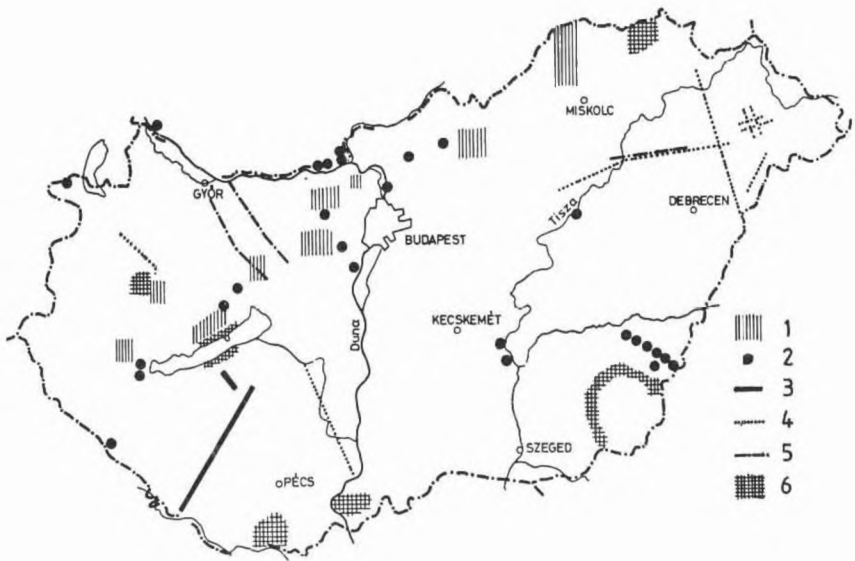
CONTENTS

1	GEOPHYSICAL PROSPECTING	115
2	METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH ..	123
2.1	Seismic	125
2.1.1	Seismic areal measurements in the Zsámbék coal basin	125
2.1.2	Seismic exploration for faults in coal mines	127
2.1.3	Geological—geophysical computing centre based on the RYAD—35	128
2.2	Geoelectric	131
2.2.1	Some new methodological and economic aspects of the combined application of telluric and magnetotelluric measurements	131
2.2.2	Examples showing the application of the electromagnetic method	133
	Mapping of steeply dipping interfaces; Determination of fault amplitudes when the overburden has horizontally changing resistivity; Tracing of facies changes; Exploration for bauxite-bearing formations with electromagnetic frequency soundings; Exploration of thin bauxite beds	
2.2.3	Development of the mise á la masse methods	136
2.2.4	Direct current mathematical and physical modelling	138
2.2.5	New automatic resistivity- and induced polarization measuring instruments with numeric indicator	140
2.2.6	Microprocessor controlled geoelectric data acquisition and preprocessing system	143
2.3	Well logging	147
2.3.1	Nuclear apparatus design	147
2.3.2	Nuclear methodological research	149
	Problems of apparatus design; Field calibrator device type NFC—76; Mathematical solutions of the comparison of theoretical and modelled neutron fields for compensated logging systems	
2.3.3	Methodological investigations in the field	152
2.3.4	Industrial analysis of raw materials and technological samples of the cement industry	153
3	EARTH PHYSICS RESEARCH	155
	geomagnetic variations; magnetosphere investigations; earth tide investigations; geodetical gravimetry; paleomagnetic investigations	
	MISCELLANEOUS	161
	Examples on ELGI's activities abroad: International Geological Expedition in Mongolia, Measurements with the MAXI—PROBE system abroad, Seismic prospecting in Greece; Library; Publications	

СОДЕРЖАНИЕ

1	ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ	167
2	ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	177
2.1	Сейсоразведка	179
2.1.1	Площадная съемка в районе Жамбекского бассейна	179
2.1.2	Изучение сбросов в шахтах сейсмическим методом	181
2.1.3	Геолого-геофизический вычислительный центр на базе ЭВМ ЕС 1035	183
2.2	Электроразведка	187
2.2.1	Некоторые новые методические и экономические аспекты применения комплекса метода теллурических токов и магнитотеллурического метода	187
2.2.2	Примеры применения электромагнитного метода. Выявление границы раздела крутого наклона; определение амплитуды сброса; выявление фаци- альных изменений; изучение бокситоносных структур; изучение тонких бокситовых залежей	189
2.2.3	Наземные наблюдения при помещении электрода в скважине	193
2.2.4	Математическое и физическое моделирование для методов постоянного тока	196
2.2.5	Автоматические цифровые устройства нового типа для измерения сопро- тивления и вызванной поляризации	198
2.2.6	Электроразведочная аппаратура для записи и предварительной обрабат- ки данных, управляемая микропроцессором	201
2.3	Промысловая геофизика	207
2.3.1	Разработка аппаратуры радиоактивного каротажа	207
2.3.2	Разработка методики радиоактивного каротажа методические вопросы разработки аппаратуры; сравнение теоретических и моделированных полей нейтронов	209
2.3.3	Полевые методические работы	212
2.3.4	Промышленный анализ исходных материалов для производства цемента и их технологических проб	214
3	ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	215
	Изучение геомагнитного поля; исследование магнитосферы; изучение земных приливов; геодезическая гравиметрия; палеомагнитные исследования	217
РАЗНОЕ		221
	Примеры деятельности ЭЛГИ за-границей: Международная геологическая экспедиция в Монголии; Работы за-границей с аппаратурой MAXI—PROBE; Сейсморазведка в Греции; Работа библиотеки; Публикации	

1 FÖLDTANI KUTATÁS



1. ábra. Az ELGI terepi kutatásai

- 1 — ásványi nyersanyagok komplex kutatása
- 2 — mérnökgeofizikai és vízföldtani kutatás
- 3 — földkéreg- és litoszféra-kutatás
- 4 — szeizmikus kutatás
- 5 — geoelektromos szelvénymenti mérés
- 6 — geoelektromos területi mérés

Fig. 1. Field work, 1981

- 1 — integrated prospecting for minerals
- 2 — hydrogeological and civil engineering projects
- 3 — crustal and lithospheric investigation
- 4 — seismic survey
- 5 — geoelectric profiles
- 6 — geoelectric network

Рис. 1. План полевых работ ЭЛГИ

- 1 — комплексная разведка месторождений полезных ископаемых
- 2 — инженерно-геофизические и гидрогеологические работы
- 3 — исследование земной коры и литосферы
- 4 — сейсморазведочные работы
- 5 — электроразведочная профильная съемка
- 6 — электроразведочная площадная съемка

1.1 KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁS A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN*

A Dunántúli-középhegységben — a Központi Földtani Hivatal jóváhagyta célprogramnak megfelelően — folytattuk a hegység egészére kiterjedő geofizikai méréseket. Mind a kőszénkutatás, mind a bauxitkutatás területén újszerű együttműködés, jó munkakapcsolat alakult ki az ott dolgozó geológusok, geofizikusok és bányászok között. A területi előkutatást, amely a prognózist megalapozó munkálatokat is magában foglalja, a Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából végeztük. Az előkutatásban 1981-ben a kréta kőszén kutatására („szenon program”) helyeztük a súlypontot. A felderítő és előzetes barnakőszén-kutató geofizikai mérések nagy része az „eocén program” érdekében történt. A Mátyás K—zsámbéki és a tarjáni szénmező kutatásánál került először széles körű alkalmazásra a terepi számítógépes kutatásirányítási rendszer és erre támaszkodva szorosán összehangolt „geofizikai mérés — földtani értelmezés — fúrástelepítés” ciklus, ami a kutatás hatékonyságát és gyorsaságát növelte. A felderítő és részletes kutatási fázishoz kapcsolódó bauxitgeofizikai méréseket a Bauxitkutató Vállalat megbízásából végeztük.

Az 1981. évben a távlati bauxitkutatás több új igénye fogalmazódott meg, ennek során tovább fejlődött kapcsolatunk a Magyar Alumíniumipari Tröszttel. A balatonfelvidéki paleozoos képződmények kutatására a Mecseki Ércbányászati Vállalattól kaptunk megbízást.

1981-ben a Dunántúli-középhegység következő területein dolgoztunk:

1. Sümeg, Ukk és Gyepükaján környékén (szenon kőszén és bauxit előkutatás, MÁFI, Középdunántúli Szénbányák);
2. a Vértes ÉK-i előterében, Szárútelep környékén (bauxit előkutatás, MÁFI);
3. a Márkus-hegy Ny-i előterében (eocén barnakőszén előkutatás, MÁFI, Oroszlányi Szénbányák);
4. a Lencse-hegy távolabbi körzetében (eocén barnakőszén előkutatás, MÁFI, Dorogi Szénbányák);
5. a Csetény-szápári medencében (eocén barnakőszén előkutatás, MÁFI, Középdunántúli Szénbányák);

* Szabadváry L.

6. a Budai-hegységben Piliscsaba, Pilisszántó és Tinnye környékén (bauxit prognosztika, MÁFI);
7. a Bakony DNY-i előterében Zalaudvarnok és Kehida környékén (bauxit prognosztika);
8. Farkasgyepű—Bakonyjákó környékén (bauxit előkutatás, BKV);
9. Csehbánya és Bakonybél környékén (bauxit előkutatás, BKV);
10. a Balatonfelvidéken (érc előkutatás, MÉV);
11. Fenyőfő körzetében (felderítő bauxitkutatás, BKV);
12. Magyaralmástól É-ra (felderítő bauxitkutatás, BKV);
13. Bakonyoszip körzetében (felderítő bauxitkutatás, BKV);
14. Iharkút körzetében (részletező bauxitkutatás, BKV);
15. Nyirád—Kozmatag körzetében (kísérleti mérések a felső kréta fekvőjű bauxitlelőhelyek kutatására, BKV).

Az előkutatás fázisában 1981-ben összesen 4976 ponton mértük a gravitációs tér változását, 132 km hosszúságú szelvényvonalon végeztünk komplex szeizmikus — geoelektromos méréseket, ebből 58 km-t tesznek ki a szénkutatás céljából végzett, zömmel 12-szeres fedésű reflexiós mérések. Multifrekvenciás elektromágneses szondázásokat (678 MFS), elektromágneses szelvényezéseket (4389 MFP), valamint közép- és sekélymélységű vertikális elektromos szondázásokat (738 VES) a kőszén és bauxitkutatás érdekében egyaránt végeztünk. Bauxitkutatási célból 6547 ponton végeztünk potenciáltérképezést (PM), 13 865 ponton kisfrekvenciás rádióhullámú (VLF) ellenállás méréseket, 418 ponton pedig fúrás—felszín „átvilágító” méréseket (FFG).

A geofizikai mérések eredményeinek figyelembevételével 1981-ben 158 fúrást telepítettek (összesen 17 430 fm). Ezek közül 141 fúrást bauxitkutatási céllal, 17 fúrást szénkutatási céllal mélyítették. Műrevaló bauxittelepet 27 fúrás (19%), műrevaló széntelepet 10 fúrás (59%) harántolt. Reménybelinek bizonyult (nyersanyagindikációt jelzett) 28 fúrás (az összes fúrás 18%-a).

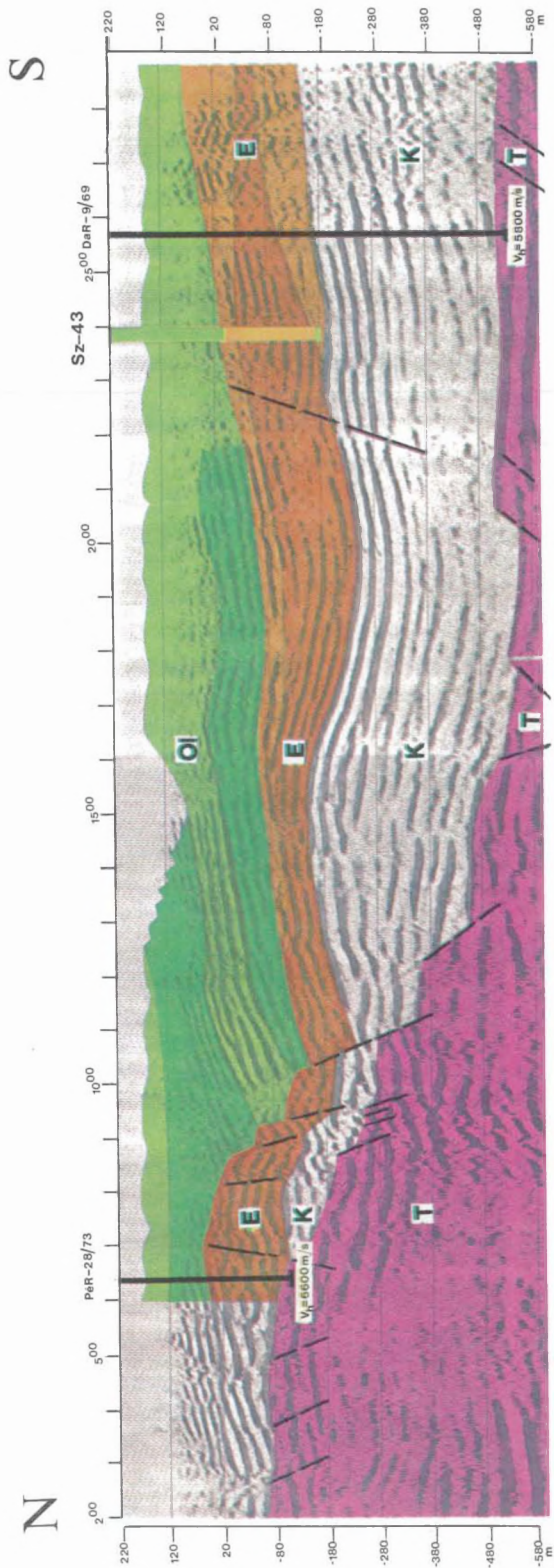
A következőkben ebből a sokrétű munkából mutatunk be néhány jellemző geofizikai módszertani és nyersanyagkutatási eredményt.

1.1.1 Barnakőszén-kutatás

*Eocén barnakőszén-kutatás**

1981-ben MÁFI—ELGI együttműködés keretében indult a Dunántúli-középhegységben az eocén barnakőszén előkutatása. Figyelembe véve az egyes működő szénbányák élettartamát, három olyan terület kapott elsőbbséget, ahol a bánya távolabbi körzetében a nyersanyag perspektivitását rövid időn belül kívánatos tisztázni. Ilyen a Lencse-hegy—II területhez kapcsolódó Lencse-

* Rezessy G.



2. ábra. Csér—4/81 migrált reflexió mélységszelvény a Csetény—Szápári területen

világos zöld: kis ellenállású oligocén; sötét zöld: nagy ellenállású oligocén; világos narancs: kis ellenállású eocén; sötét narancs: nagy ellenállású eocén képződmények; lila: triász időszaki aljzat. Jelölések: \perp — refrakciós szelvény-keresztződés és határsebesség, T — triász, K — kréta, E — eocén, Ol — oligocén

Fig. 2. Csér—4/81 migrated reflection depth section on the Csetény—Szápári area

light green: low resistivity Oligocene; dark green: high resistivity Oligocene; light orange: low resistivity Eocene; dark orange: high resistivity Eocene formations; violet: Triassic basement. Notations: \perp — crossing of refraction profile and boundary velocity; T — Triassic; K — Cretaceous; E — Eocene; Ol — Oligocene

Рис. 2. Разрез с миграцией по профилю МОВ Csér—4/81 в районе Четень—Сапар

светло-зеленый: олигоцен низкого сопротивления; темно-зеленый: олигоцен высокого сопротивления; светло-оранжевый: эоцен низкого сопротивления; темно-оранжевый: эоценовые отложения высокого сопротивления; лиловый: триасовое основание. Условное обозначение: \perp — пункты пересечения профилей КМПВ и граничная скорость; T — триас; K — мел; E — эоцен; Ol — олигоцен

hegy—III É és Lencse-hegy—III D területek, ahol gravitációs méréseket végeztünk, és a Csetény-szápári medence, ahol a köztes széntelep nyomozására kísérleti reflexiós méréseket hajtottunk végre. Mindhárom területen a választott geofizikai módszer eredményesnek bizonyult, ezért 1982-ben nagyobb pont- illetve szelvénytűréssel folytatjuk a méréseket.

A 2. ábrán a Csetény-szápári medencében végzett reflexiós mérések egyik mélységszelvényét mutatjuk be. A korábbi geofizikai mérések csak a triász medencealjzat helyzetét határozták meg (lásd PéR—28/73, BoR—13/67, DaR—9/69 refrakciós szelvénykereszteződést), a fedőösszletet nem tagolták. A bemutatott mélységszelvényen a közeli fúrásokból kiindulva bejelölhető a triász felszín, a szenes összlet feküjét képező kréta összlet elterjedése, vastagsága és változatos felszíne, az eocén-oligocén határ és a szelvény tektonizáltsága.

1981-ben elvégeztük a Márkus-hegy Ny-i előterének gravitációs előkészítését. A nagyszerkezeti vonalakat jól mutatja a gravitációs maradék-anómália térkép (3. ábra). A mérések DK-i határát a Márkus-hegyi bányaterület alkotja, egyébként a meddő fúrások határolták le a területet. A gravitációs mérések területe magában foglalja a Bokod—II szénmezőt is, ahol az előkészítő kutatás 1982-ben kezdődik meg. A fennmaradó terület a további kutatás szempontjából két nagyobb egységre bontható:

- a Pusttavám—Bokod közötti gravitációs minimum terület, ahol a Márkus-hegyi bányamező felől is és ÉNy-i irányból is vető mentén sülyyed az aljzat a mélybe. A minimum néhány (különböző megbízhatóságú) fúrás alapján szénre perspektivikus;
- az ÉNy-i gravitációs maximum zóna, amelyet ÉNy—DK csapású árkos leszakadások tagolnak. Itt kisebb a valószínűsége a barnakőszén előfordulásának.

Mélyebb szerkezeti helyzetben feküképződményként kréta márga várható.

A terület továbbkutatását 1982-ben reflexiós mérésekkel folytatjuk, amelyek alapján 1983-ban néhány fúrás telepíthető és ezek eredményei szerint a terület reménybelisége rangsorolható lesz.

Folytattuk a Gerecse hegység DK-i előterében az eocén kőszén felderítő és előzetes fázisú kutatását. Erről a több éve folyamatosan végzett munkáról az ELGI évkönyveiben rendszeresen beszámoltunk, így utoljára az alkalmazott geofizikai módszerek értékelő áttekintését, valamint az 1978 óta elért jelentősebb eredményeket foglaltuk össze (lásd: 1980. Évi Jelentés). 1981. második felében a zárójelentés elkészítése is megkezdődött. A 460 db fúrás, 270 km geofizikai szelvény és 14 000 geofizikai térképezési pont olyan nagy tömegű anyagot képvisel, hogy ezek megfelelő figyelembevételre a hagyományos módon nem volt lehetséges. Ezért a Központi Földtani Hivatal kezdeményezésére egy munkacsoport alakult. Ez a szakértői közösség rendszeresen egyeztetette a földtani, tektonikai, ősföldrajzi, geofizikai adatokat és az ebből levonható következteté-



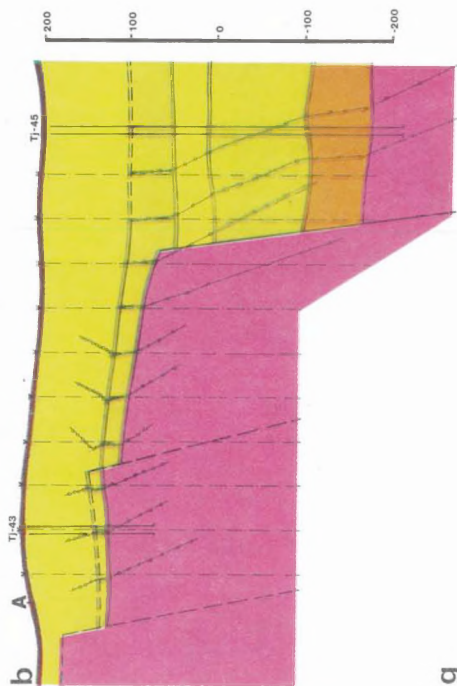
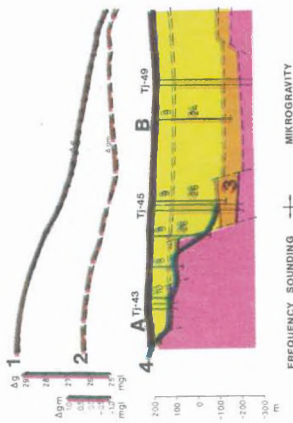
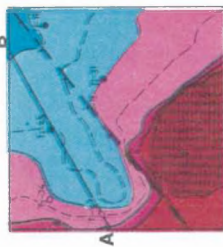
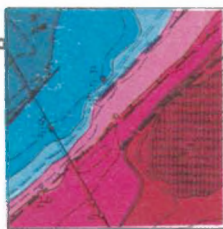
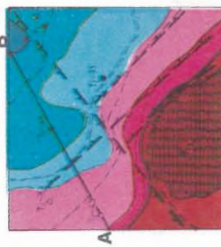
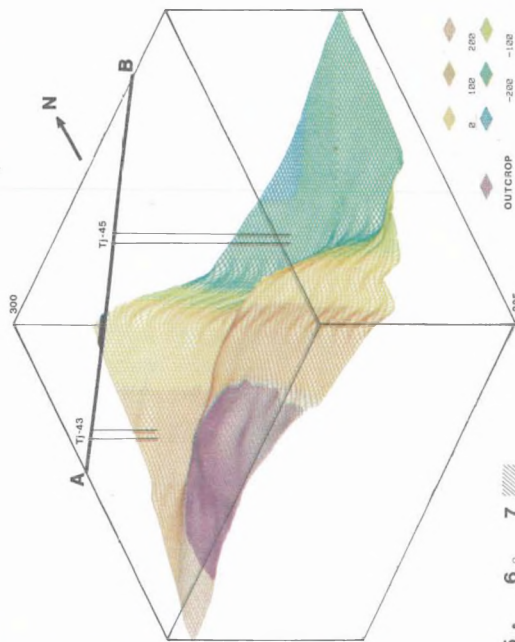
3. ábra. Gravitációs maradék-anomália térkép a Márkus-hegy Ny területéről
1 — a kutatási terület határa; 2 — bányahatár

Fig. 3. Gravity residual anomaly map of the Márkus-hill West area
1 — boundary of investigated area; 2 — limits of mining

Рис. 3. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести для западной части горы Маркуш
1 — граница района работ; 2 — граница горных работ

seket. Az egységés alapot a HP—9845S számítógépre kifejlesztett grafikus geofizikai—földtani információs rendszer (lásd 1979. Évi Jelentés) biztosította. A zárójelentés dokumentációjának elkészítése is ennek felhasználásával történik.

Az alábbiakban a tarjáni szénmezőről mutatunk be példát. A számítógépbe már korábban betáplált, egységésen értelmezett fúrási rétegorokból különböző irányú szelvényeket szerkesztettünk az összes geofizikai adat figyelembevételével (4/a ábra). A geofizikai mérések számára elsőrendű határfelület a triász időszaki medencealjzat felszíne; a terület nagy részén ez a barnakőszén és bauxit fekélyképződménye is. A többszörös fedésű reflexiók mérések és a multifrekven-

a**c****d****e****f****g**

4. ábra. Geoelektromos mérések a tarjáni barnakőszén medencében

- a) A—B geofizikai paraméter-szelvény;
1 — Bouguer-anomália; 2 — gravitációs maradék-anomália; 3 — MFS réteg-határ; 4 — PM mélység-szelvény
- b) Multifrekvenciás elektromágneses szondázások az A—B szelvény mentén
- c) Potenciáltérkép (a tápvonal a határvetővel párhuzamos)
- d) Potenciáltérkép (a tápvonal a határvetőre merőleges)
- e) Potenciáltérkép (átlagos vezetőképesség)
- f) A triász mészkő képződmény tektonikája
5 — eocén kőszéntelep harántoló fúrás; 6 — meddő fúrás; 7 — határvető
- g) A triász mészkő felszínének axonometrikus képe

Fig. 4. Geoelectric measurements in the Tarján coal basin

- a) A—B geophysical parameter profile
1 — Bouguer anomaly; 2 — gravity residual anomaly; 3 — MFS boundary; 4 — PM depth profile
- b) Multifrequency EM soundings along profile A—B
- c) Potential map (source line parallel to boundary fault)
- d) Potential map (source line perpendicular to boundary fault)
- e) Potential map (average conductivity)
- f) Tectonics of Triassic basement (limestone)
5 — borehole reaching Eocene coal; 6 — barren borehole; 7 — boundary fault
- g) Axonometric view of Triassic limestone surface

Рис. 4. Электроразведочные работы в угольном бассейне Тарьян:

- a) A—B профиль геофизических параметров;
1 — аномалии Буге; 2 — остаточные аномалии поля силы тяжести;
3 — граница раздела по МЧЗ; 4 — глубинный разрез по данным потенциального картирования
- b) многочастотные электромагнитные зондирования по профилю А—В
- c) карта потенциалов (линия питающего тока параллельна граничному сбросу)
- d) карта потенциалов (линия питающего тока перпендикулярна сбросу)
- e) карта потенциалов (средняя проводимость)
- f) тектоника триасового основания (известняки)
5 — скважина, прошедшая угольную залежь; 6 — непродуктивная скважина; 7 — граничный сброс
- g) Аксонометрическое представление поверхности триасовых известняков

ciás elektromágneses szondázások (MFS) azonban a fedőösszletet is tagolják, így segítséget adnak a vetők korának meghatározására (4/b ábra).

A munkacsoport a tektonikai térképek megszerkesztéséhez a geofizikai adatokat mint a legfontosabb alapadatokat vette figyelembe a fúrások közötti területeken. Ehhez átadtuk a dőlés, illetve csapásirányban — a tarjáni medencében összesen 8 szelvény mentén — az a) szelvényhez hasonló formában ábrázolva a geofizikai alapadatokat is, és a medencealjzat legvalószínűbb elhelyezkedését. A földtani szelvényeket a fedőösszlet tagolásával, valamint a tektonikai térképet ezek figyelembevételével szerkesztettük meg.

A c), d) e) térképek a potenciáltérképezésből meghatározható vetőrendszert mutatják a tarjáni szénmedence DNy-i határvetőjénél. A c) térképnél a mérések tápvonala csapásirányú, így elsősorban a harántvetőt érzékelték. A d) térképnél a tápvonal dőlésirányú, ezért a határvető és azzal párhuzamos vetők jelölhetők ki. Az e) átlagos vezetőképesség térképen a vetők helye felismerhető, de nem jellemző. Az f) ábra a földtani—geofizikai adatok felhasználásával szerkesztett tektonikai blokkokat mutatja. A vonatkoztatási felület a triász mészkő felszíne. Mind a négy térképnél feltüntetjük az A—B szelvény nyomvonalát is.

Ugyanennek a területnek axonometrikus képét mutatja a g) ábra. A szerkesztés a HP—9845S számítógépen történt az adattárban meglévő fúrási és geofizikai adatok felhasználásával.

A geofizikai mérések információt nyújtottak:

- a 30 méternél nagyobb elvetési magasságú vetők helyének meghatározására és szelvényenkénti korrelálására,
- az egyes tektonikai blokkokon belül az aljzat és a széntelep dőlésének meghatározására,
- bizonyos esetekben a vetők korának és dőlésszögének meghatározására.

*Nagy felbontóképességű, szeizmikus reflexiós mérés alkalmazása a szénkutatás termelési fázisában**

A Magyar Szénbányászati Tröszt megbízásából reflexiós szeizmikus méréseket végeztünk a Nagyegyháza Bányaüzem főfeltáró-vágata felett. A szeizmikus kutatás feladata a kihajtás alatt levő nagyegyházi főfeltáró-rendszer mentén a széntelepes összlet, a fedő- és feküképződményeket harántoló vetők helyének, helyzetének, az elmozdulások méretének meghatározása volt. A nagy felbontóképességű szeizmikus mérések tervezését, a reflexiós szelvény értelmezését a fúrási adatok alapján készített földtani szelvény alapján végeztük (5/a ábra).

A mérések során alkalmazott paraméterek:

DFS—V típusú digitális berendezés, 1 ms mintavételi köz, 40 Hz önfrekvenciájú geofonokból álló 10 db-os geofoncsoportok 10 m-es lineáris csoportosítással;

* Majkuth T., Petrovics I., Szalay I.

geofonbázis-távolság 10 m, terítés 230 m. Töltet 0,2 kg, a laza réteg talpa alá helyezve. A felvevőműszernél 27 Hz-es alulvágó szűrőt használtunk és különös gondot fordítottunk a korrekciós mérésekre.

A mért anyag feldolgozását az R—35 számítógépen végeztük az SzCSz—3 programcsomaggal. Az időszelvények színes megjelenítése az R—10-en keresztül off-line COROLLPRESS plotteren történt. A feldolgozás során mind a statikus, mind a dinamikus korrekciót az elérhető legnagyobb pontossággal végeztük. Ennek és a jelalak- és fáziskorrekciónak tudható be az elért jó jel/zaj viszony (5/b ábra). Így az időszelvény és az ebből készített migrált időszelvény (5/c ábra) alkalmas földtani értelmezésre: az összegszelvény elsősorban a rétegtani korrelációra, a migrált időszelvény pedig a szerkezeti elemek (vetők helyének és helyzetének) felismerésére. A reflexiós határfelületek korrelációja során felhasználtuk a dinamikus paraméterek jellegzetességeit (pl. a triász időszaki dolomit felszíne 40—50 Hz, az eocén és oligocén képződmények határa 60—70 Hz frekvenciás reflexióval jelentkezik). A teljes biztonságot csak az akusztikus mérések és a vertikális szeizmikus szelvényezés összekapcsolása biztosíthatja.

A vetők kijelölése a következő kritériumok alapján történik:

- a diffrakciók minimumpontjainak kijelölése az időszelvényen,
- a szintelmozdulások, folytonossági hiányok vizsgálata,
- a szintek dőlésének hirtelen változása.

Vizsgálataink alapján a szelvény horizontális és vertikális felbontóképessége 5—10 m között van (a 19⁰⁰ körüli vető felső élének az elmozdulása 5m). A vágathajtás során megfigyelt 1—5 méternyi elmozdulások csak kivételesen szerencsés esetekben jelölhetők (7²⁵; 8⁶³; 12⁷⁸-nál). A földtani szelvényvel összehasonlítva a reflexiós szelvény több vető helyzetét és korát pontosabban határczza meg, és néhány — a sűrű fúrási hálózat ellenére is — ismeretlen vetőt kimutat.

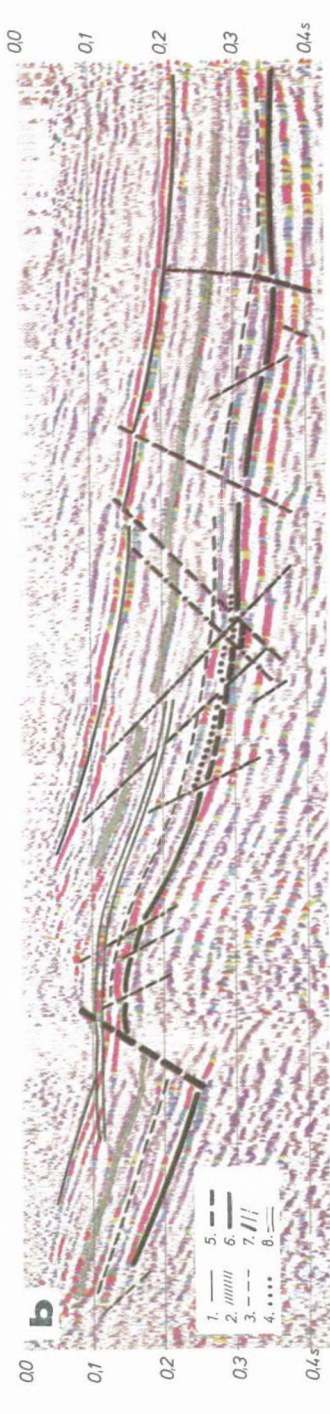
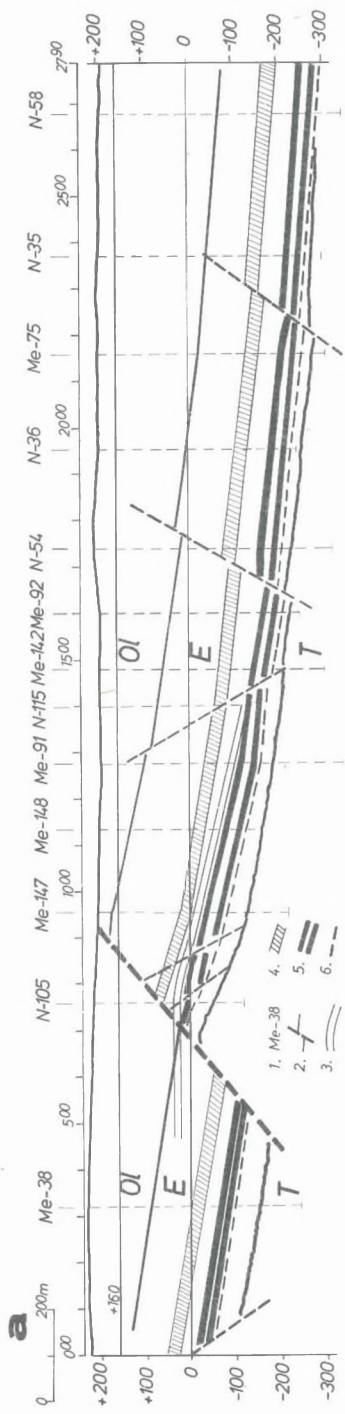
*Felső kréta barnakőszén-kutatás**

A „Bakonyi szenon barnakőszén-kutatási program” keretében Sümeg—Ukk—Gyepükaján térségében az előkutatás második ütemét fejeztük be.

1980-ban, az első ütemben, a Bouguer-anomália térképek és a maradék-anomália térképek információt szolgáltatottak a terület nagyszerkezeti felépítéséről és mélységviszonyairól és alkalmasak voltak a második kutatási ütem megtervezésére, amely során szeizmikus és elektromágneses módszerekkel mértünk.

Kialakítottuk a „köztes telepek” geofizikai kutatási módszertanát. A szeizmikus reflexió és az elektromágneses módszerek fejlődése az elmúlt két évben lehetővé tette, hogy a geofizikai tevékenység ilyen telepek kutatására is kiterjedjen.

* Hoffer E., Nyitrai T.



5. *ábra.* Szeizmikus reflexiós mérés alkalmazása a szénkutatás termelési fázisában

a) Földtani szelvény a szeizmikus reflexiós szelvény mentén

1 — mélyfúrás; 2 — földtani réteghatár vetővel; 3 — főfeltáró vágat; 4 — alveolinás mészkő (eocén); 5 — széntelepes összlet; 6 — áthalmazott dolomit felszíne

b) Nsz—1/80 jelalak- és fáziskorrekció utáni időszelvény

1 — eocén—oligocén határ; 2 — alveolinás mészkő; 3 — áthalmazott dolomit felszíne; 4 — triász időszaki dolomit felszíne a fúrások alapján; 5 — triász időszaki dolomit felszíne a geofizika alapján; 6 — triász időszaki dolomit felszíne, ahol az előző kettő egyezik; 7 — vető-jelölés a megbízhatóság csökkenő sorrendjében; 8 — főfeltáró vágat

c) Nsz—1/80 migrált időszelvény

Jelmagyarázat azonos a b) ábráéval

Fig. 5. Seismic reflection measurements in the exploitation phase of coal exploration

a) Geologic cross section along the seismic profile

1 — borehole; 2 — geologic boundary with fault; 3 — main gallery; 4 — *Alveolina* limestone (Eocene); 5 — coal bearing complex; 6 — surface of allochton dolomite

b) Nsz—1/80 time section after wavelet and phase correction

1 — Eocene — Oligocene boundary; 2 — *Alveolina* limestone; 3 — surface of allochton dolomite; 4 — surface of Triassic dolomite from borehole data; 5 — surface of Triassic dolomite from geophysical data; 6 — surface of Triassic dolomite where 4 and 5 coincides; 7 — faults in decreasing order of reliability; 8 — main drift

c) Nsz—1/80 migrated time section

(legend as for b)

Рис. 5. Применение сейсмического метода отраженных волн на эксплуатационном этапе углеразведки

a) Геологический разрез по сейсмическому профилю

1 — скважина; 2 — геологическая граница раздела со сбросом; 3 — основная выработка; 4 — альвеолиновые известняки (эоцен); 5 — угленосная толща; 6 — поверхность аллохтонных доломитов

b) Временной разрез профиля Nsz—1/80 после ввода поправок за форму записи и фазу

1 — граница раздела олигоцена с эоценом; 2 — альвеолиновые известняки; 3 — поверхность аллохтонных доломитов; 4 — поверхность триасовых доломитов по данным бурения; 5 — поверхность триасовых доломитов по геофизическим данным; 6 — поверхность триасовых доломитов, где оба вида данных совпадают; 7 — сбросы в порядке снижающейся достоверности; 8 — основная выработка

c) Временной разрез с миграцией по профилю Nsz—1/80 (условное обозначение см. на рис. b)

Az első ütemben nyert geofizikai eredmények és földtani megfontolások alapján kijelölt fúrásokon keresztül 1981-ben négy szeizmikus szelvényt telepítettünk úgy, hogy azok a korábban mélyített fúrások között a korrelációt lehetővé tegyék és a későbbiek folyamán egységes hálózatba illeszthetők legyenek. A szeizmikus időszelvényeken kirajzolódó önálló szerkezeti egységek olyan szakaszára terveztük a fúrást, ahol az a földtani rétegsort várhatóan teljes kifejlődésében és nyugodt települési viszonyok között harántolja. Az ily módon kitűzött fúráson keresztül a szeizmikus vonalra merőlegesen egy rövid multifrekvenciás elektromágneses szondázási (MFS) szelvényt mértünk, hogy a fúráspont közvetlen környezetében a földtani felépítés térben is vizsgálható legyen.

Az MFS szelvények a felső kréta képződmények tagolását is lehetővé tették. Így a szelvényeken kimutatható volt a környezetnél nagyobb elektromos ellenállású Ugodi Formáció, valamint a kisebb ellenállású széntelepes Ajkai Formációt is magába foglaló rétegsoport.

1.1.2 Bauxitkutatás*

Az előkészítő kutatás keretében 1981-ben a Bakonyjákó—farkasgyepűi magasrögön, a Csehbányai-gerincen és a Bakonybél-től DNy-ra fekvő medencében mértünk. Az e környéken 1975 óta folyó elő- és földterítő geofizikai mérések célja az iharkuti bauxitelőfordulás előterét alkotó, mélyebb, triász aljzatú medencék és az ezeket elválasztó magasrögök mélységviszonyainak és szerkezetének tisztázása.

A komplex geofizikai és (a Bauxitkutató Vállalat által végzett) földtani-fúrásos kutatás lépéseit a Csehbányai-gerincen és az ezt harántoló Né—23 szelvény példáján mutatjuk be (6. ábra).

A triász aljzatú, több száz méteres elvetési magasságú vetőkkel határolt gerincet (amelynek mélységtérképét a d. részrajzon mutatjuk be) először a részletes gravitációs mérések körvonalazták; a Bouguer-anómália térkép szűréséből a határoló szerkezeti vonalak jól kijelölhetők voltak. A nagyszerkezet ismeretében, a gerincre közel merőlegesen telepítettük az oldallövésekkel és geoelektromos szondázásokkal kiegészített refrakciós szeizmikus szelvényt (a). A földtani értelmezésből (b) feltételeztük, hogy a gerinc három részből áll:

- a Ny-i, közepes (100—200 m) mélységű terasz, amelynek kutatására mélyítették a Cseh—14 fúrást;
- középső, felszínközelbe emelkedő szakasz;
- K-i rész, ahol a triász-jura mészköves kifejlődésű aljzat lépcsős vetőrendszer mentén süllyed a mélybe.

* Kakas K., Tóth Cs.

A Cseh—14 fúrás elkészülte után a szelvény mentén részletező MFS méréseket végeztünk (c). Ennek eredményét is figyelembe véve készült el a részletesebb értelmezés. Ezután javasoltunk fúrást (Cseh—15) egy kisebb vető aljára. A fúrás az aljzatot — a vető közelében is — a geofizikai előrejelzésnek megfelelően ütötte meg. Bár műrevaló bauxitot ezen a szelvényen egyik fúrás sem harántolt, az előkutató fúrások földtanilag jellemző helyekre kerültek és adataik (a gerinc csapásában) nagyobb területre extrapolálhatók.

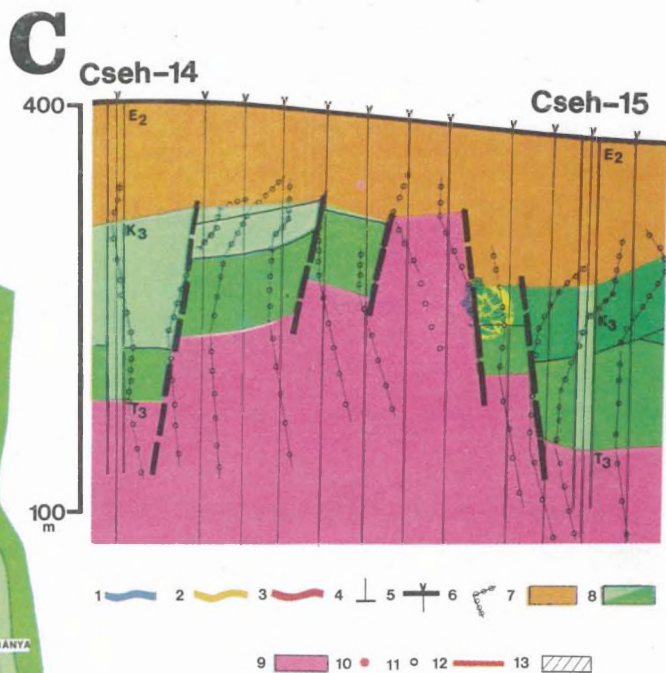
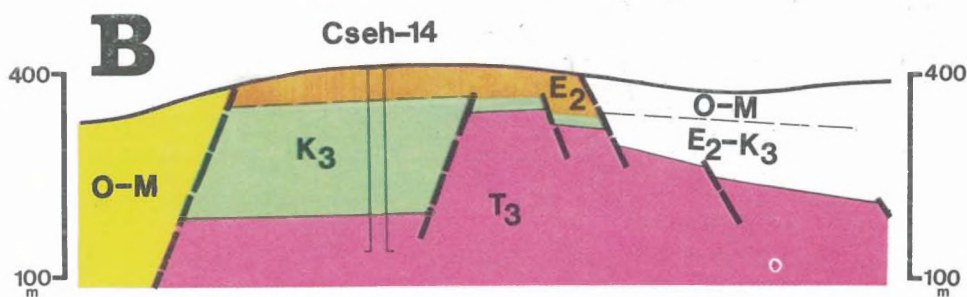
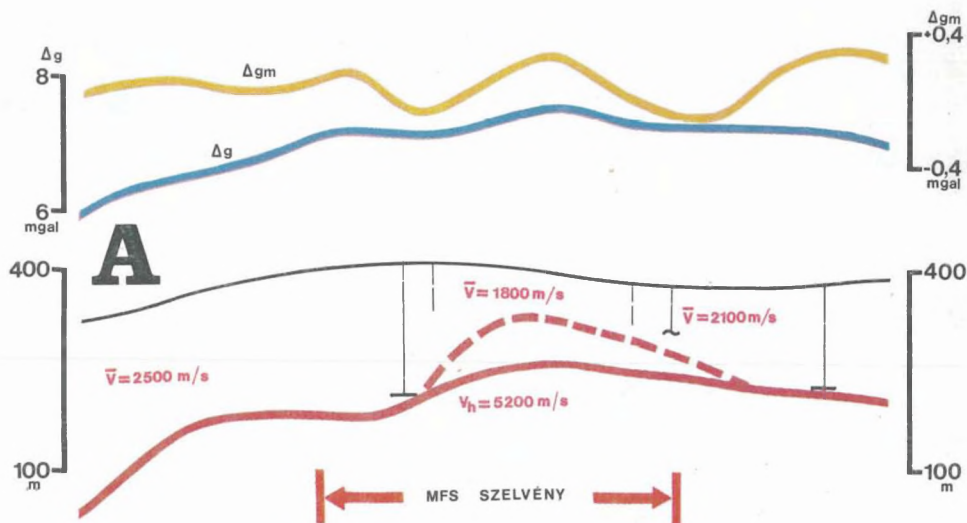
A felderítő kutatás keretében Bakonyoszlopon 1981-ben befejeztük az I. koncentrációtól É, ÉNy és K-re levő — a Suri—Csetényi magasrögvonulatig húzódó — területek gravitációs felmérését, majd a különböző mélységű és földtani felépítésű területeken kísérleti szeizmikus reflexiók, elektromágneses térképező és szondázó méréseket végeztünk. Az eredmények jó alapot adnak a további kutatások tervezéséhez és a felderítő fázisú fúrások telepítéséhez.

A bakonyoszlopi I. koncentráció területén kísérleti jelleggel szelvénymenti részletező multifrekvenciás szondázásokat végeztünk három területen. hogy az egy-egy fúrással megtalált bauxitlencsék lehatárolását, méretének meghatározását elősegítsük. A BKV szakembereivel közösen — felhasználva az előző évi mérések eredményeit — a bakonyoszlopi bauxitelőfordulás déli területén több bauxitlencse felkutatását segítettük elő.

Részletező méréseket végeztünk az iharkúti előfordulás DK-i és D-i részén is (Hajszabarna, Németbánya—K). Az 1:2000-es méretarányú mérések felhasználására jellemző (sikeres) példa az Nb—319 sz. fúrás körzetének kutatástörténete (7. ábra).

Az első fázis eredményeképpen 1980 elején adtuk meg az (a) értelmezési térképet, amelyen feltüntettük a kibúvásos (tehát a további kutatásból kizárható) területrészeket, a 10 m-nél nagyobb aljzattmélységű, de a már elkészült fúrások alapján meddőnek nyilvánítható egységeket és a továbbkutatásra javasolt területrészeket. A javaslat után mélyített Nb—319 sz. fúrás 91 m bauxitot harántolt. A második mérési fázis célja a bauxittároló szerkezet határainak jelzése volt. Ennek eredménye az 1980 novemberében elkészült (b) ábra. Ennél finomabb képet a klasszikus módszerektől (VLF, PM, VES stb.) már nem várhattunk.

Az Nb—319 fúráson keresztül fektetett MFS szelvény (c) igen nagy pontossággal meg tudta határozni a bauxittároló szerkezetet, gyakorlatilag ki lehetett mutatni a bauxitot határoló, közel függőleges dolomitfalakat. Az MFS szelvény másik eredménye, hogy a dolomit felszínét még az ÉK-i nagyobb vetőn túl is (a később mélyített fúrások által igazoltan) kellő pontossággal meghatározta, pedig a fedő itt laterálisan inhomogén. Az MFS szelvény eredményeit részletesebben a 2.2.2 fejezetben elemezzük, a más földtani modelleken mértékekkel együtt.



6. ábra. A Csehbányai Gerinc kutatása

- A) Né—23 geofizikai szelvény
- B) A Né—23 szelvény előzetes földtani értelmezése
- C) MFS mérésck a Né—23 szelvény egy szakaszán
- D) A Csehbányai Gerinc mélységtérképe

1 — Bouguer-anomália; 2 — gravitációs maradék-anomália; 3 — szeizmikus refrakciós határfelület; 4 — a nagyellenállású szint mélysége vertikális elektromos szondázás alapján; 5 — az MFS mérések helye és vonatkoztatási tengelye; 6 — látszólagos ellenállás — valódi mélység görbe; 7 — eocén (oligocén) fedőösszet; 8 — a felső kréta Csehbányai Formáció különböző fajlagos ellenállású rétegei; 9 — triász földolomit; 10 — produktív fúrás; 11 — improduktív fúrás; 12 — szeizmikus refrakciós vonal; 13 — az iharkúti bauxitelőfordulás részletesen megkutatott területe

Fig. 6. Exploration of the Csehbánya ridge

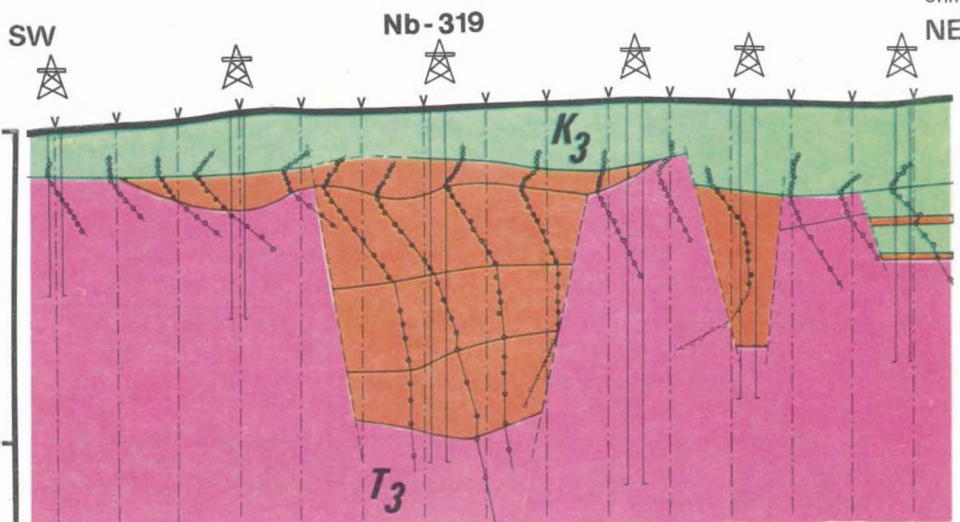
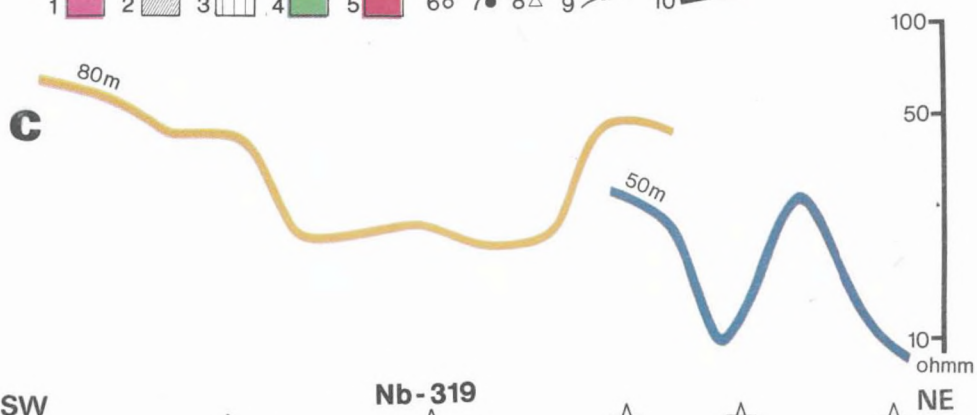
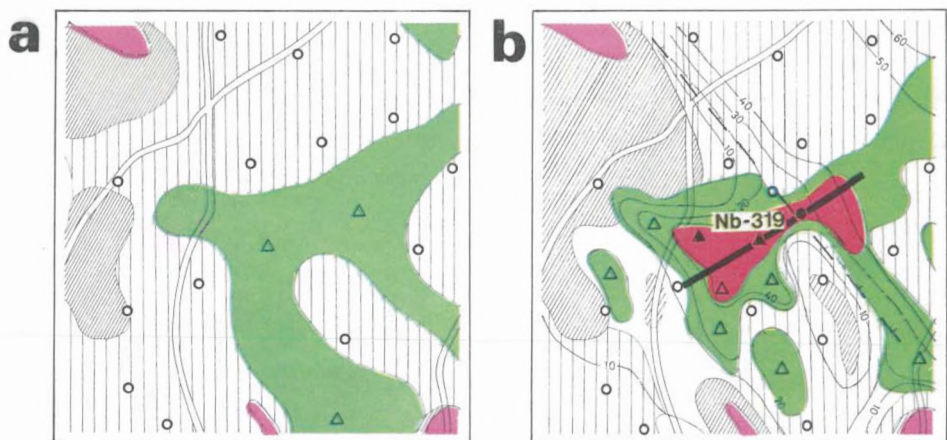
- A) Né—23 geophysical profile
- B) Preliminary interpretation of profile Né—23
- C) Multifrequency EM soundings along a part of profile Né—23
- D) Contour map of the Csehbánya ridge

1 — Bouguer anomaly; 2 — gravity residual anomaly; 3 — seismic refraction boundary; 4 — depth to high resistivity basement from VES; 5 — location and reference axis of MFS measurements; 6 — apparent resistivity — true depth graph; 7 — Eocene (Oligocene) cover; 8 — layers of different resistivity of the Csehbánya Formation (upper Cretaceous); 9 — Triassic main dolomite; 10 — 11 — borehole with bauxite; barren borehole; 12 — seismic refraction profile; 13 — area of detailed survey on the Iharkút bauxite occurrence

Рис. 6. Разведочные работы по хребту Чехбанья

- A) геофизический разрез Né—23
- B) Предварительная геологическая интерпретация разреза Né—23
- C) Многочастотные электромагнитные зондирования по отрезку профиля Né—23
- D) Карта глубин хребта Чехбанья

1 — аномалии Буге, 2 — остаточные аномалии поля силы тяжести; 3 — сейсмический преломляющий горизонт; 4 — глубина горизонта высокого сопротивления по данным ВЭЗ; 5 — места многочастотных зондирований и ось приведения; 6 — график зависимости кажущегося сопротивления от истинной глубины; 7 — эоценовая (олигоценная) покровная толща; 8 — слои различных сопротивлений Чехбаньянской формации (верхний мел) 9 — триасовые главные доломиты; 10 — продуктивная на боксит скважина; 11 — непродуктивная скважина; 12 — сейсмический профиль КМПВ; 13 — площадь детальной съемки Ихаркутского бокситового месторождения



7. *ábra.* A Németbánya—XXV. lencse geofizikai kutatása

a) Eredménytérkép a mérések 1. fázisa után

b) Eredménytérkép a mérések 2. fázisa után

1 — a triász földolomit kibúvása; 2 — földolomit felszínközelen; 3 — a mérések és a fúrások szerint meddő területek; 4 — továbbkutatandó terület; 5 — a bauxittest feltételezett kiterjedése; 6 — meddő fúrás; 7 — produktív fúrás; 8 — javasolt fúrás helye; 9 — a dolomit-felszín mélysége; 10 — MFS szelvény

c) A bauxittest felett mért MFS szelvény

1 — az MFS mérések helye és vonatkoztatási tengelye; 2 — látszólagos ellenállás — valódi mélység görbe; 3 — felső kréta — eocén fedőösszet; 4 — bauxit; 5 — triász földolomit; 6 — a látszólagos fajlagos ellenállás görbéje 80 m mélységben; 7 — a látszólagos fajlagos ellenállás görbéje 50 m mélységben

Fig. 7. Geophysical exploration history of the Németbánya—XXV bauxite lens

a) Map of geophysical results after the first phase

b) Map of geophysical results after the second phase

1 — outcrop of dolomite; 2 — dolomite in near surface; 3 — barren areas according to geophysics and boreholes; 4 — areas marked out for further investigation; 5 — supposed extent of the bauxite body 6 — barren borehole; 7 — productive borehole; 9 — depth to dolomite; 10 — MFS profile

c) MFS profile over the bauxite body

1 — location and reference axis of MFS measurements; 2 — apparent resistivity — true depth graph; 3 — upper Cretaceous — Eocene cover; 4 — bauxite; 5 — Triassic dolomite; 6 — profile of apparent resistivity for the depth of 80 m; 7 — profile of apparent resistivity for the depth of 50 m

Рис. 7. Результаты геофизической разведки бокситовой залежи Неметбанья—XXV

a) карта геофизических результатов после первой фазы разведки

b) карта геофизических результатов после второй фазы разведки

1 — обнажение главных доломитов; 2 — главные доломиты вблизи поверхности; 3 — непродуктивные участки по данным геофизики и бурения; 4 — участки, выделенные для дальнейшей разведки; 5 — предполагаемая площадь распространения бокситового тела; 6 — непродуктивная скважина; 7 — продуктивная скважина; 9 — глубина залегания

c) График МЧЗ над бокситовым телом;

ния поверхности доломитов; 10 — график МЧЗ

1 — место МЧЗ и ось их пиведения 2 — график кажущееся сопротивление—глубина; 3 — верхнемеловой-эоценовый покров; 4 — боксит; 5 — триасовые главные доломиты; 6 — кривая удельного сопротивления для глубины 80 м; 7 — кривая удельного сопротивления для глубины 50 м

1.2. A VELENCEI-HEGYSÉG GEOFIZIKAI ELŐKUTATÁSA*

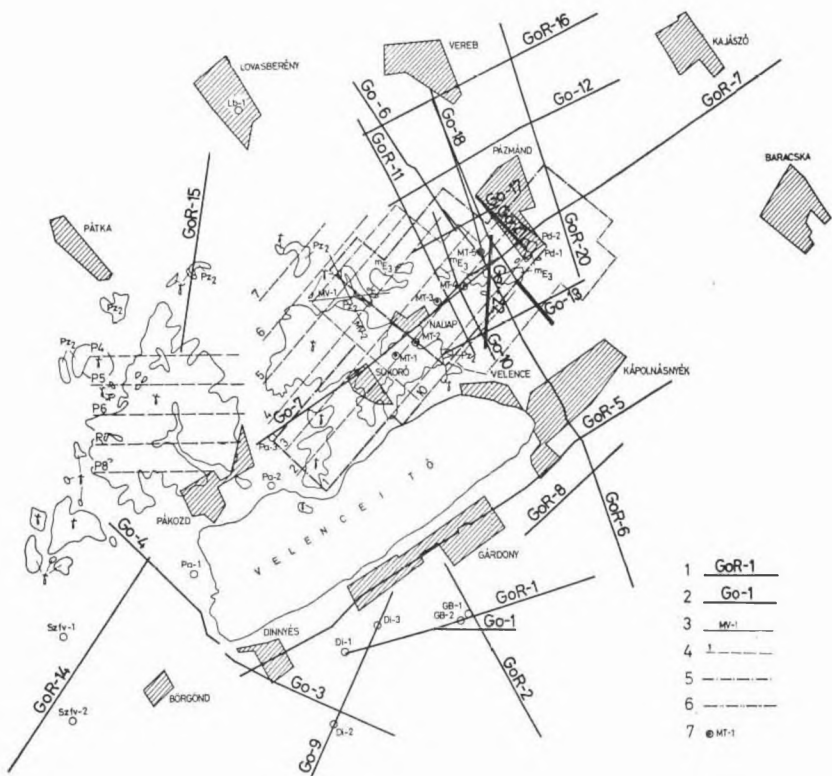
A „Velencei-hegység—Balatonfő földtani-ércföldtani előkutatási programja” alapján végzett geofizikai előkutatás során 1981-ben kelet- és nyugat-velencei területen földmágneses és kísérleti magnetotellurikus méréseket, elektromágneses frekvencia-szondázást, valamint reflexiós szeizmikus és gerjesztett potenciál méréseket végeztünk (8. ábra). A geofizikai anomáliák értelmezése céljából a méréseket egyedi földtani bejárásokkal és paleomágneses vizsgálatokkal is kiegészítettük. A programnak megfelelően a kutatás célja a feltételezett ércmezők (K-Velence, Dinnyés—Seregélyes, Szabadbattyán és Ny-Velence) területén olyan ipari értékű érclőhelyek felkutatása, amelyek részben a felszíni képződményekben, részben a mélyben fordulhatnak elő.

A MÁFI által végzett újabb földtani munkálatok (földtani térképező- és fúrásos kutatás, metallometriai felvételezés) eredményeképpen a Velencei-hegység keleti részére vonatkozó földtani ismereteink bővültek:

- a területen elhelyezkedő, korábban andezitként leírt K—Ny irányú kibúvás-vonulat az újabb vizsgálatok szerint metasomatitokból épül fel. E metasomatitok a szekunder kvarcit formációba tartoznak és felső eocén korú vulkáni képződmények hidrotermális bontásával keletkeztek. A metasomatózis foka annyira nagy, hogy sok esetben lehetetlen megállapítani, hogy a metasomatitok milyen kőzetekből keletkeztek;
- 1981-ben a legkeletibb metasomatit kibúvás északi lejtőjén egy 1200 m-es fúrást mélyítették (Pd—2). A fúrás 48,9 m felső pannon agyag, homok és aleurolit után 562,8 m-ig metasomatit összletet harántolt. 562,8 m-től 1200 m-ig dioritot tárt fel, amely másodlagos magnetitesedést szenvedett. A fúrási maganyag részletes vizsgálata jelenleg is folyamatban van.

A geofizikai kutatás előkutatási- és érckutatási szakaszra bontva történt. Az előkutatás keretében a Velencei-hegység és közvetlen környezetének mélyszerkezeti viszonyait vizsgáltuk. A korábbi évek földmágneses (ΔZ) méréseivel a Velence és Pázmánd között kimutatott anomáliáson részletes,

* Csörgei J., Madarasi A., Majkuth T., Mártonné Szalay E., Pintér A., Schönviszky L., Varga G.



8. ábra. A Velencei-hegységben végzett geofizikai mérések helyszínrajza (vastagabb vonallal az 1981. évi méréseket jelöltük)

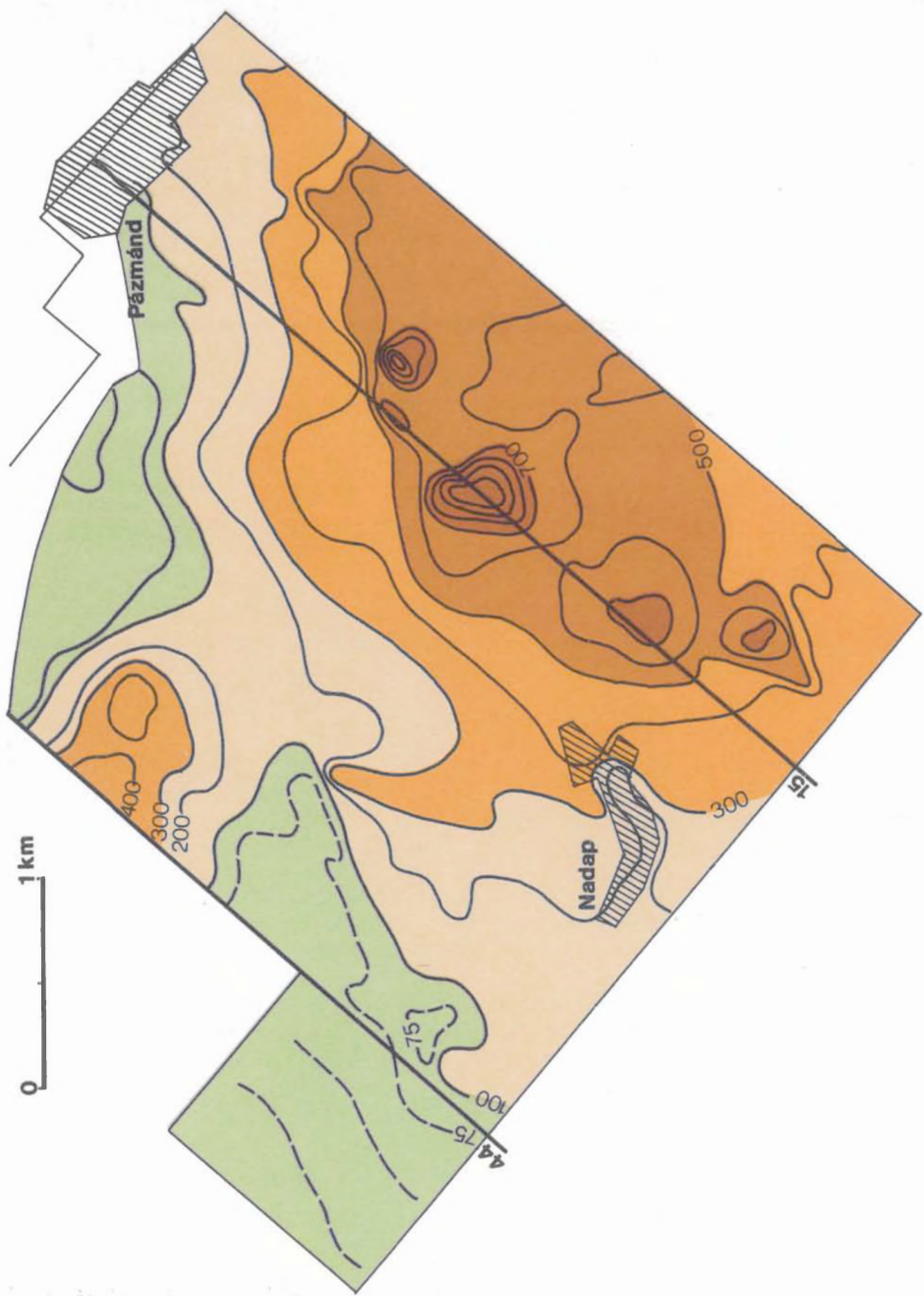
1 — refrakciós vonal; 2 — reflexiós vonal; 3 — MFS mérések vonala; 4 — átnézetes GP szelvények; 5 — hálózatos GP mérések területe; 6 — részletes ΔT mérések területe; 7 — MT szondázási pont

Fig. 8. Location map of different geophysical measurements in the Velence hills (thick lines indicate 1981 measurements)

1 — refraction seismic line; 2 — reflection seismic line; 3 — line of MFS measurements; 4 — regional IP profiles; 5 — IP network; 6 — detailed ΔT measurements; 7 — MT sounding

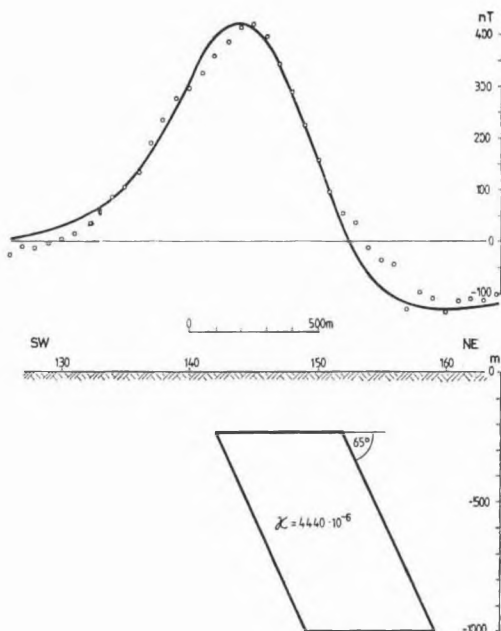
Рис. 8. План геофизических работ, проведенных в районе гор Веленце
1 — профиль КМПВ; 2 — профиль МОВ; 3 — линия ЭМЧЗ; 4 — региональный профиль ВП; 5 — сеть наблюдений по методу ВП; 6 — детальная съемка ΔT ; 7 — магнитотеллурическое зондирование

50×100 méteres hálózatu, földmágneses (ΔT) méréseket kezdtünk el, az anomáliák alakjának pontosabb megismerésére. A mérési eredményekből készült (ΔT) anomáliatérképen (9. ábra) a Bence-hegy és Cseplek-hegy között húzódó íves anomáliasor a korábbi előkutató mérésekből meghatározott kettős anomália helyett négy anomália tagra bontható. A Csúcsos-hegytől ÉNy-ra levő anomália helyzetét és alakját a részletező mérés alig módosította. Ez utóbbi





9. ábra. Földmágneses ΔT anomália térkép a Velencei-hegység K-i részéről
Fig. 9. Geomagnetic ΔT anomaly map in the eastern part of the Velence hills
Рис. 9. Карта геомагнитных аномалий ΔT в восточной части гор Веленце



10. ábra. Szelvénymenti hatószámítás a kelet-velencei területen (44. sz. szelvény)

Fig. 10. Model computation along geomagnetic profile No 44 in the eastern part of the Velence hills

Рис. 10. Решение обратной задачи по профилю в восточной части гор Веленце (профиль № 44)

anomálián egy szelvény mentén a hatót is számítottuk (10. ábra). Az anomáliát okozó ható a számítások szerint ÉNy—DK irányban elnyúlt (végtelen), erre merőlegesen és lefelé véges. A földmágneses ΔT méréseket 1982-ben folytatjuk.

Gravitációs feldolgozást is végeztünk a Velencei-hegység területén, az 1980. évi mérések alapján meghatározott $\sigma = 2,65 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ értékének figyelembevételével. A gránitra jellemző átlagsűrűséggel korrigált Bouguer-anomália térkép alapján készült maradék anomália térkép (11. ábra) már kevésbé függ a topográfától, és a Velencei-hegység gránitplutonjáról, illetve közvetlen környezetéről az alábbi, igen jellegzetes képet adja:

- határozott minimumzónák azok a szerkezeti vonalak, amelyek a felszíni földtani térképekből már ismertek voltak. A gravitációs minimumzónák alapján több, eddig csak feltételezett, elsősorban sugárirányú törés is biztosan kijelölhető;
- a Velencei-hegység gránitterületét félkörívben keskeny, negatív anomaliagyűrű veszi körül. Ez feltehetően az a tektonikus zóna, amely mentén a gránit a környezet, idősebb paleozoikumba benyomult;
- a gránit környezetében, kis foltokban a felszínen is meglévő idősebb

- paleozoos képződmények a gránitnál nagyobb sűrűségűek. Ezt figyelembe véve a térkép alapján megállapítható, hogy az idősebb paleozoos képződmények, ha nem is folyamatos vonulatként, de jól nyomozhatóan körülveszik a gránitterületet a Velencei-tó ÉK-i partjától a Gécsi-, Antónia-, Vaskapu-, Sági-, Varga- és Kőrakáshegy maximumáig. Nagyobb sűrűségű, idősebb paleozoikum előfordulása e kép alapján a Ráchegytől D-re és É-ra levő maximumnál fedett helyzetben is elképzelhető;
- a gránitterületet DNy-on feltehetően a Pákozdtól D-re húzódó, ÉK—DNy irányú szerkezeti vonal határolja;
 - a Templom-hegynél levő Ny—ÉNy irányú, erős maradék-anomália minimum területén a térszín magassága 300—350 m tszf. E domborulatot kis sűrűségű képződmények építik fel. A gránitra jellemző, viszonylag nagy átlagsűrűséggel korrigált Bouguer-anomália térképből készült maradék-anomália térképben ezért itt indokolatlanul nagy negatív anomália jelentkezik.

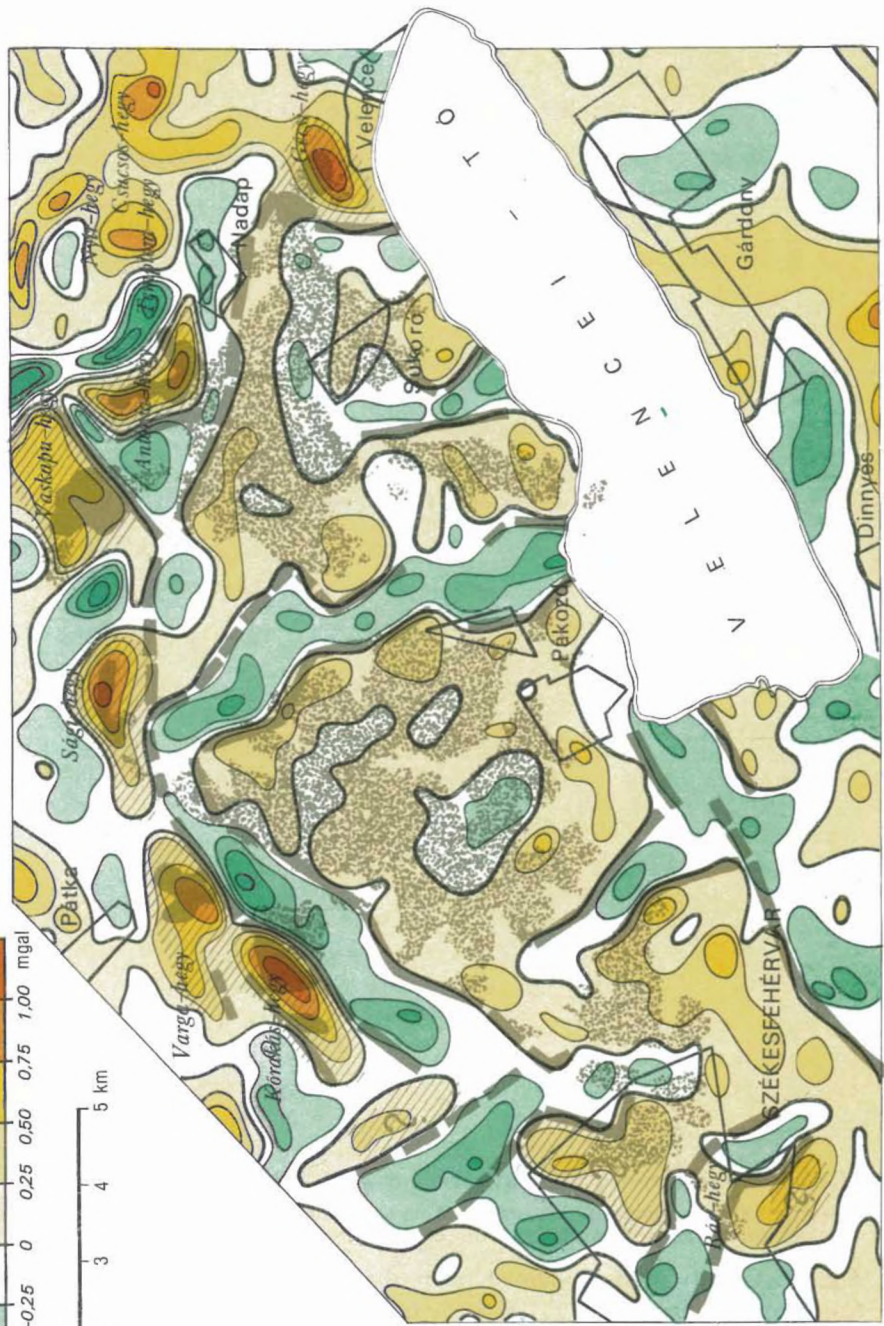
A gránitterület további vizsgálatára magnetotellurikus szondázásokat végeztünk. A gránit kibúvás területén mért szondázási görbék (MT—1; MT—2 jelű pontok, 8. ábra) azonos felépítést jeleznek. A felszíntől minimum 3300 m, maximum 4000 m mélységig a fajlagos ellenállás 200—300 Ω m; ez alatt 1000 Ω m-nél nagyobb fajlagos ellenállású képződmények vannak, feltehetően a gránittömeg alsó határát jelezve.

A kelet-velencei területen, a Nadap—Pázmánd vonalában vulkáni centrumként valószínűsíthető gravitációs és mágneses maximumterület belső felépítésének vizsgálatára szeizmikus reflexiós méréseket, és a korábbi évek szeizmikus vonalai mentén kísérleti elektromágneses frekvencia-szondázásokat (MFS) végeztünk. Az MFS mérések eredményeit a NyDNy—KÉK irányú Go—13 reflexiós vonal (1980. Évi Jelentés 15. ábra) mentén mutatjuk be. A szelvényen együtt ábrázoltuk az MFS látszólagos ellenállás adatokat és a szeizmikus reflexiós mélységszelvény korábbi értelmezését az MFS mérés behatolási mélységig (12/A ábra). Az MFS rétegszelvényt és annak földtani értelmezését mutatjuk be a 12/B és 12/C ábrán. A szelvény a Bence-hegy palás (35—70 Ω m) képződményeiről indul, amely alatt bontott gránit feltételezhető, 200 Ω m körüli ellenállással. A 3. és 4. mérési pont már neogénnel fedett területen van, ahol a neogén üledékek alatt közepes ellenállású (75 Ω m) metasomatit, vagy palás képződmény jelentkezik. A szelvény további részén a kis ellenállású neogén üledékek alatt 30—80 Ω m-es valószínűleg vastag metasomatit van. A szelvény végső szakaszán a 10—20 Ω m-es neogénben nagy ellenállású (max. 300 Ω m) betelepülés található. A kísérleti mérések eredményeit az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- a neogén összlet az MFS mérésekkel tagolható;
- a neogén üledékek fekéje jól nyomozható;



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



11. ábra. A Velencei-hegység gravitációs maradék-anomália térképe

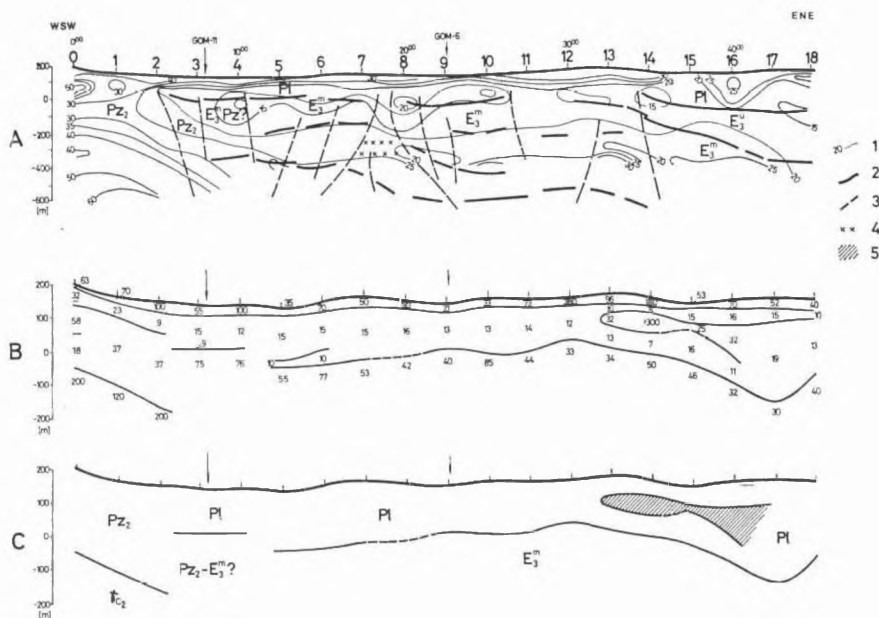
1 — paleozoikum a felszínen; 2 — paleozoikum a felszínközelben; 3 — gránit a felszínen;
4 — határozott szerkezeti vonalak; 5 — bizonytalan szerkezeti vonalak

Fig. 11. Gravity residual anomaly map of the Velence hills

1 — Paleozoic on the surface; 2 — Paleozoic in near-surface; 3 — granite on the surface;
4 — reliable structural lines; 5 — not reliable structural lines

Рис. 11. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести в районе гор
Веленце

1 — палеозой на поверхности; 2 — палеозой вблизи поверхности; 3 — граниты на поверхности;
4 — выраженные структурные линии; 5 — слабо выраженные структурные линии



12. ábra. Go—13 mesterséges frekvenciaszondázási (MFS) szelvény földtani értelmezése

- A) MFS látszólagos ellenállás szelvény és a szeizmikus reflexiók mélység-szelvény földtani értelmezése
 B) MFS rétegszelvény a valódi ellenállás értékkel
 C) MFS rétegszelvény földtani értelmezése

1 — MFS látszólagos ellenállás izovonal; 2 — szeizmikus reflexiók határterület; 3 — törés; 4 — vulkáni feltörési zóna; 5 — nagyellenállású képződmények a neogénben

Fig. 12. Geological interpretation of EM multifrequency sounding profile Go—13

- A) MFS apparent resistivity section and geological interpretation of seismic reflection depth section
 B) MFS layer-section with true resistivity values
 C) Geological interpretation of MFS layer-section

1 — isoline of MFS apparent resistivity; 2 — seismic reflection boundary; 3 — fault; 4 — zone of volcanic intrusion; 5 — high resistivity formations in the Neogene

Рис. 12. Геологическая интерпретация кривой электромагнитного частотного зондирования Go—13

- A) кривая кажущегося сопротивления по методу ЭМЧЗ и геологическая интерпретация глубинного разреза МОВ;
 B) кривая ЭМЧЗ с истинными величинами сопротивлений;
 C) геологическая интерпретация разреза, построенного по данным ЭМЧЗ;

1 — изолинии кажущегося сопротивления по ЭМЧЗ; 2 — сейсмический отражающий горизонт; 3 — сброс; 4 — зона вулканических извержений; 5 — отложения высокого сопротивления в неогене

- a behatolási mélység (500—600 m) az elektromos paraméterek alapján a metasomatit összlet további rétegtani tagolása lehetséges.

A szeizmikus reflexiós mérések eredményeit a Pd—2 mélyfúráson át haladó, ÉNy—DK irányú Go—21 szelvényen (13/a és 13/b ábra) mutatjuk be. Az 1981. évi mérések kivitelezése és feldolgozása során a korábbi évekhez képest jelentős módszertani változtatásokat hajtottunk végre. A felbontóképesség növelése és a mérési eredmények javítása érdekében:

- a vonalakat két rendszerben mértük végig: a 0—500 m mélységtartomány vizsgálatára hatszoros fedésű középlövéses rendszert (robbanóanyag-töltet 0,2 kg) az 500 m-nél nagyobb mélységtartomány vizsgálatára hatszoros fedésű véglövéses rendszert (robbanóanyag-töltet 2,0 kg) alkalmaztunk;
- a geofonközt felére (12,5 m-re) csökkentettük. A méréseket SD—20 típusú, mikrogéppel vezérelt műszerrel végeztük, 48 csatornás üzemmódban;
- a szelvényeket R—35 számítógépen, az SzCSz—3 programrendszer segítségével dolgoztuk fel. Ezáltal lehetővé vált a migráció előtt automatikus statikus korrekció, jelalak és fáziskorrekció alkalmazása.

A szelvényt migráció után szűrt (28—56 Hz), földtanilag értelmezett, torzítatlan mélységszelvény formában mutatjuk be: a 13/a ábrán a középlövéses rendszer, a 13/b ábrán pedig a véglövéses rendszer eredményét. A szelvényen feltüntettük a Pd—2 fúrás helyét és vázlatos rétegsorát (a szelvényen a mélység-adatok +100 méter tszf-i magasságtól értendők). A fúrással feltárt, 500 m-t meghaladó vastagságú metasomatit képződmény (m_{E_3} jelű; türkiszöld szín) az előzetes makroszkópikus leírás alapján kőzettani szempontból heterogén de nem rétegzett. Ezzel szemben a szeizmikus szelvényen a 200—300 m közötti mélységben — ÉNy-felé emelkedő és kivastagodó jelleggel — jól rétegzett összlet van. A jelenség okára a jelenleg is folyamatban levő rétegtani vizsgálat és karotázs értelmezés remélhetőleg választ ad. Az már most is megállapítható, hogy a karotázs szelvények ebben a mélységintervallumban a fajlagos ellenállás fokozatos csökkenését jelzik. Az e felett elhelyezkedő rétegek viszonylag konstans, nagyobb ellenállásúak, az ez alatt elhelyezkedő képződmények pedig ugyancsak konstans jelleggel, kis ellenállással jelentkeznek. A szeizmikus intervallum sebesség ezen a szakaszon anomálishan kis érték ($V_{int}=2700$ m/s), a fedő képződményekhez képest sebességinverzió van. A szelvény alapján a metasomatit képződményben több, törésvonalak mentén felnyomult szubvulkáni test (feltehetőleg andezit; világoszöld szín) figyelhető meg. A metasomatitot és feltehetően andeziteket tartalmazó felső összletől eltérő, jellegzetesen kisebb frekvenciás hullámképpel jelentkezik a diorit (σ_E jelű; piros szín) ÉNy-i irányban mélyülő felszíne, és belső szerkezete. Közvetlenül a diorit felszíne alatt

NW

SE

a

Pd-2

Go-17180

GoR-7178 Go-7179

2485

+100m

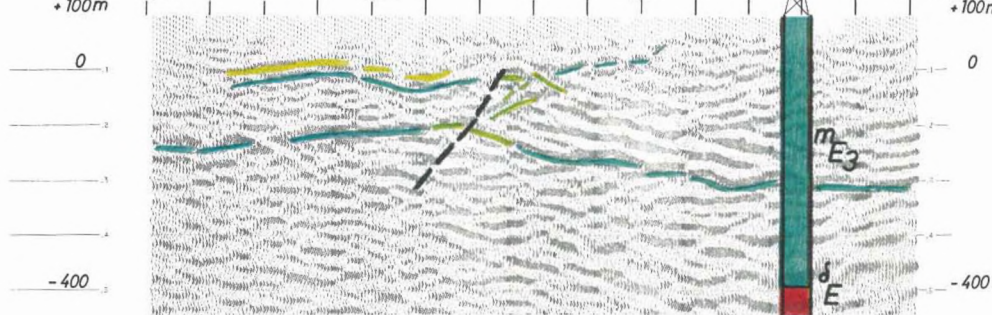
5875

1000

1500

2000

+100m

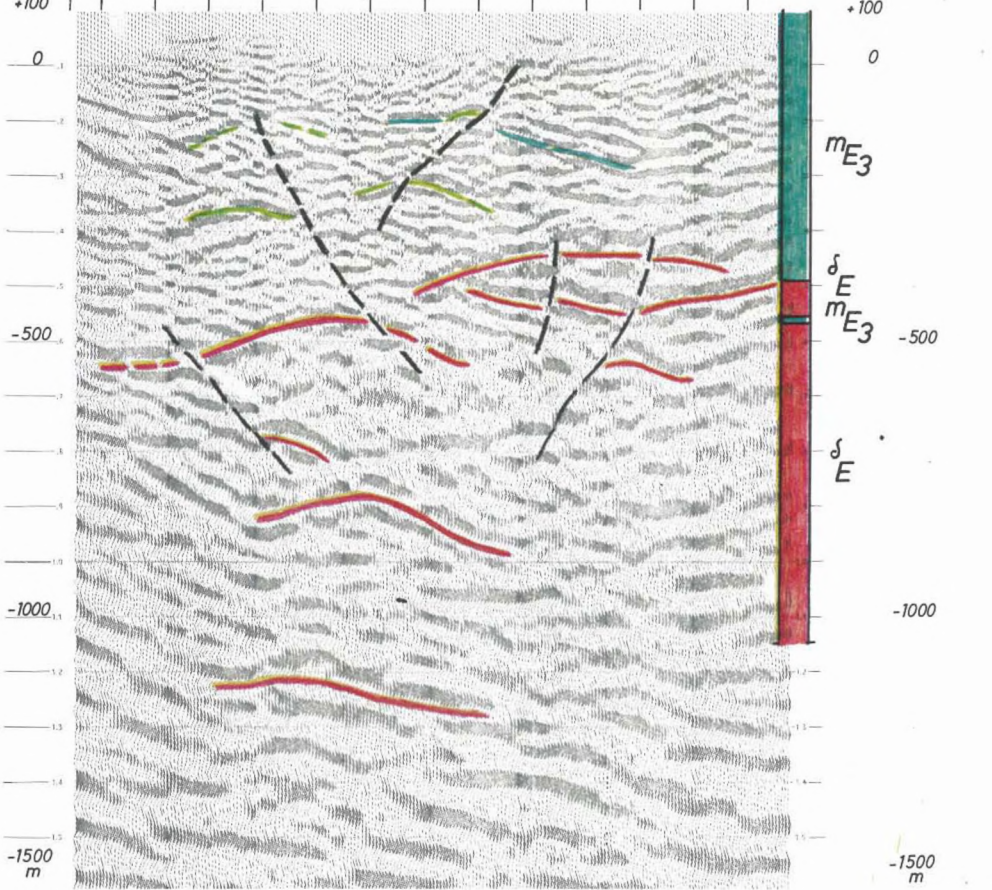


b

GoR-7178 Go-7179

+100

+100



13. ábra. Go—21 migrált reflexió mélységszelvény
a) Középlövéses rendszer
b) Végplövéses rendszer

Fig. 13. Go—21 migrated reflection depth section
a) Split spread shooting
b) End shooting

Рис. 13. Глубинный разрез по профилю МОВ Go—21
a) система наблюдений с ПВ в центре стоянки
b) система наблюдений с ПВ в конце стоянки

rétegzettség figyelhető meg, ami esetleg összefüggésben lehet az ezen a szakaszon a fúrásban jelentkező vékony metasomatit képződéssel. A mélyebb szintekben, 1000 m alatt az előbb említettel ellentétes dőlés figyelhető meg. A diorit testet több törésvonal is harántolja. Medencealjzat jellegű paleozoos vagy alsó triász képződményeket a fúrás nem ért el.

1981-ben megkezdtük a Velencei-hegységben az andezitek diabázok és gránitok kőzetmágnességi, ill. paleomágneses vizsgálatát. Az elsődleges eredmények alapján megállapítható, hogy:

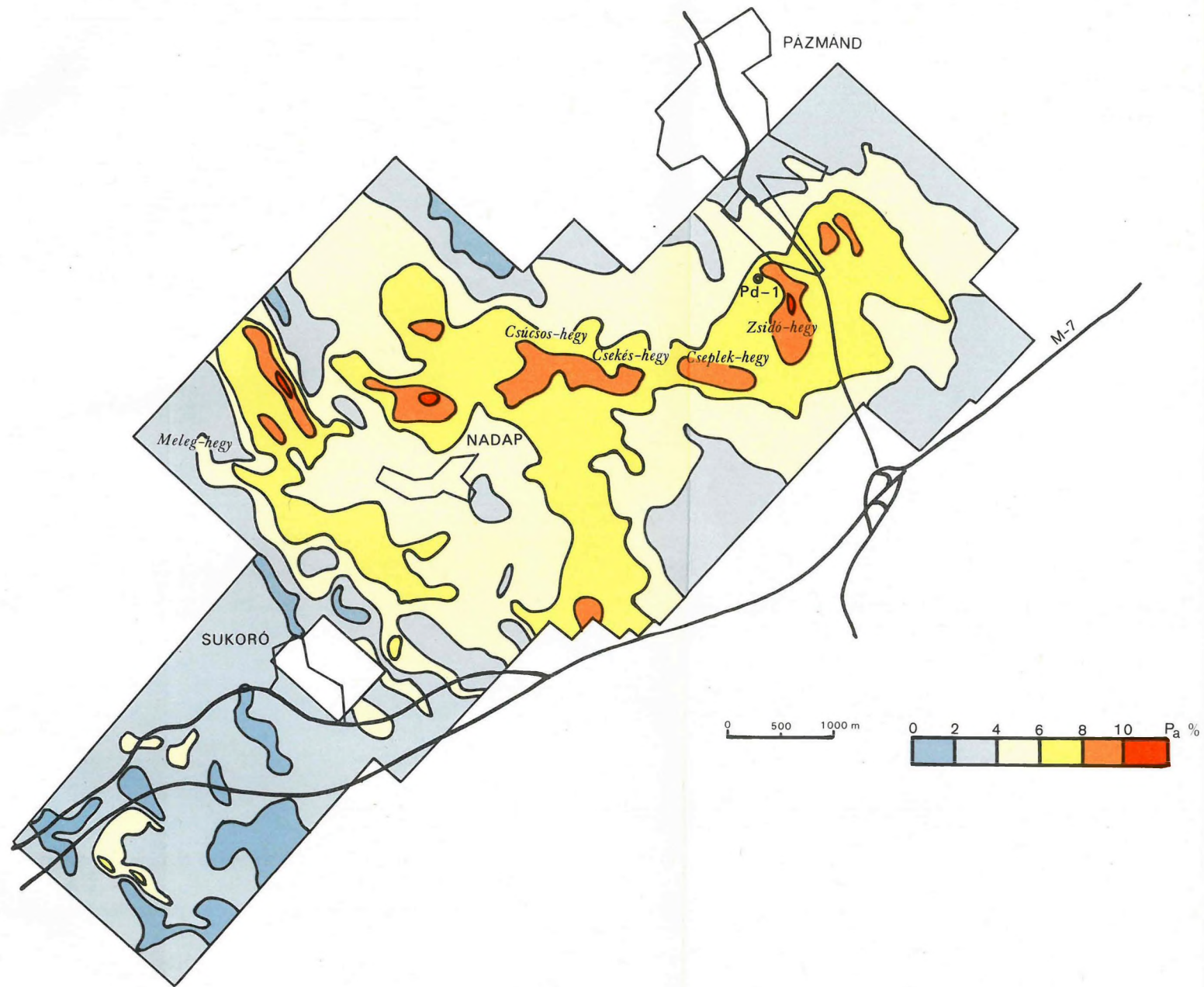
- az andezit vulkáni tevékenység idején a mágneses pólus a Dunántúli-középhegység üledékes kőzeteinek vizsgálatával megismert látszólagos pólusvándorlási görbe legfelső szenon pólusához hasonló helyzetű. Ugyanakkor távolabb esik az idősebb mezozoos pólusoktól. A velencei andezitek paleopólusát nincs módunk összehasonlítani a Dunántúli-középhegységből származó harmadkori pólusokkal. Mivel azonban a Velencei-hegység andezitjének paleopólusa szignifikánsan különbözik a stabil európai harmadkori pólusoktól, az andezitvulkáni tevékenységet Európa és Afrika relatív mozgásának befejeződését megelőzőnek kell gondolnunk, valószínűleg harmadkorinak;
- a diabáz (Bence-hegy) jellemző mágnesezettsége az andezitéhoz hasonló. Ez nem jelenti azt, hogy a kőzet egykorú lenne az andezittel, de váltóáramú tisztítással elkülönített mágnesezettsége igen;
- a gránitokon végzett módszertani vizsgálat azzal a pozitív eredménnyel zárult, hogy a velencei szürke alapgránit alkalmas paleomágneses feldolgozásra; de csak sok lépésben végzett, igen munkai igényes termomágnesezés vezet az utólagos remanencia eltávolításához.

A közvetlen érckutatás keretében folytattuk az 1979-ben elkezdett részletező GP méréseket a Velencei-hegység keleti részén, Pázmánd és Sukoró környékén. A méréseket az előző évekkel azonos elrendezésben (100×50 m-es mérési hálózat; AB=1600 m középgradiens elrendezés), DIAPIR—E műszerrel végeztük. A látszólagos gerjeszthetőség (P_a) anomália térképéből (14. ábra) megállapíthatjuk, hogy

- a sukorói területen a gerjeszthetőség háttérszintje alacsony (2–3%), és ebből kis amplitúdójú maximumok emelkednek ki. A sukorói andezit kibúvásoktól D-re, mágneses minimum területen GP maximum van. Hatója tektonikus breccsa. Az ettől K-re levő ÉK—DNy csapású maximum hatója valószínűleg szulfidos, és a felszínen kis foltokban térképezett kőzetteléhez kapcsolódik. A terület DNy-i részén levő elnyújtott keskeny maximum csapása (ÉNy—DK) eltér az itt térképezett kőzettelérek csapásától (KÉK—NyDNy). Az anomália hatója egy ÉK felé meredeken dőlő vékony test, amely feltehetően törésminti ásványkiválás miatt ger-

jeszthető. A Sukorótól DK-re levő maximum üledékkel takart területen alakult ki. A falu területén és DNy-i határában jelentkező anomáliák esetében a közművek zavaró hatása nem küszöbölhető ki, ezért ezek az értékek bizonytalanok;

- a pázmándi területen két jelentős maximum van. A Zsidó-hegy területén a 6—7%-os háttérből kiemelkedő maximum a szulfid tartalmú (részben oxidált) metasomatit felszínközeli elterjedését mutatja. A Zsidó-hegytől K-re levő GP maximum üledékkel fedett területre esik, feltehetően a 100—150 m vastag neogén üledék alatti metasomatit hatását jelzi.



14. ábra. A látszólagos gerjeszthetőségről (P_a) anomália térképe a Velencei-hegység K-i részéről

Fig. 14. Apparent chargeability (P_a) map from the eastern part of the Velence hills

Рис. 14. Карта кажущейся поляризуемости (P_a) по восточной части гор Веленце

Észak-Magyarországon a MÁFI megbízásából két területen végeztünk geofizikai kutatásokat. A Középső- és Nyugat-Mátrában folytattuk az érc előkutatást, az Aggtelek—Rudabányai-hegységben pedig megkezdtük a földtani előkutatást.

1.3.1 Érc előkutatás a Középső- és Nyugat-Mátrában*

Gravitációs mérések és szerkezeti értelmezés

Mintegy 165 km²-nyi területen végeztük el a gravitációs hálózat-kiegészítést, a központi területen 16 állomás/km², a peremeken pedig 10 állomás/km² pontsűrűséggel. Az 1980. évi mérések feldolgozása befejeződött, elkészült a $\sigma = 2,4 \cdot 10^3$ kg/m³ sűrűséggel számított Bouguer-anomália térkép (15. ábra). Ha a kis mélységű hatók lokális anomáliáitól eltekintünk, akkor a nagy kiterjedésű, KÉK—NyD Ny tengelyirányú maximum É-i és D-i szárnyán a Δg értékek változása nagyjából egyenletes, az anomália meglepően szimmetrikus. A ható lehet egy szimmetrikus, mélybeli aljzatkiemelkedés, de valószínűbb egy nagy mélységű, nagy sűrűségű intruzió (esetleg a kettő együttes) hatása.

Az 1980. évi szeizmikus mérések által jelzett vulkányszerkezeti egységeket (lásd 1980. Évi Jelentés) a lokális gravitációs anomáliákkal lehet inkább összevetni.

Az „A” vulkányszerkezeti egységen mélyítették a Gys—5 mélyfúrást. A rétegsor végleges leírása még nem készült el, de az bizonyosnak tűnik, hogy

- a nagy mennyiségű intruzió és a különböző képződmények erősen elváltozott jellege centrumközeleli helyzetre utal;
- a fúrás 1400 m-es talpmélységig nem érte el az aljzatot, harmadkori képződményekben állt meg.

A fúrás környékén egy, mintegy 1 km² kiterjedésű lokális gravitációs anomália maximum van (valamivel nagyobb kiterjedésű maximumra esik a Gyo—2 fúrás, amely 1000 m-nél nagyobb mélységben helvét slirben állt meg). Az aljzatként értelmezett reflexiók szint legnagyobb kiemelkedése a „B” objektum,

* Madarasi A., Schönviszky L., Verő L.

melynek közelében relatív gravitációs anomália minimum van. A „C” objektum területén metszi a Ma—2/80 reflexiók szelvény az egész terület legnagyobb Δg anomáliáját, amelynek alakja — ellentétben a Gys—5 és Gyo—2 körüli izometrikus anomáliákkal — erősen megnyúlt. A „D” és „E” vulkán-szerkezeti egységek körzetében az előző hárommal összemérhető kiterjedésű gravitáció anomália nem található.

Bár rendkívül kevés adat áll rendelkezésünkre (a Mátra egynegyedének gravitációs térképe, az első reflexiók szelvények, a két, prekainozoos aljzatot el nem ért mélyfúrás), az értelmezés problémái máris láthatók:

- részletes sebességvizsgálattal kell ellenőrizni az 1980. évi szeizmikus szelvények mélységadatait (erre az 1981. évi mérések lehetőséget biztosítanak) és a megváltozott földtani modell szellemében át kell értékelni a szelvényeket;
- tisztázni kellene, hogy mi lehet a Mátra gerincétől D-re levő nagy gravitációs maximum hatója;
- a nagy maximumon belüli lokális anomáliák és a szeizmikus mérések által jelzett vulkán-szerkezeti egységek közti összefüggés tovább vizsgálendő.

A gravitációs adatok önmagukban való vizsgálata az értelmezést nem teheti egyértelművé; az egész Mátrára kiterjedő gravitációs (Bouguer és szűrt) térképek összevetése az újabb szeizmikus szelvényekkel* segít majd a megfelelő modell kialakításában.

Gerjesztett polarizációs mérések

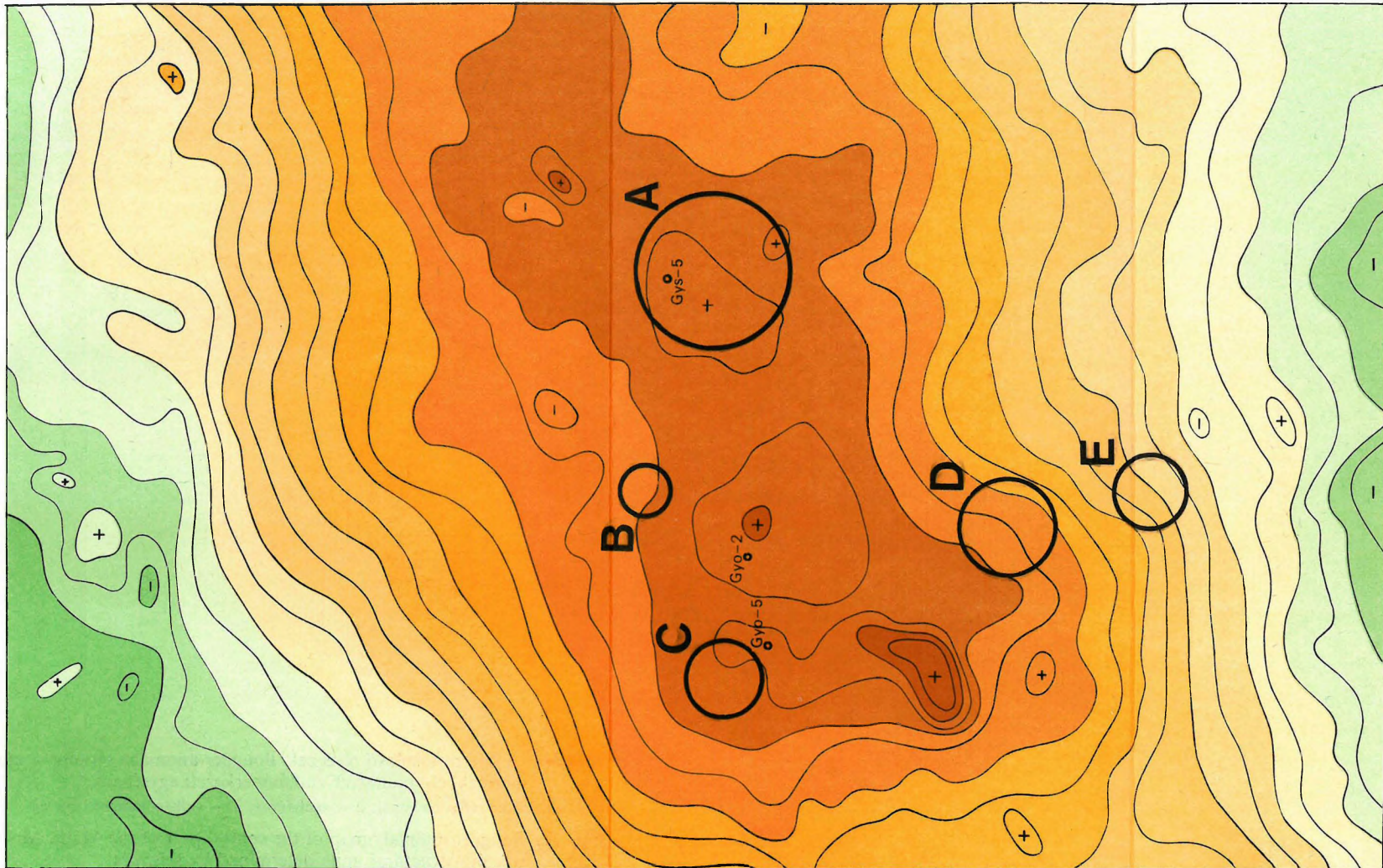
Az áttekintő GP szelvényezést az 1980-ban felmért területhez É és Ny felől csatlakozva folytattuk, azonos rendszerben, 54 km² nagyságú területen. Az áttekintő térképen (16. ábra) látható, hogy a GP anomáliák lehatárolása a K-i irány kivételével lényegében megtörtént.

A kutatási terület nagy részét 4%-nál nagyobb P_a értékek előfordulása jellemzi, amely nagy területre kiterjedő, gyenge szulfid-ásványosodást jelez. A nagyobb ($P_a > 8\%$) GP maximumok területileg két csoportba sorolhatók:

- a gyöngyöSOROSZI teléRES ércesedés területére eső maximumok: az anomáliák nem közvetlenül a teléreket, hanem a hozzájuk kapcsolódó, hintett szulfidásványosodás hatására gerjeszthetővé vált közettömegek elterjedését jelzik. Kis mennyiségű hintett ércesedés, vastag kilúgozott zóna esetén a kis méretű telérek nem jelentkeznek elkülönülő GP anomáliával. Az anomáliásor tengelyének iránya (ÉNy—DK) jól egyezik a telérek egy részének csapásával, a közel É—D-i csapású telérekkel párhuzamos GP anomáliák szerepe alárendelt;

* A kézirat lezárásakor az 1981. évi szeizmikus mérések feldolgozása még nem fejeződött be.

1 2 Gy0-2 3



15. ábra. A Mátra középső részének Bouguer-anomália térképe a szeizmikus mérésekkel kimutatott vulkányszerkezeti egységekkel

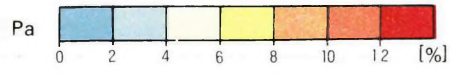
1 — szeizmikus reflexiós vonal; 2 — mélyfúrás; 3 — vulkányszerkezeti egység

Fig. 15. Bouguer anomaly map of the central part of the Mátra Mts with the volcano-structural units determined by seismics

1 — seismic reflection profile; 2 — borehole; 3 — volcano-structural unit

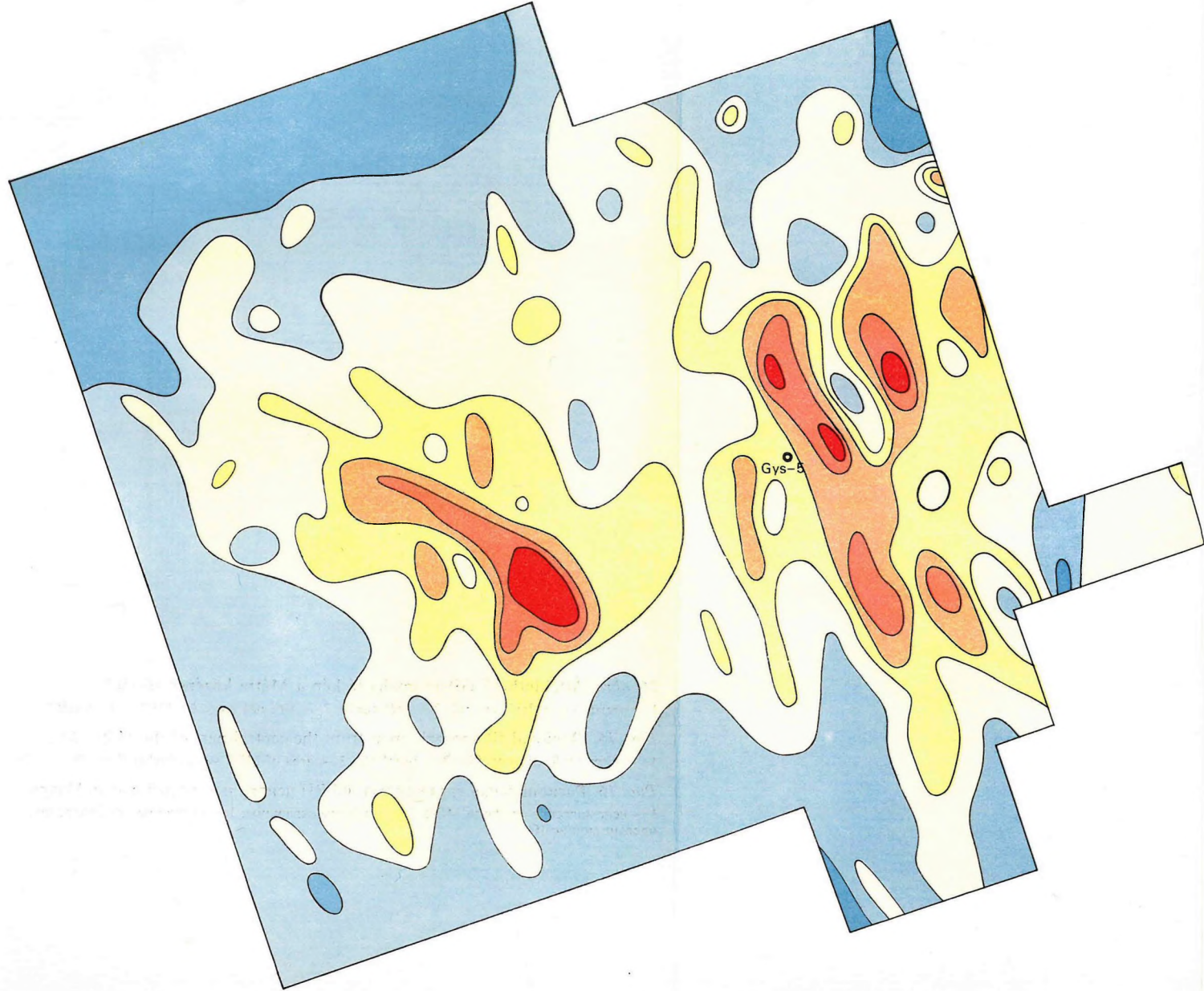
Рис. 15. Карта аномалий Буге центрального района гор Матра с вулканоструктурными элементами, выделенными по сейсмическим данным

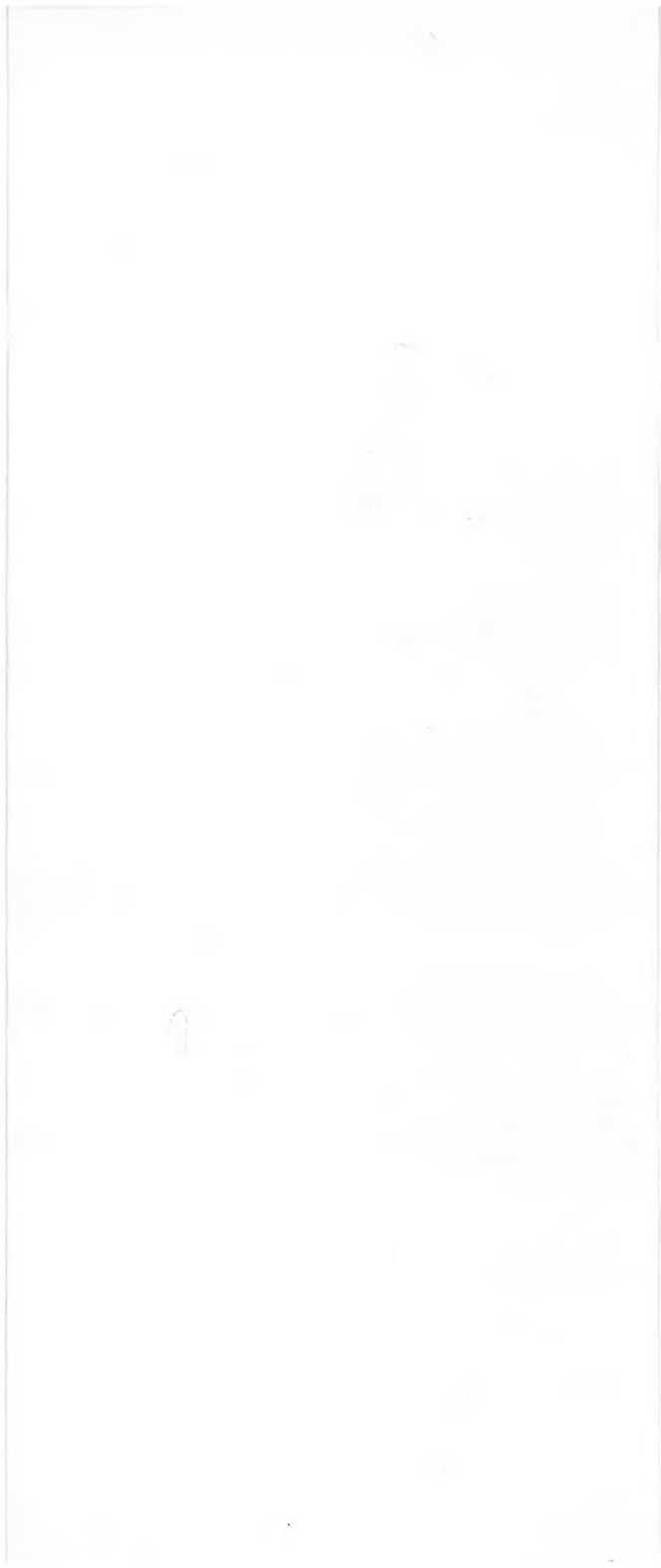
1 — сейсмические профили МОВ; 2 — глубокие скважины; 3 — вулканоструктурные комплексы



Gyo-5

A small black dot marker located at the top center of the page, labeled 'Gyo-5'.





16. ábra. Áttekinthető GP-anomália térkép a Mátra középső részéről
1 — szeizmikus reflexiós vonal; 2 — mélyfúrás; 3 — 10%-nál nagyobb MFT értékek területe

Fig. 16. Regional IP anomaly map from the central part of the Mátra Mts
1 — seismic reflection profile; 2 — borehole; 3 — area of MFT values higher than 10%

Рис. 16. Региональная карта аномалий ВП центрального района гор Матра
1 — сейсмические профили МОВ; 2 — глубокие скважины; 3 — величины металфактора, превышающие 10 %

— A Nagyatalkő—Kisátalkő—Monostor-patak vonalától K-re levő, egymással párhuzamos, ÉÉNy—DDK csapású anomáliák: a legnagyobb P_a értékű maximum az Üstökfő—Árnyéktető—Csukás-patak vonalában húzódik, hossza 4,5—5 km. Az anomális zóna É-i határa nagyjából ott húzható meg, ahol a M—1/80 reflexiós szelvény a rétegvulkáni andezitösszlet kivastagodását jelzi az Árnyék-oldal térségéhez képest. K felé az anomális terület nincs lehatárolva, kiterjedése így is összemérhető a gyöngyöSOROSZI ércesedés területén kialakult anomáliáival.

A látszólagos fajlagos ellenállás értéke a területen 50 és 100 Ω m között változik. Az ennél lényegesen kisebb ellenállás egyértelműen földtani (és nem topográfiai) hatást tükröz az Üstökfőtől É-ra és az Asztagkőtől K-re. Az ellenállás-csökkenés oka itt feltehetőleg egy erős, agyagásványos bontás. A Csörgő-patak és a Hutahelyi-patak völgyében emellett a középső riolituffa-összlet felszínközeli előfordulása is szerepet játszhat.

Az MFT (ellenállással korrigált gerjeszthetőség) maximumai általában megegyezhetnek a látszólagos polarizálhatóság maximumaival. A csökkent fajlagos ellenállás miatt azonban MFT maximum alakult ki a Csörgő-patak völgyében is. A teléres ércesedés területén különösen a Károly-telér csapásában és a Malombércen húzódó MFT anomália figyelemre méltó. A K-i rész az MFT alapján két részre osztható. D-en az Árnyék-tető és Üstökfő közt nagy kiterjedésű MFT anomália van, ami a szulfidosodás mellett a vulkáni összlet agyagásványos bontását is jelzi. Az É-i részen kisebb kiterjedésű MFT anomáliák vannak.

A korábbi tapasztalatok szerint a GP anomáliák kialakulása szoros kapcsolatban van a szerkezeti helyzettel. A vulkányszerkezeti egységek peremi törései felett általában GP anomáliák vannak. Az átnézetes GP térkép (szelvénytávolság 400 m) nem egészen alkalmas ilyen vizsgálatokra, az azonban látható, hogy GP anomáliák elsősorban a szeizmikus szelvények reflexióhiányos, azaz törésekkel szabdaltszakaszain alakulnak ki (például a Ma—2/80 7^{00} és 17^{00} közötti, valamint 30^{00} körüli és a Ma—3/80 15^{00} és 30^{00} közötti szakasza).

1.3.2 Földtani előkutatás az Aggtelek—Rudabányai-hegységben*

1981-ben indult az Aggtelek—Rudabányai-hegység földtani előkutatási programja. A KFH által koordinált program keretében, a MÁFI megbízásából végzett geofizikai méréseknek az előkutatási feladatokon túl Rudabánya környékén a vasércbányászattal szoros kapcsolatban levő feladatokat is meg kellett oldaniuk. Az új geofizikai program szerves folytatása a Darnó-övezetben, ezen belül főként a Rudabányai-hegységben végzett komplex kutatásoknak (lásd a Darnó-programról szóló beszámolókat a korábbi Évi Jelentések-

* Mártonné Szalay E, Pintér A, Taba S, Verő L.

ben), melyeknek eredményeit a tervezés során felhasználtuk és az újabb mérések értelmezésében is fel fogjuk használni.

A gravitációs mérések másodlagos feldolgozása

Elkészítettük a Darnó-övezet környezetében 1973 óta végzett hálózat-kiépítő gravitációs mérések $2,0$ és $2,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ sűrűséggel korrigált Bouguer-anomália térképeit, majd ezen térképek alapján a maradékanomália térképeket (a Meskó-féle $s=250$, $\kappa=3$ és $s=500$ m, $\kappa=3$ paraméterű alulvágó szűrőkkel). Különböző jellegű feladatok (például harmadkori üledékekkel kitöltött medencék vagy a mélytektonika vizsgálata) ugyanis különböző átlagsűrűséget kívánnak; nincs olyan átlagsűrűség, amely egy nagyobb területen mindenhol és minden célra megfelelő lenne. Ezek a térképek (például a 17. ábrán bemutatott) még a felmérés alapján lehetséges legnagyobb méretarányban (1:100 000) sem alkalmasak fúráskitűzésre, fúrások adataival való összehasonlításra, de igen hasznos nagyszerkezeti információt nyújtanak.

ΔT mérés a Varbóc—Tornakápolna környéki mágneses anomálián

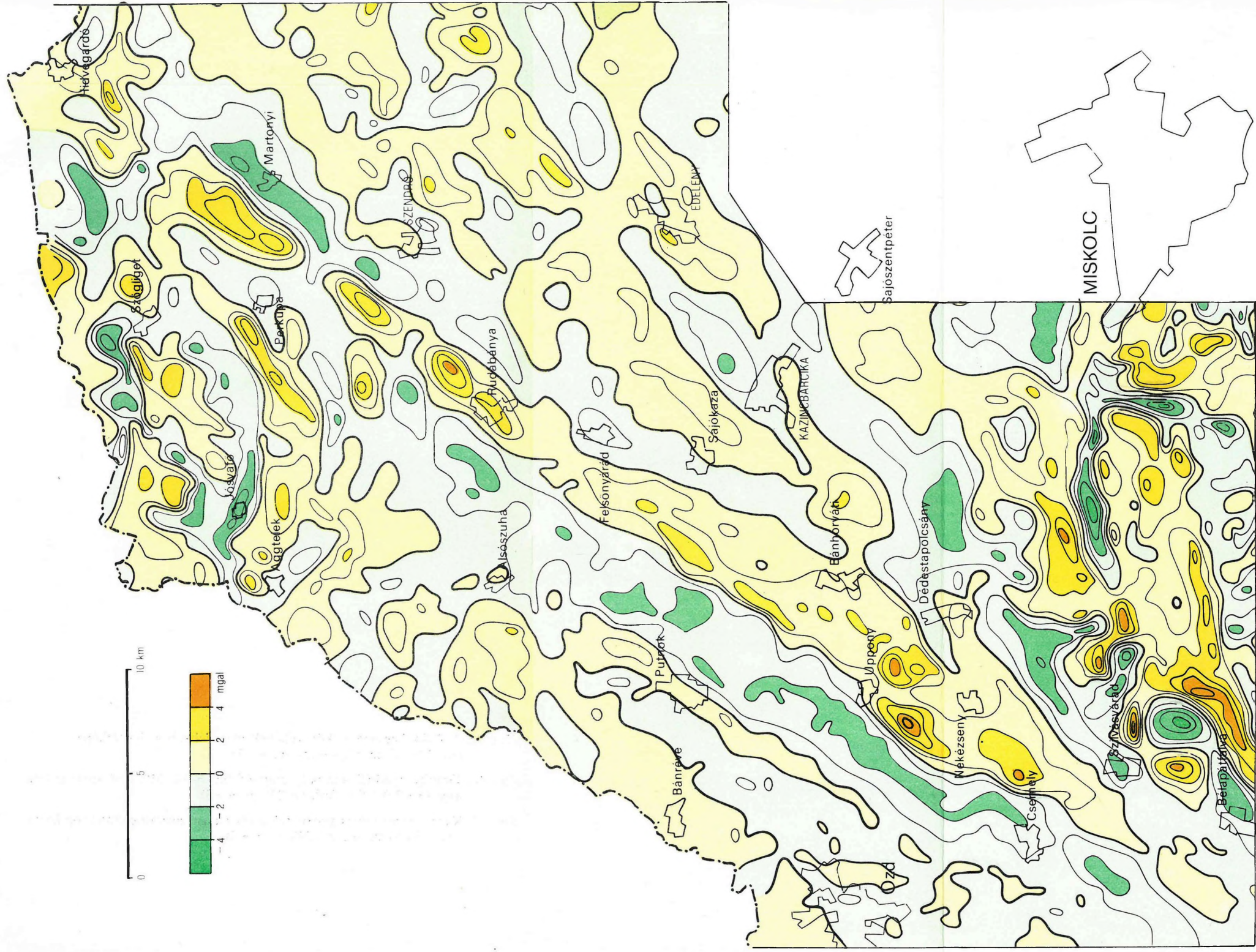
A 25 km^2 -re kiterjedő részletező mérés (400×50 m-es, a maximum környékén 100×25 m-es hálózatban) célja a jósvavölgyi antiklinális tengelyével közel párhuzamos, DNy—ÉK csapású, 5 km-nél is hosszabb mágneses anomáliásáv hatójának meghatározása volt. A mágneses adatokon felül a következő földtani—geofizikai adatok állnak rendelkezésünkre: a Tornakápolna—1 fúrás 532 m-ben mészkőben, a Tornakápolna—2 pedig mintegy 120 m vastagságban harántolt diabázban állt meg, 356 m-ben. A Ra—9/78 szeizmikus reflexiós szelvényen az anomália környékén egy keskeny, lefelé szélesedő „áttörés” látható, amely azonban csak a felső reflexiós szinteket metszi át, a mintegy 2500 m mélységben kapott jól reflektáló határfelületben nem található.

Kétféle hatószámítást végeztünk. A legegyszerűbb (lefelé és a szelvényre merőlegesen is végtelen) ható feltételezésénél jobb közelítést adott a két, lefelé véges, a szelvényre merőlegesen viszont végtelen kiterjedésű — kétdimenziós — ható feltételezése. Mint az a 18. ábrán látható, a számított értékek elég jól közelítik a mértéket. Bár a számítás során a topográfia hatását is figyelembe vettük, az I. táblázatban megadott paraméterek hibája elérheti a $\pm 20\%$ -ot is.

A mágneses mérések alapján feltételezhető, hogy a ható 500—1000 m szélességű, csapás mentén mintegy 4 km hosszúságú, összetett test, melynek felépítésében — a fúrás és a szuszceptibilitás alapján — diabáz, gabbró, esetleg szerpentin vesz részt.

Geoelektromos és mágneses mérések ércindikációkon

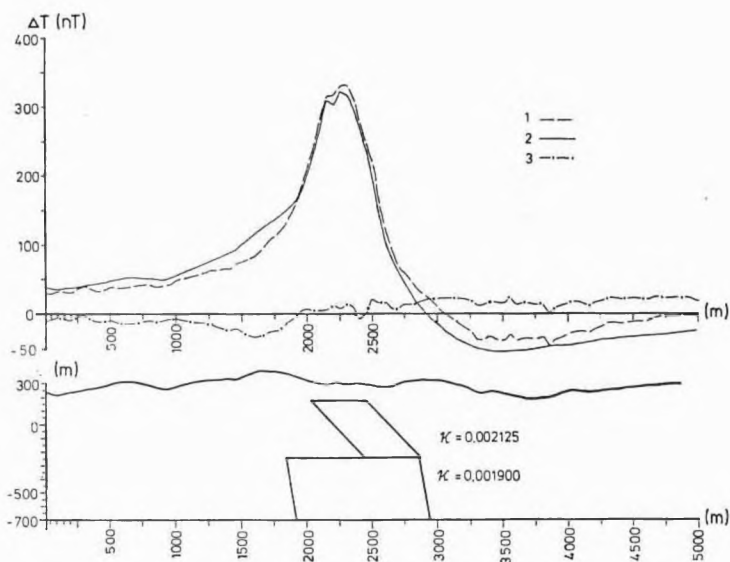
A MÁFI földtani térképezése alapján a Ménes-völgyben, a Bánya-oldal környékén az alsó triász homokkő-aleurit összletben magnetites-baritos, a Kis-



17. ábra. A Bükk hegység és környékének maradék-anomália térképe
($\sigma = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $s = 250 \text{ m}$, $\kappa = 3$).

Fig. 17. Gravity residual anomaly map of the Bükk Mts and surrounding
area ($\sigma = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $s = 250 \text{ m}$, $\kappa = 3$)

Рис. 17. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести района гор Бюкк
($\sigma = 2,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $s = 240 \text{ м}$, $\kappa = 3$)



18. ábra. Két, lefelé véges, a szelvényre merőlegesen végtelen kiterjedésű test mágneses hatásának számítása

1 — mért értékek; 2 — számított értékek; 3 — különbség-görbe

Fig. 18. Computation of the magnetic effect of two, vertically, limited horizontally (perpendicular to the profile) infinite bodies

1 — measured values; 2 — computed values; 3 — difference curve

Рис. 18. Вычисление магнитного эффекта двух тел, конечных в направлении вниз и бесконечных в направлении, перпендикулярном профилю

1 — измеренные значения; 2 — расчетные значения; 3 — кривая разниц

kopolya-völgyben pedig alsó triász mészmárgában hintett, pikkelyes hematitos ércindikáció ismeretes. Mindkét helyen a dipól-dipól elrendezésű ($a = 30$ m, $n = 1-5$) ellenállás- és GP mérés mellett ΔT mérést is végeztünk.

A Ménes-völgyre merőleges szelvények mentén a mészkőösszlet 1000Ω m körüli ellenállású (példaként a 2/81. szelvényt mutatjuk be a 19. ábrán), ennek töredezett, tektonizált része azonban kisebb ($\sim 500 \Omega$ m) ellenállású. A homokkőaleurit összlet ellenállása csak mintegy 100Ω m.

Ennek É-i felén (a 3/81. szelvény É-i kontaktusán) van egy $40-50$ m szélességű, $4\pi \cdot 300 - 650 \cdot 10^{-6}$ SI ($300-650 \cdot 10^{-6}$ CGS) szuszceptibilitású, függőleges irányban nagyjából 100 m vastag mágneses ható. GP anomália a szelvények mentén nincsen. Ez és az alacsony szuszceptibilitás legfeljebb igen gyenge magnetites ércesedést jelez, melynek tömege is jelentéktelen.

A Kiskopolya-völgyben kaptunk ugyan 5% körüli P_a értékeket, de csak $10-20$ nT értékű változásokat. A rudabányai tapasztalatok szerint ezek a geofizikai paraméterek legfeljebb kevés szulfidásványt is tartalmazó hematitos ércesedésre lehetnek jellemzőek.

I. táblázat. A mágneses hatók paraméterei
 Table I. Parameters of magnetic causative bodies
 Таблица I. Параметры магнитных тел

Szelvényszám	1. ható					
	H_{11}	H_{12}	b_1	x_1	κ_1	I_1
3.	-250	-1800	525	2575	2000	80
5.	-250	-1800	535	2465	2000	80
6.	-250	-1800	525	2400	2000	80
7.	-250	-1800	525	2550	2000	80
8.	-250	-1800	525	2690	2000	80

Szelvényszám	2. ható					
	H_{21}	H_{22}	b_2	x_2	κ_2	I_2
3.	—	—	—	—	—	—
5.	—	—	—	—	—	—
6.	+175	-250	225	2250	2200	45
7.	+150	-250	175	2350	1500	45
8.	+125	-250	125	2475	1800	45

H_{i1} (tsz. feletti magasság, m) az i -edik hatót felülről határoló sík szintje

H_{i2} (tsz. feletti magasság, m) az i -edik hatót alulról határoló sík szintje

b_i (m) az i -edik ható felszélessége

x_i (m) az i -edik ható felső határterületének középpontja a szelvényben

κ_i ($\cdot 10^{-6}$ CGS egység) az i -edik ható szuszceptibilitása

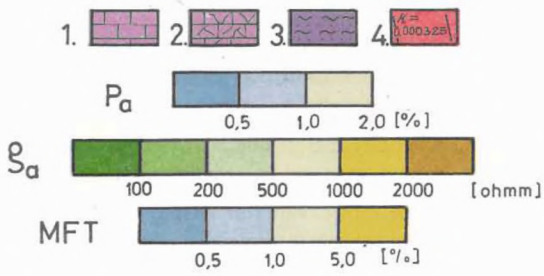
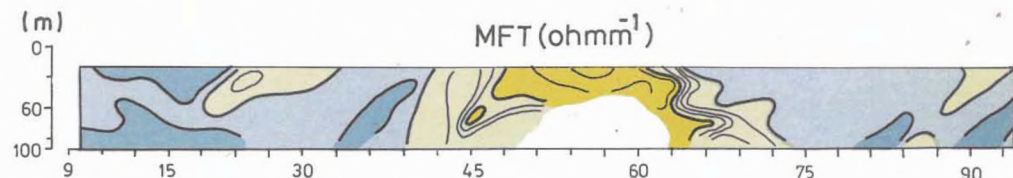
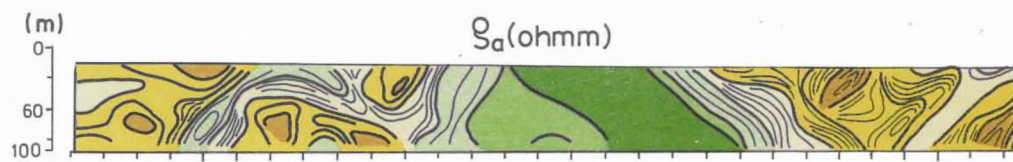
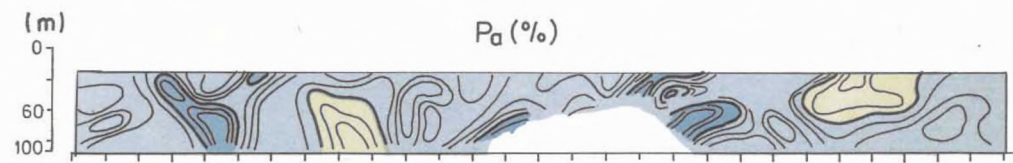
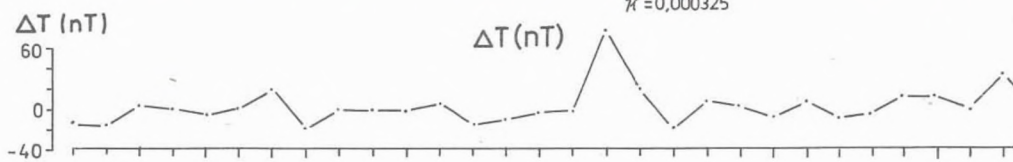
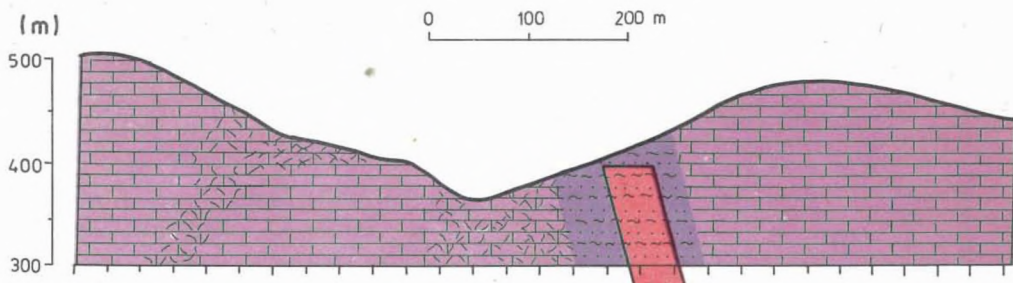
I_i ($^\circ$) az i -edik ható dőlése

A geofizikai eredmények azonban nemcsak az ércutatási perspektívák tisztázására használhatók. A völgy É-i részén alsó—középső-triász (mészkö—mészmarga—mészkö) határt az ellenállás-értékek alapján lehetett pontosan meghatározni.

Mágneses szelvényezés Rudabánya környékén

Annak eldöntésére, hogy a Rudabánya környéki vasérc testeknek van-e nagy érzékenységi, részletes ΔT mérésekkel kimutatható mágneses hatásuk, a Szőlőhely-tetőtől D-re — az OÁÉ geológusaival közösen kijelölt területen — végeztünk méréseket. A mintegy 1,1 km²-nyi területen majdnem szabályos, 50×50 m-es fúrasi hálózat létesült az ércesedés megismerésére. A mágneses mérések 100×25 m-es hálózatban történtek.

A terület D-i részén, ahol a laza üledék vastagsága 100 m körüli, a rendszeren mágneses változások nagysága ± 5 nT. Az É-i részen már szabályosabb, ± 10 —200 nT-t kitevő anomáliák is láthatók (20. ábra). A mágneses térképen feltüntetjük a 300 m mélységig harántolt vasérc testek elterjedését és közelítő vastagságát. Néhány arra alkalmas szelvény mentén hatószámítást végeztünk, a



19. ábra. Érckutató komplex geofizikai szelvény (Bányaoldal 2/81)

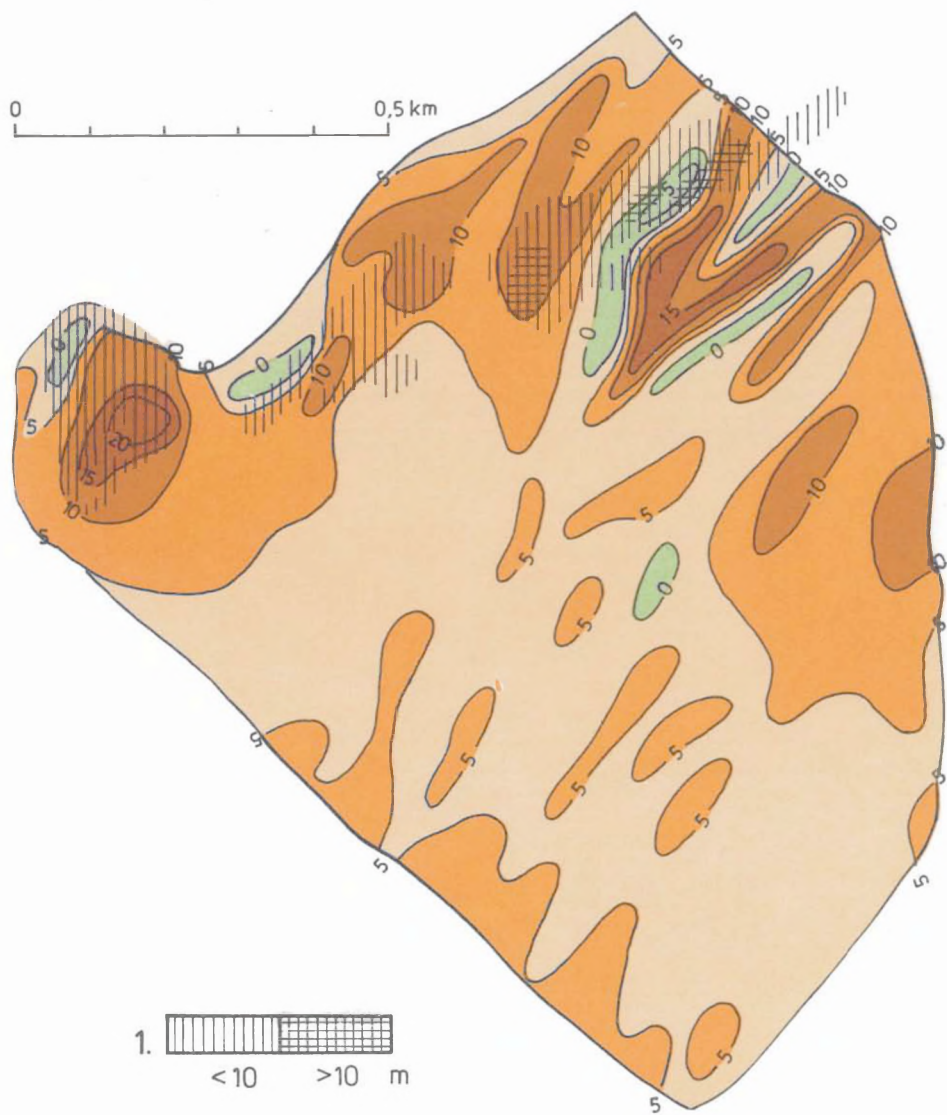
1 — mészkő; 2 — repedezett mészkő; 3 — homokkő, aleurit; 4 — mágneses ható

Fig. 19. Integrated geophysical profile (Bányaoldal 2/81) for ore exploration

1 — limestone; 2 — fissured limestone; 3 — sandstone, aleurite; 4 — magnetic body

Рис. 19. Комплексный геофизический разрез (Баньяолдал 2/81)

1 — известняки; 2 — трещиноватые известняки; 3 — песчаники, алевроиты; 4 — магнитное возмущающее тело



20. ábra. Földmágnes ΔT anomália térkép (Rudabánya)
I — vasércetek közelítő vastagsága

Fig. 20. Geomagnetic ΔT anomaly map (Rudabánya)
I — approximate thickness of iron ore bodies

Рис. 20. Карта геомагнитных аномалий ΔT (Рудабанья)
I — приблизительная мощность железорудных тел

1.4 REGIONÁLIS VÍZKUTATÁS*

Az ország rohamosan növekvő ivóvíz igényének kielégítése a népgazdaság fejlesztésének, a lakosság életszínvonalának, életkörülményeinek alakulásának lényeges tényezője. A közműves ivóvízhálózat kapacitása jelenleg 3,5 millió m³/nap, ennek kb. 90%-a felszín alatti vizekből származik. A várható vízigény 2000-ben 7,0 millió m³/nap, aminek nagy részét továbbra is felszínalatti készletekből, elsősorban a folyóvizeket kísérő teraszokból és durva üledékekből, karbonátos képződményekben kötött karsztvízből; valamint a folyóvizektől távol eső, jó vízáradó képességű, felszínközeli képződményekből kell biztosítani.

A különböző térségek többlet vízszükségletét kielégítő országos vízellátó rendszert úgy célszerű kialakítani, hogy annak víztermelő telepei és távvezetékei egy-egy összefüggő termelő-szolgáltató rendszert alkossanak. A központi vízműveket ezért olyan helyekre kell telepíteni, ahol többféle víznyerési lehetőség van, a vízszennyeződés ellen védhető és a különböző minőségű vizek keveredéséből adódó káros hatások kiküszöbölhetőek.

Fenti célkitűzések megvalósítása érdekében — megalapozott módszertani vizsgálatokkal kiegészítve — folytatni kell az egész országra kiterjedően a vízföldtani adottságok részletesebb megismerését, a mélységi vízvágyon pontosabb meghatározását, valamint az országos vízellátó rendszerbe bekapcsolható, vízbányászatra alkalmas területek kijelölését.

Az ELGI regionális vízföldtani célú geofizikai kutatásai — a KFH és az OVH erőforrásait felhasználva — 1978-ban kezdődtek a Maros hordalékkúpjának komplex geofizikai vizsgálatával. Az elmúlt évben a MÉLYÉPTERV koordinálásával két újabb területen (a Mohácsi-szigeten és a Rába-folyó Sárvár—Répcelak közötti terasz-területein) kezdődött meg előkutatási fázisban a többlépcsős, regionális geofizikai kutatás.

* Draskovits P., Dudás J., Hobot J., Varga J.

fúrési adatok alapján kis szuszceptibilitású, közel vízszintes településű hatókat feltételezve. Ha durván is, de sikerült a fúrásokkal feltárt vasérc testeket két-dimenziós hatókkal megközelíteni. A nagyszámú fúrési adattal való összevetés alapján azt mondhatjuk, hogy a Rudabánya-környékihez hasonló, $250 \cdot 10^{-6}$ CGS szuszceptibilitású vasérc testek kimutathatók igen részletes mágneses mérésekkel, ha — többek között — 25 m-nél nem mélyebben települnek és vastagságuk meghaladja a 10 m-t. Ezt a megállapítást elméleti számításokkal is igazoltuk.

Az alsótelekesi evaporitos összlet kutatása

Alsótelekestől ÉK-re 200×200 m-es hálózatban végeztünk $AB_{\max} = 800$ —2000 m-es ellenállás méréseket és GP szondázásokat a néhány fúrással feltárt evaporitos összlet lehatárolására. A GP mérést az indokolta, hogy a Bódvavölgyben a vastagabb evaporit rétegek gerjeszthetősége meghaladta az 5%-ot.

Bár kis területen belül is változtak a fedőképződmények és a karbonátos-evaporitos kőzetösszlet geoelektromos paraméterei, a fajlagos ellenállás alapján jól elkülöníthetők a 30—220 m vastag pannón és miocén üledékes összlet képződményei, míg a karbonátos kőzetek és az evaporitos összlet között nincs ellenállás kontraszt. A fedő gerjeszthetősége általában nagyobb mint a feké, de míg ÉNy-on az arány 2—3-szoros, DK-en alig nagyobb egynél.

Az Alsótelekes—8/T—3 fúrással 2,5—5 méterenként pontszerű méréseket végeztünk a különböző képződmények GP paramétereinek meghatározására. Ezek szerint a fedőösszlet gerjeszthetőségét főleg a lignit és lignites rétegek növelik meg, melyekben a P_a érték a 10%-ot is meghaladja. Az evaporitos összlet gerjeszthetősége ezzel szemben a 2,5%-ot sehol sem éri el. Bár ebben a fúrással — megfelelően vastag réteg híján — ércmentes karbonátos képződményekre jellemző P_a értéket nem sikerült mérni, felszíni mérésekből valószínű, hogy 1—2% körüli, így a karbonátos és evaporitos képződmények szétválasztása elektromos módszerrel nem lehetséges.*

Paleomágneses mérések

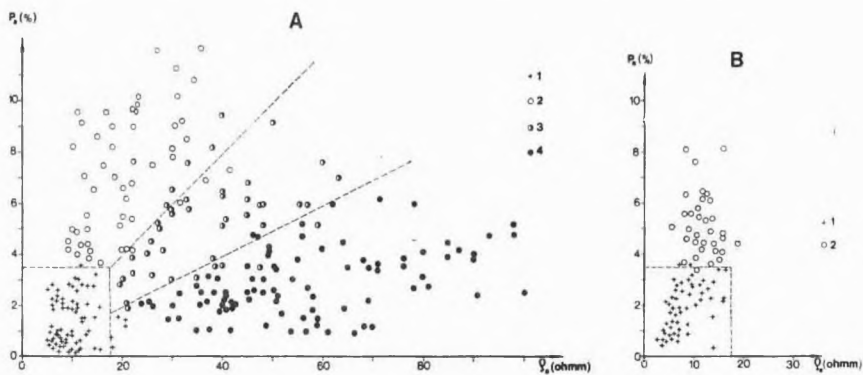
Paleomágneses méréseket 3 mintavételi helyről származó 21 mintán végeztünk. A mintavételi helyek a Perkupa 1. és 2. alapszelvény, valamint a jósvafői felső kampili alapszelvény. A tisztítás folyamán elkülönített, a kőzetre jellemző mágnesezettség irányszórása tektonikai korrekció után lényegesen kisebb, mint korrekció előtt. Ez a mágnesezettség gyűrődést megelőző felvételét igazolja. A mágneses pólus helyzete a Dunántúli-középhegység alsó—középső triász pólusához hasonló.

* A területen végzett szeizmikus mérések feldolgozása — éppúgy, mint a szerkezetkutató szeizmikus méréseké — a kézirat lezárásakor még nem fejeződött be.

1.4.1 A Maros hordalékkúp kutatása

1981-ben felszíni geoelektromos mérésekkel a hordalékkúp Ny—ÉNy-i lehatárolására, területi sűrítő és kiegészítő mérésekre került sor. Elvégeztük az 1981-ben Tótkomlós térségében mélyített III/P pillérfúrásban a kísérleti GP méréseket, valamint a III/P és az észlelő kutak hagyományos karotázs vizsgálatait.

A felszíni mérések alapján már korábban arra a következtetésre jutottunk (Évi Jelentés 1979, 1980), hogy a terület DNy—Ny-i szegélyén (Mezőhegyes—Tótkomlós környékén) a hordalékkúp felső 200—300 m-es összetételében kevesebb vastag homokréteg fordul elő, s várhatóan azok szemcsemérete sokkal kisebb, az agyagos szennyezettségű, homoklisztes rétegek mennyisége pedig nagyobb a területi átlaghoz képest. Ennek alátámasztására két ρ_a — P_a grafikont mutatunk be, amelyeket a kevermesi II/P fúrásban és annak pánsípjaiban (21/a ábra), illetve a Tótkomlós III/P fúrásban (21/b ábra) végzett mérések adataiból szerkesztettünk. Ezekből jól látható a K-i (Kevermes) és a Ny-i (Tótkomlós) területrész üledékföldtani eltérése: a K-i területrészen meglévő nagyellenállású és közepes polarizálhatóságú rétegek a Ny-i részen kiemelkedtek



21. ábra. Kísérleti lyukmérések ρ_a — P_a grafikonjai
 A) a Kevermes II/P fúrásban és pánsípjaiban
 B) a Tótkomlós III/P fúrásban

1 — agyag; 2 — iszap, homokliszt; 3 — finom homok, agyagos homok; 4 — homok, durva homok, kavics

Fig. 21. ρ_a — P_a graphs from borehole measurements
 A) in Kevermes II/P borehole
 B) in Tótkomlós III/P borehole

1 — clay; 2 — silt; 3 — fine-grained sand, argillaceous sand; 4 — sand, coarse sand, gravel

Рис. 21. Графики ρ_h — P_h экспериментальных скважинных исследований
 А) в скважине Кevermes II/P
 Б) в скважине Тótkomlós III/P

1 — глины; 2 — ил, тонкий песок; 3 — тонкие пески, супеси; 4 — пески, грубозернистые пески, галечники

(1980. Évi Jelentés). A III/P fúrásban észlelt legnagyobb ellenállásérték 20 Ω volt, a maximális polarizálhatóság értéke viszont nem különbözik lényegesen a többi fúrásban mért adatoktól (8%), s ezek a felszíni mérésekkel igen jó összhangban vannak.

A Maros hordalékkúp geofizikai mérései 1981-ben befejeződtek, elemző feldolgozásuk folyamatban van. Az egész területre vonatkozó földtani, víz-földtani, módszertani következtetéseket az 1982. Évi Jelentésben kívánjuk közreadni.

1.4.2 Vízkutatás a Mohácsi-szigeten

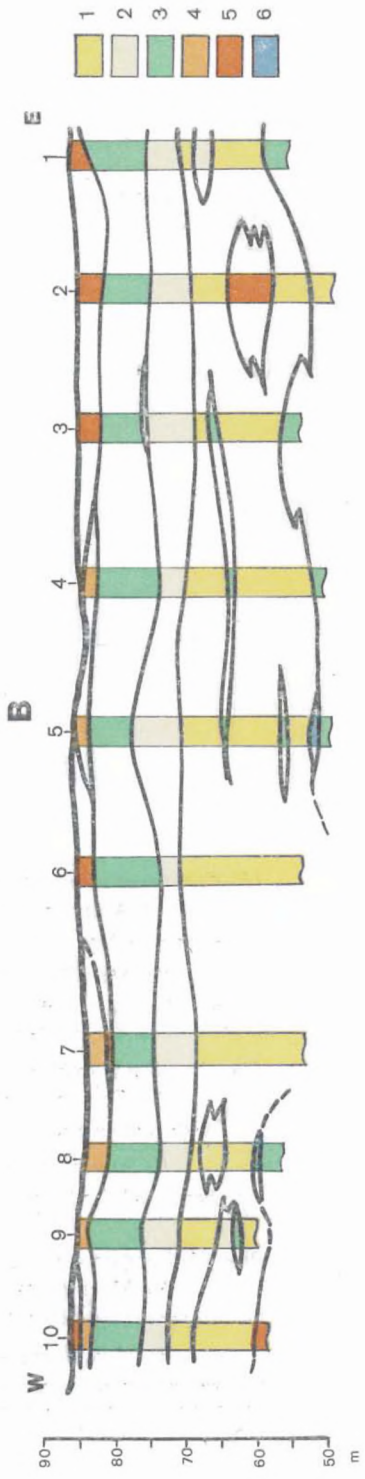
A több évre tervezett kutatás célja, hogy a Duna hordalékkúpjáról mint elsőrendű vízbázisról, valamint a mezozoos-karbonátos aljatról adatokat szolgáltatassunk Dél-Magyarország (elsősorban Pécs és környéke) regionális vízellátásának megalapozásához.

A Mohácsi-sziget Duna-parti sávjának mintegy 10 km-es szakaszán az ELGI 1977-ben már végzett mérnökgeofizikai szondázásokat és sekélymélységű VES méréseket, amelyek a Duna part menti sávjában jó vízáadó képességű és megfelelő (~20 m) vastagságú durvaszemcsés törmelékes összletet (hordalékkúpot) mutattak ki. Az 1981-ben megindult kutatás a korábbiaknak az egész szigetre történő kiterjesztését jelenti.

Az első évben a Dunafalva és Nagybaracska közötti területen végeztünk VES és GP méréseket, valamint mérnökgeofizikai szondázásokat (MGS). Ezek alapján megállapítottuk, hogy a hordalékkúp az egész kutatási területen jól nyomon követhető. A Duna part menti, mintegy 2 km széles sávjában a törmelékek vastagsága 20–25 m, a sziget belseje felé kissé növekszik, néhol a 40 m-t is eléri. A terület É-i határán ismert aljzat kibúváshoz közeledve a törmelékek vastagsága csökken (22/a. ábra). Fajlagos ellenállásuk alapján arra lehet következtetni, hogy a törmelékek a Duna parti sávjában, valamint a terület középső részén durvább szeműek. A terület K-i szélén, a Ferenc-csatorna környékén is határozott ellenállás-növekedés látható.

A felszíni geoelektromos mérések alapján általában egy réteggént értékelhető törmelékkúpot a mérnökgeofizikai szondázás három követhető összletre bontja (22/b ábra). Legfelül 5–8 m vastag, helyenként iszappal szennyezett laza homokréteg található, alatta finom- és aprószemcsés tiszta homok települ, majd a hordalékkúp alsó (kb. 10 m vastag) szakaszában közép- és durvaszemcsés homokok, kavicsos homokrétegek váltakoznak. A MGS értelmezése szerint a felszíni képződmények védelmet jelenthetnek a felszíni szennyeződésekkel szemben.

A Mohácsi-sziget másodrendű, potenciális víztároló képződménye a mezozoos aljzat. A kutatási terület É-i határa közelében a triász időszaki mészkő a fel-



22. ábra. Geofizikai vízkutatás a Mohácsi-szigeten

A) A durvaszemű törmelékek vastagsága

1 — mélység izohipsza (m); 2 — mérnökgeofizikai szelvény nyomvonala

B) Mérnökgeofizikai szelvény

1 — durva homok, homokos kavics, 2 — aprószemcsés homok, 3 — finom homok; 4 — iszapos finom homok; 5 — iszapos kőzetliszt; 6 — mocsári képződmények

Fig. 22. Water exploration on the Island of Mohács

A) Thickness of coarse detritus

1 — depth contour line (m); 2 — location of engineering geophysical sounding profile

B) Engineering geophysical profile

1 — coarse sand, sandy gravel; 2 — medium grained sand; 3 — fine grained sand; 4 — loamy sand; 5 — silt; 6 — mud

Рис. 22. Геофизические водоискровые работы на острове Мохач

A) Мощность крупнозернистых обломков

1 — изогипсы глубин (м); 2 — линия инженерно-геофизического профиля;

B) Инженерно-геофизический профиль

1 — крупнозернистые пески, песчаные галечники; 2 — тонкозернистые пески; 3 — тонкие пески; 4 — илистые тонкие пески; 5 — илистые пески; 6 — шлам

színen található, míg Mohács térségében 600 m-nél is mélyebben van. Középmélységű ellenállás-szondázásokkal sikeresen tudtuk követni az aljzat felszínét. Megállapítottuk, hogy a fajlagos ellenállás a legtöbb esetben nem végtelen (ρ_{∞}) hanem csak néhány száz Ωm , ezért feltételezhető, hogy repedezett-sége következtében a triász mészkő víztárolásra alkalmas.

1.4.3 A Rába-terasz és hordalékkúp kutatása

A két évre tervezett geoelektromos és mérnökgeofizikai kutatás első fázisaként 1981-ben a terület D-i — mintegy 80 km²-es — felén VES méréseket, GP szelvényezést, GP szondázást és MGS méréseket végeztünk. A mérések vízföldtani vonatkozású eredményei alapján — a pleisztocén—felső pannoniai összlet igen bonyolult települési viszonyai ellenére — a terület képződményeit a feltalajtól eltekintve 5 különböző (terasz, hordalékkúp, agyagos vezérréteg, alsó homokos—agyagos összlet, agyagos fekü), a területre jellemző földtani-geofizikai rétegösszletre tudtuk felbontani (23/c ábra). Ezek közül a terasz, a hordalékkúp és különösen az alsó homokos—agyagos összlet lehet kedvező a vízfeltárás szempontjából, annak ellenére, hogy valamennyi erősen rétegzett, sok agyagos réteggel tarkítva.

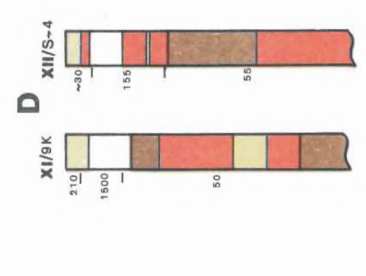
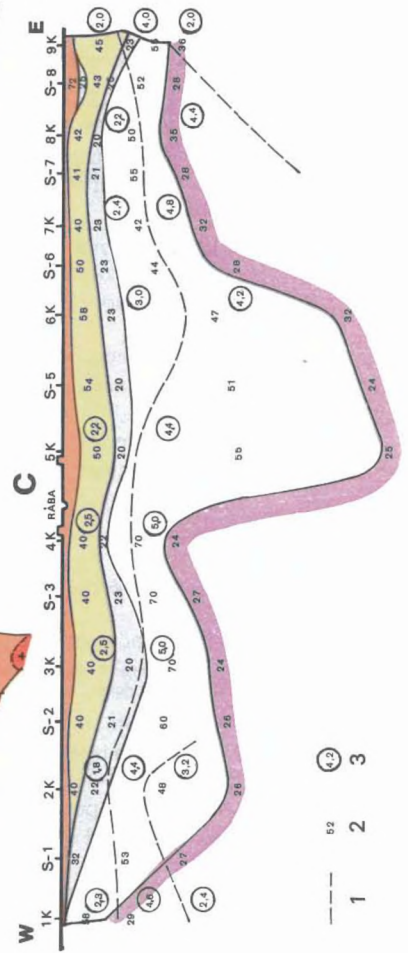
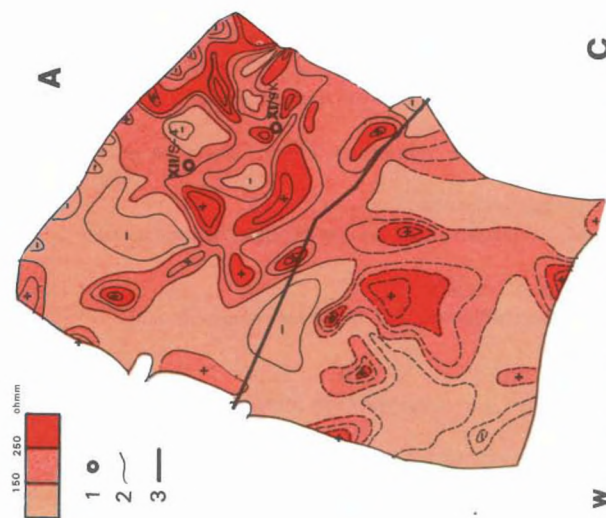
A teraszképződmények az ellenállás-térkép alapján (23/a és b ábra) három részre különíthetők el. A legnagyobb kiterjedésű, 50—150 Ωm -es területrészek homokos képződményekre, a 250—350 Ωm -es területek kavicsos, durva homokos rétegekre, míg a köztük elhelyezkedő 150—250 Ωm -es átmeneti szakaszok kavics-csíkos homok, homokos kavics összetételre utalnak. Vastagságuk 5—15 m közé esik, de helyenként a 15—25 m-t is elérik. A teraszra kapott alacsony polarizálhatóság ($P_a=0,5—1,5\%$) összhangban van a durvább szemcséjű, magasabb ellenállású képződményekre jellemző értékekkel. A terasz vertikális tagolása csak mérnökgeofizikai szondázásokkal lehetséges (23/d ábra). Felépítésében jelentős szerep jut a durva frakciónak, amely gyakran a teljes rétegsorban szerepel, helyenként csak az összlet kezdő és záró szakaszaira jellemző. A MGS mérések a kavicsos terasz alatt jeleznek egy erősen rétegzett, agyagosabb képződményt is, amely felszíni elektromos mérésekkel nem volt kimutatható.

Közvetlenül a terasz alatt található egy nagy területre kiterjedő, 40—50 Ωm -es, homokos—agyagos összlet (hordalékkúp), amelynek vastagsága 20—60 m. Az összlet feküje 20—30 Ωm -es, néhány tíz méter vastagságú agyagos összlet (agyagos vezérréteg). A hordalékkúp az ellenállása alapján víznyerésre kedvező. Mind a terasz, mind a hordalékkúp felülről nyitott, vizeik egymással kommunikálhatnak, felülről szennyeződhetnek. A környéken ezen összletek vize sok helyen erősen vasas, mangános. A GP módszer a hordalékkúpot agyagos feküjével együtt érzékeli, helyenként még az alsó homokos—agyagos összlet

felső részét is. A kapott közepes polarizálhatóságú érték ($P_a = 2,5\%$) oka részben az, hogy magában foglalja az agyagos vezérréteget, részben pedig az, hogy a homok durvább szemű. Az összletnek az agyagnál jelentősen nagyobb ellenállása (40—60 Ω m) azonban arra utal, hogy a hordalékkúpban inkább a közepes szemcséjű vagy durva homokok dominálnak (23/c ábra).

Az agyagos vezérréteg alatt vízföldtani szempontból a legkedvezőbb alsó homokos—agyagos összlet helyezkedik el. Ellenállása 40—60 Ω m, amelyben egy magasabb ellenállású (60—90 Ω m) zóna található. Az összlet vastagsága átlagosan 50—100 m, de két kisebb területen a 150—250 m vastagságot is eléri. Ezt az összletet a terület nagy részén felülről is és alulról is vízzáró képződmények határolják. Polarizálhatósága alapján az összletet két részre különíthetjük el: felső harmada a hordalékkúp — agyagos vezérréteg képződménycsoporthoz tartozik, alsó kétharmada már nagyobb értéket ($P_a = 4,5\%$) mutat. A kedvező ellenállásérték (50—70 Ω m) a homokos komponensek dúsulására, míg a magasabb GP érték a finomabb szemcsézettségre, valamint a sok vékony rétegből álló felépítésre utal. Ezek alapján a képződmény felső részén a közepes szemcséjű, alsó részén a finomabb homok előfordulására következtethetünk. Nem zárható ki, hogy a megemelkedett GP értéket esetleg szerves eredetű, jelentéktelen piritessedés is okozhatja, bár a tapasztalatok alapján ez általában ennél nagyobb GP értékekkel szokott jelentkezni. Várható a képződményben a homokos rétegek kedvező kivastagodása.

A mérési eredmények fúrásos ellenőrzése 1982-ben történik.



23. ábra. A Rába-terasz és hordalékkúp geofizikai kutatása

A) A terasz-üledékek ellenállása

1 — mérnökgeofizikai szondázások helye; 2 — ellenállás izovonal (Ωm); 3 — a VIII. szelvény nyomvonala

B) A terasz-üledékek vastagsága

1 — mérnökgeofizikai szondázások helye; 2 — vastagság (m); 3 — a VIII. szelvény nyomvonala

C) A VIII. geoelektromos szelvény

1 — polarizálhatósági réteghatár; 2 — ellenállás (Ωm); 3 — polarizálhatóság (%)

D) Mérnökgeofizikai szondázások szelvényei

1 — iszap; 2 — közetliszt; 3 — kavicsos homok; 4 — agyag; 5 — ellenállás a VES mérések alapján (Ωm)

Fig. 23. Exploration of the terrace and alluvial cone of the River Rába

A) Resistivity of terrace deposits

1 — location of engineering geophysical soundings; 2 — resistivity isoline (Ωm); 3 — location of profile VIII

B) Thickness of terrace sediments

1 — location of engineering geophysical soundings; 2 — thickness contour line (m); 3 — location of profile VIII

C) Geoelectric profile No VIII

1 — boundary of polarizability; 2 — resistivity (Ωm); 3 — polarizability %

D) Engineering geophysical logs

1 — silt; 2 — grit; 3 — sandy gravel; 4 — clay; 5 — resistivity from VES (Ωm)

Рис. 23. Геофизические работы в районе террасы и конуса наносов реки Раба

A) Сопротивления террасовых осадков

1 — места инженерно-геофизических зондирований; 2 — изолинии сопротивления (омм); 3 — положение профиля № VIII

B) Мощность террасовых осадков

1 — места инженерно-геофизических зондирований, 2 — изолинии мощности (м); 3 — положение профиля № VIII

C) Электроразведочный профиль № VIII

1 — граница раздела по поляризуемости; 2 — сопротивления (омм); 3 — поляризуемость (%)

D) Графики инженерно-геофизических зондирований

1 — ил; 2 — илстые пески; 3 — гравийные пески; 4 — глины; 5 — сопротивления по данным ВЭЗ (омм)

2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS

2.1.1 Területi mérések a zsámbéki medencében*

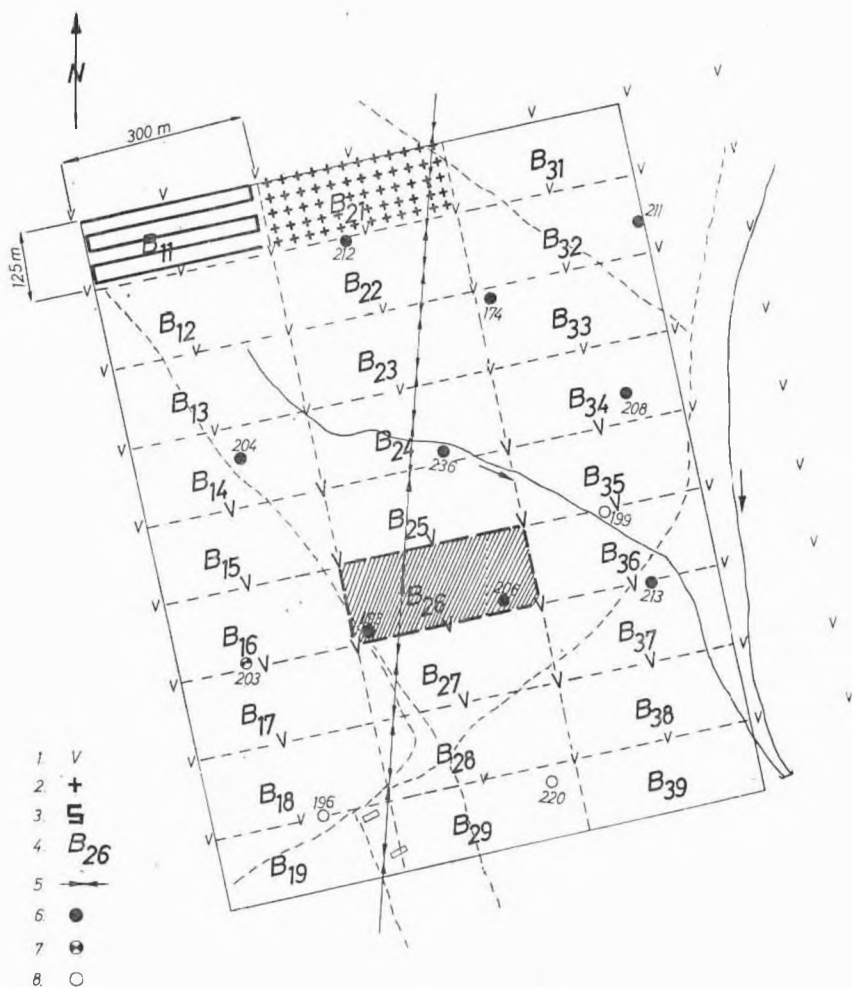
A bonyolult földtani felépítésű területek értelmezése vonalmenti mérésekkel már nehezen oldható meg, ezért fordult már korán érdeklődésünk a szélessávú, majd a területi mérések felé (az első szélessávú szelvényt 1973-ban készítettük az MK—2/73 vonalon).

A zsámbéki medencében 1980—81-ben került sor nagyobb volumenű területi mérésre a KFH—OMFB megbízásából. (A zsámbéki medence kutatása már több éve folyik, erről a megelőző Évi Jelentésekben számoltunk be). Megfelelő módszertani előkészítés után sikerült a bányatervezés igényeinek megfelelő minőségű mérési anyagot készíteni. Ez azt jelenti, hogy a kistektonikai elemek, amelyek egy fejtést befolyásolnak, ugyan nem mutathatók ki, de a főfeltáró létesítmények tervezésénél, a részletes kutatási fázisban mélyített fúrásokkal együtt adataink már jól felhasználhatók.

A kijelölt területen az eocén széntelepes összlet 400—500 m mélységben van, a széntelepek vastagsága 10—20 m körüli. A felszín változatos dombvidék, mezőgazdaságilag művelt terület, ezért a méréseket késő ősszel, illetve kora tavasszal hajtottuk végre, hogy az okozott kár kisebb legyen. A kutatott terület kb. 1 km². Az alkalmazott mérési rendszer vázlatát a 24. ábra mutatja. Blokkos rendszert alakítottunk ki, 25 m-es geofonközzel és 125×150 m-es robbantópont-hálózattal. A méréseket 60 csatornás DFS—V műszerrel végeztük. A 12,5 m-es mélységpontháló (25. ábra) $f_{\max} = 80$ Hz esetén 30°-ig biztosít megfelelő leképzést. A tervezésnél kialakított alaprendszerben egy robbantóponthoz 480 csatorna tartozik. Ez kb. 400 m-es maximális robbantópont-geofon távolságnak felel meg. (Itt a kritikus reflexiót tekintettük korlátnak, $\bar{V} = 2000$ m/s, $\bar{V}_h = 4500$ m/s esetén: $X_{\max RP-G} \sim h$). A területen négyszeres fedést terveztünk. Mivel a terítési rendszernél átfedő blokkokat nem alkalmazhatunk, a maximális robbantópont-geofon távolságnál távolabbi észlelések is voltak, ezért a fedésszám látszólag magasabb.

A rezgéskeltés fúrt lyukban való robbantással történt. A töltetnagyságot a nagyobb frekvenciás anyag érdekében a lehető legkisebbre csökkentettük (0,2—1,0 kg Paxit IV). A tölteteket mindig a laza réteg talpa alá helyeztük. Ezt a meg-

* Drahos Dné., D. Lőrincz K., Majkuth T., Ráner G., Sipos J., Zsadányi É.



24. ábra. Területi szeizmikus mérések észlelési rendszere

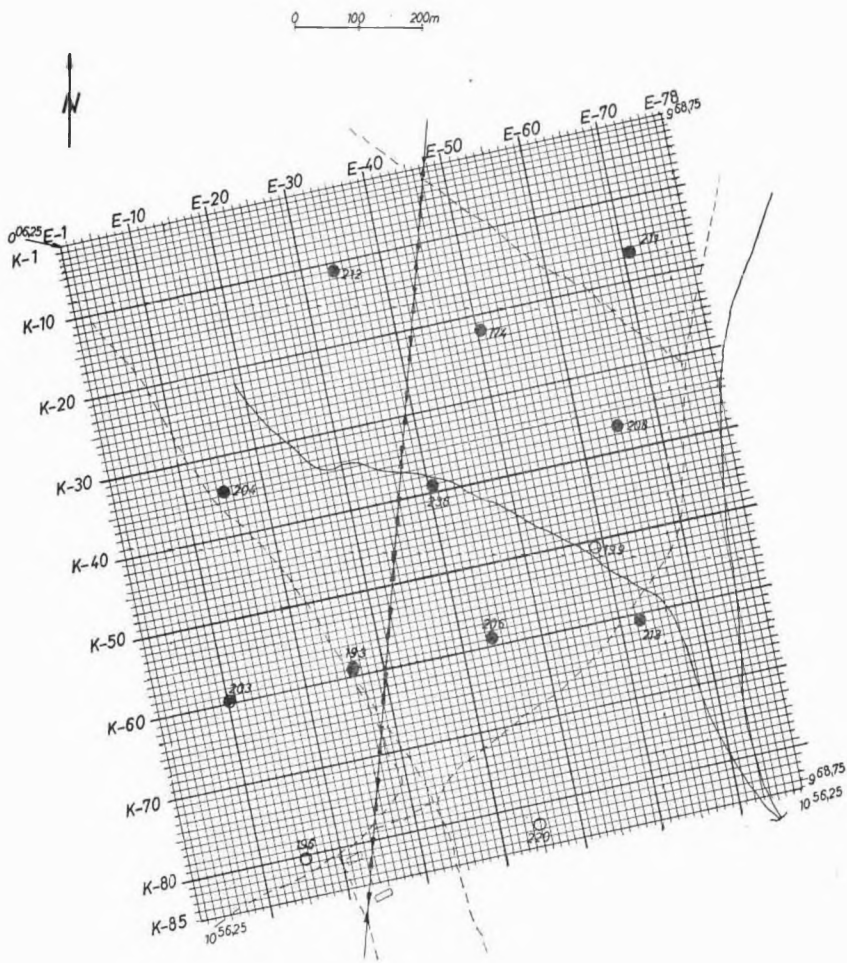
1 — robbantópont; 2 — geofoncsoport bázisközéppontja; 3 — terítési vonal; 4 — terítési blokk; 5 — távvezeték; 6 — produktív fúrás; 7 — eocén kőszén indikáció; 8 — meddő fúrás

Fig. 24. Field geometry of the seismic areal measurements

1 — shot point; 2 — base centre of the group of geophones; 3 — line of geophones; 4 — block of geophones; 5 — electric power line; 6 — borehole with coal; 7 — Eocene coal indication; 8 — barren borehole

Рис. 24. Схема наблюдений площадной сейсмической съемки

1 — пункт взрыва; 2 — центр базы группы сейсмоприемников; 3 — линия стоянки; 4 — блок стоянки; 5 — электролиния; 6 — продуктивная скважина; 7 — проявление эоценовых каменных углей; 8 — непродуктивная скважина



25. ábra. Területi szeizmikus mérések szelvény- és mélységpont hálója (jel-magyarázat azonos a 24. ábrával)

Fig. 25. Grid of the measurement profiles and of the depth points of the seismic areal survey (for legend see Fig. 24)

Рис. 25. Сеть профилей и глубинных точек площадной сейсмической съемки (условное обозначение см. на рис. 24)

előző mérések lazaréteg vastagság-adatainak felhasználásával készült térkép segítségével végeztük. Néhány terepi felvétel a 26. ábrán látható.

Az előzetes statikus korrekciót a robbantópont-lyukszáji idő és a kisrefrakciós mérések adataiból meghatározott — korrekciós értékek interpolációjával készítettük.

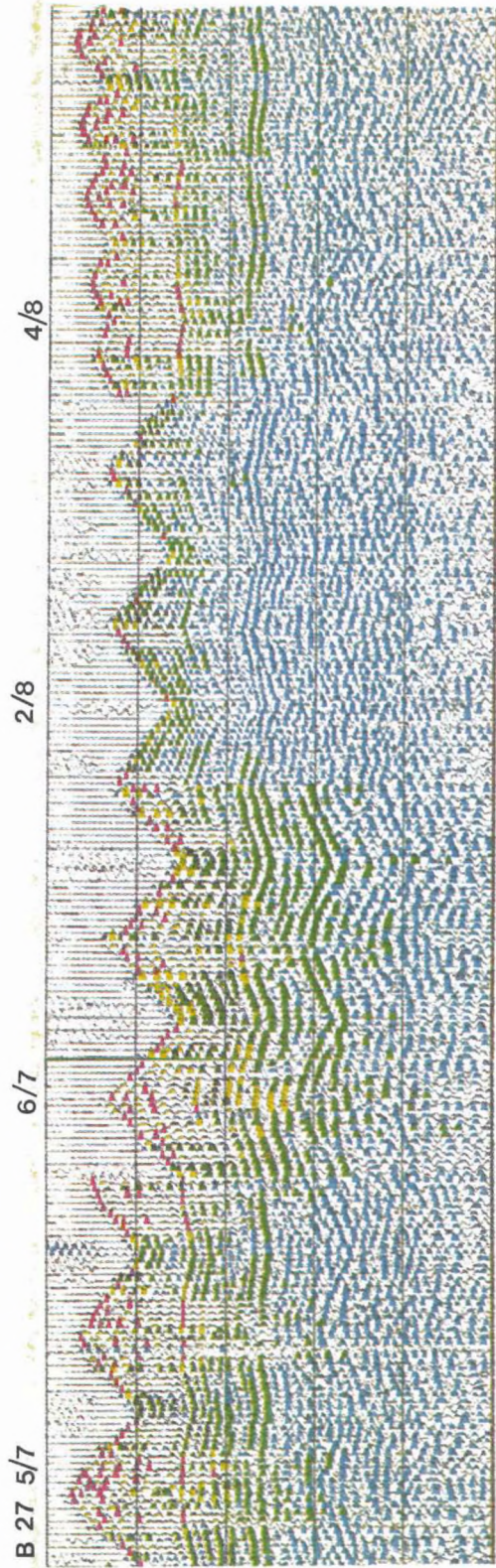
A mérési anyagot az R—35 számítógépen az SzCSz—3 programrendszerrel dolgoztuk fel. Az Internyeftgeofizika Koordinációs Központ által kidolgozott programrendszert első alkalommal használtuk fel területi mérések feldolgozására. Ehhez a rendszert bővítettük és egyes programjait átalakítottuk. 1981-ben a tetszőleges irányú összszelvény készítése volt az elsődleges célkitűzésünk.

A feldolgozás vázlatát a 27. ábra szemlélteti. A nagy adatrendszerek kezelésének biztosítására módosítottuk a statikus korrekció (STAT) és az első beérkezések kivágásának (MUTE) programját. Program készült, amely minden csatornához kiszámítja a geofonhely, a robbantópont és a mélységpont koordinátáit (X, Y), a geofonhely-robbantópont távolságát és azimutját. Ezeket az adatokat a csatorna fejlécébe helyezi el. A program tetszőleges — szabályos vagy szabálytalan — rendszer esetén használható. A kiértékelendő szelvények irányát, illetve irányait a helyi szerkezetnek megfelelően jelölhetjük ki. A csatornaválogató program paramétereinek beállításával a kiértékelendő vonalak mentén kijelölünk egy egyenletes kétdimenziós intervallum-beosztást. Ezen intervallumba tartozó mélységpontokat tekintjük közös mélységpontoknak. A csatornaválogató program ezeket összegyűjti. A további feldolgozás menete megegyezik a normál feldolgozás lépéseivel.

A dinamikus korrekciót a megelőző méréseknél használt sebességfüggvények felhasználásával hajtottuk végre. Kiválasztott szelvényszakaszon állandó sebességű összegzést is végeztünk. A fedésszám növelésére itt három párhuzamos szelvényt vontunk be az összegzésbe (28. ábra).

Az összszelvények minőségét többcsatornás jelalak- és fáziskorrekcióval javítottuk. Ezzel az eljárással egyenlítettük ki az összeadandó csatornák jelalakjait és küszöböltük ki a statikus és dinamikus korrekciók hibáit (29. ábra). A program alkalmazása után a szintek korrelálhatósága lényegesen javult. Az eocén, oligocén és miocén összlet rétegzettségé is sokkal tisztábban kirajzolódik.

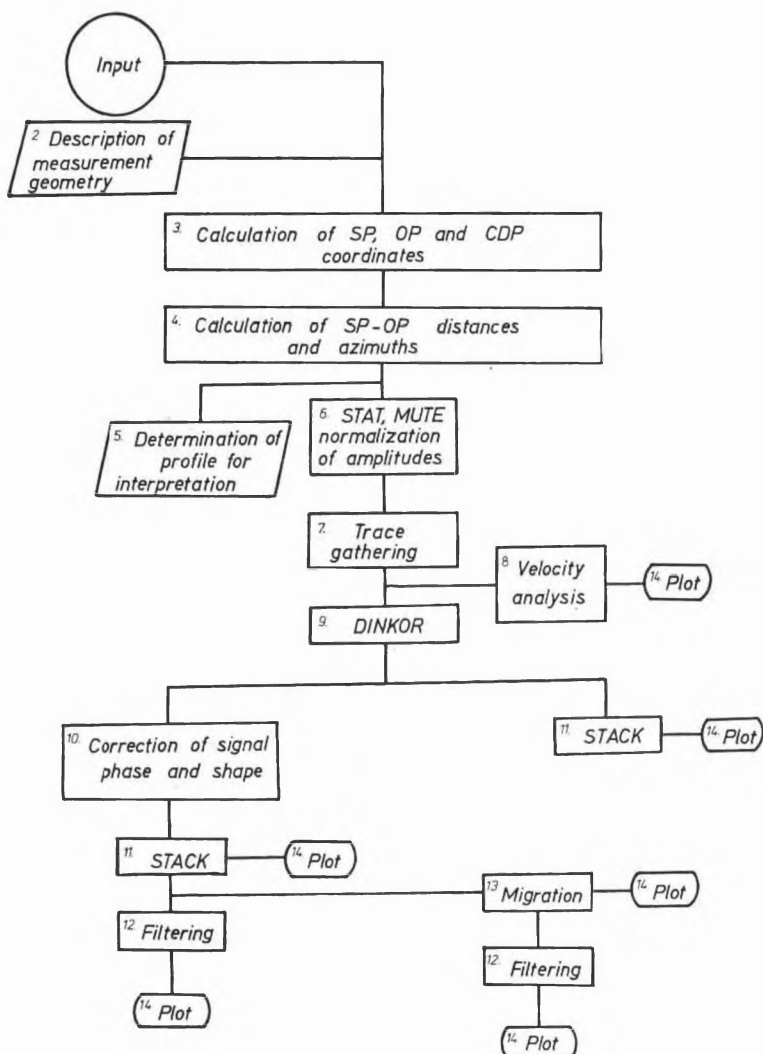
A szelvényeket különböző frekvencia-sávokban megszürtük (30. ábra), ennek alapján választottuk ki az értelmezésnél felhasznált változatokat. Elkészítettük az SzCSz—3 programrendszerhez illeszkedő hullámegyenlet-migráció programot (45°-os közelítés), s ezt alkalmaztuk a 30. ábrán látható időszelvényre. A szüretlen és az időszelvényhez hasonló sávban szűrt migrált szelvényváltozatokat mutatjuk be a 31. ábrán. A triász képződmények felszínén az árokszerű szerkezet a migrált szelvény 20—40 Hz között szűrt változatán tisztán megjelenik. A diffrakciós beérkezéseket az eljárás eltávolította.



26. ábra. Területi szeizmitikus mérések szeizmogramjai

Fig. 26. Field records from the seismic areal survey

Рис. 26. Сейсмограммы площадной сейсмической съемки

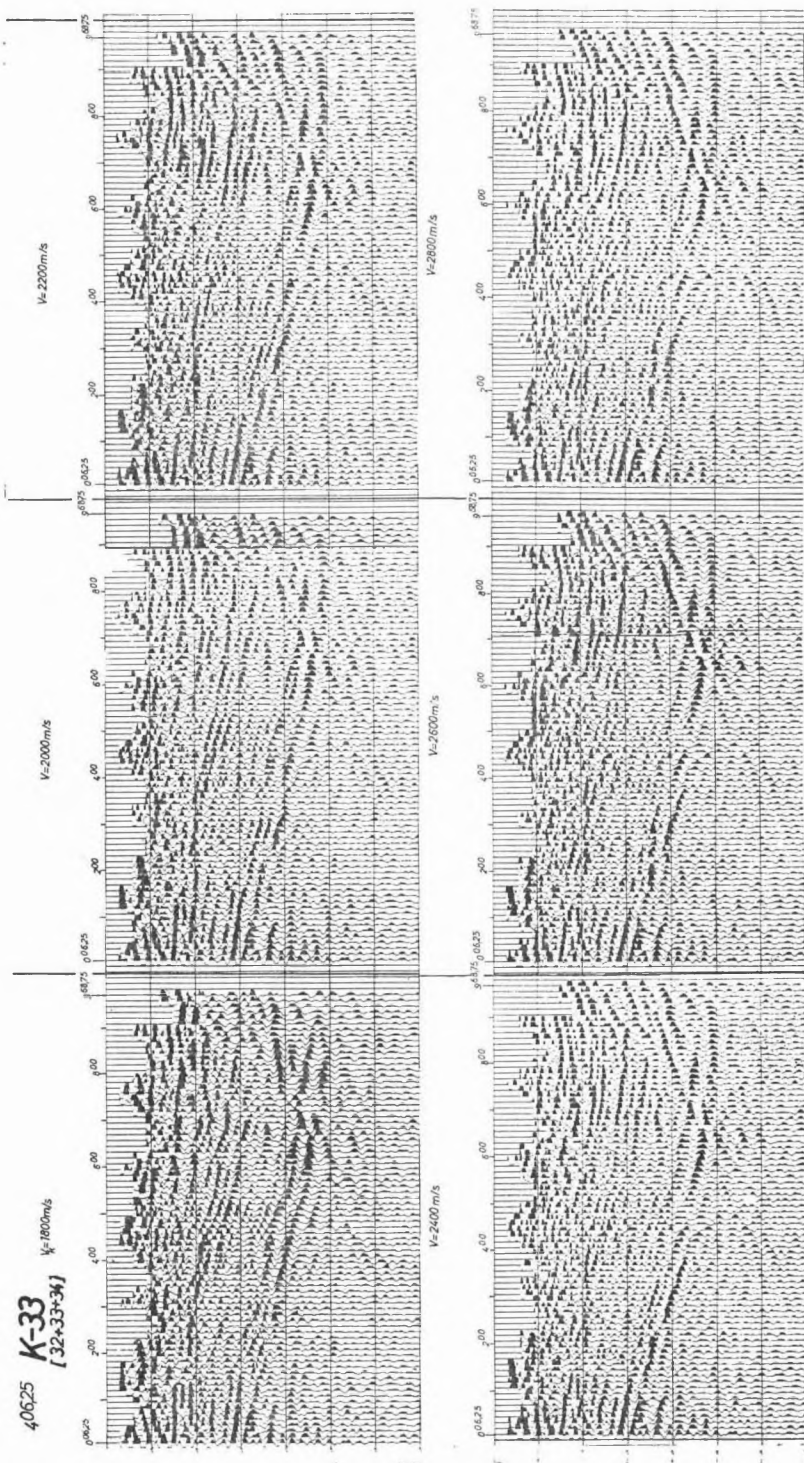


27. ábra. Területi szeizmikus mérések feldolgozásának blokkvázlata

1 — bemenet; 2 — mérési geometria leírása; 3 — robbantópont, geofonhely és mélységpont koordináták számítása; 4 — robbantópont — geofonhelyek távolságának és azimutjának számítása; 5 — a feldolgozandó szelvény kijelölése; 6 — STAT, MUTE, amplitúdó normálás; 7 — csatornák válogatása; 8 — sebesség analízis; 9 — DINKOR; 10 — fázis- és jelalak korrekció; 11 — STACK; 12 — szűrés; 13 — migráció; 14 — kiírás

Fig. 27. Processing flow chart of seismic areal measurements

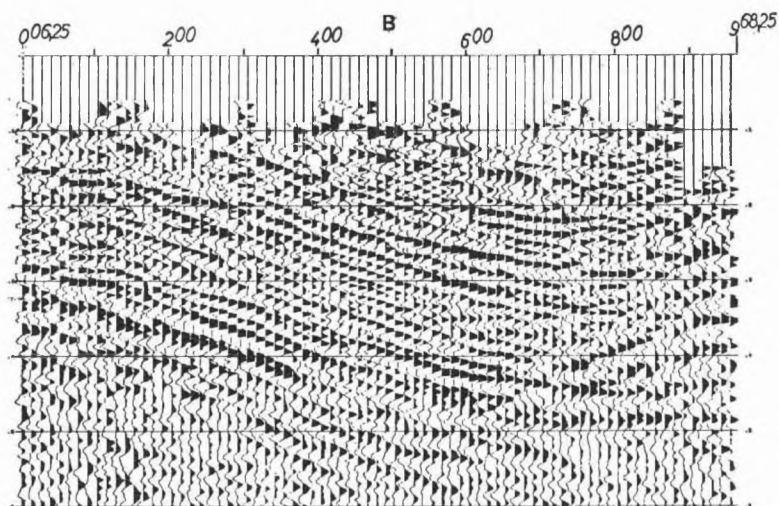
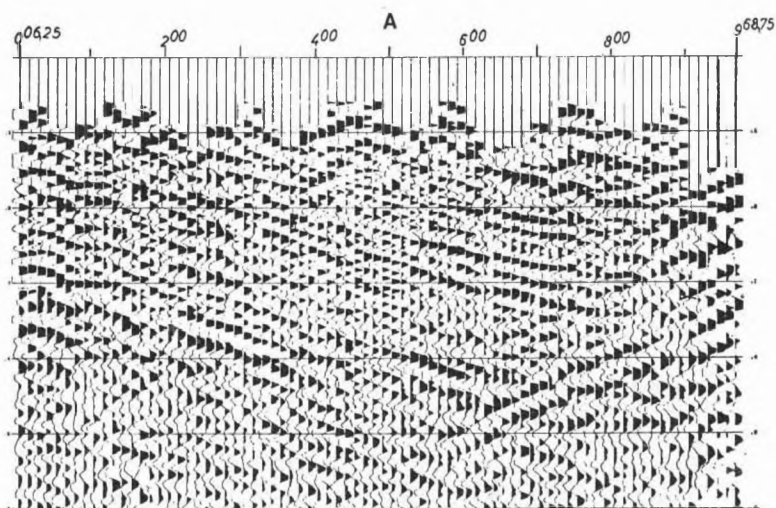
Рис. 27. Общая схема обработки данных площадной сейсмической съемки
 1 — вход; 2 — описание геометрии наблюдений; 3 — вычисление координат ПВ, ПП и ГТ; 4 — вычисление расстояний ПВ—ПП и азимутов; 5 — определение обрабатываемого разреза; 6 — статистическая поправка, мьютинг, нормирование амплитуд; 7 — выбор трасс; 8 — анализ скоростей; 9 — кинематическая поправка; 10 — коррекция фазы и формы записи; 11 — суммирование; 12 — фильтрация; 13 — миграция; 14 — вывод



28. ábra. Sebesség analízis a területi mérések anyagán

Fig. 28. Velocity analysis based on the seismic areal survey

Рис. 28. Анализ скоростей по материалам площадной съемки



29. ábra. Többcsatornás fázis- és jelalak korrekció

A) időszelvény korrekció előtt

B) fázis és jelalak korrekció után

Fig. 29. Multichannel phase- and waveform correction

A) time section before correction

B) after correction

Рис. 29. Многоканальная поправка за фазу и форму сигнала

A) временной разрез до ввода поправок и

B) после ввода поправок за фазу и форму сигналов

A programok alkalmazása 11 s/mélységpont processzoridőt igényel migráció nélkül. A feldolgozás során összesen kb. 160 km É—D irányú (E) jelű és K—Ny irányú (K jelű) szelvény készült. Az 1982. évi tervünk a területi migráció megvalósítása.

Az időszelvények földtani értelmezését a 32. ábrán szemléltetjük. Az E 49—53 É—D irányú szelvényeken az egyes szerkezeti elemek jól követhetők (a szelvények közötti távolság 12,5 m). A D-i végén levő nagy határvető mellett a kisebb törések is felismerhetők. A triász időszakai képződmények felszíne legjobban a középső, 20—40 Hz-es sávban azonosítható, a széntelepes eocén összlet, valamint az oligocén, miocén fedőképződmények a magasabb frekvenciasávban (40—80 Hz) adnak jó felbontást.

2.1.2 Bányabeli szeizmikus vető kutatás*

A mélyművelésű szénbányákban végzett tektonika-kutató szeizmikus mérések hazai bevezetését a korábbi években a csatornahullámok elméleti vizsgálatával készítettük elő (ELGI 1980. Évi Jelentés). Az elméleti vizsgálatok során felhalmozódott ismeretek szintje és az időközben kialakult műszeres háttér 1981-re lehetővé tette a bányabeli mérések tényleges megindítását.

Ezek az úgynevezett telephullám-szeizmikus mérések a széntelepben mint hullámvezetőben terjedő diszperz csatornahullámokon alapszanak. A csatorna- vagy népszerű nevén telephullám-beérkezések két jól elkülönülő jelcsoportra: a P—SV hullámokból felépülő diszperz Rayleigh- és az SH hullámokból felépülő diszperz Love-hullámokra bomlanak. A bányabeli mérések során első sorban az utóbbi regisztrálására törekszünk, mert a legkisebb csoportsebességgel és legnagyobb amplitúdóval jelentkező összetevőjéről — szakirodalmi nevén Airy fázisról — tudjuk, hogy szinte a teljes energiája a széntelepen belül terjed, így az általa hordozott információ a telep belső szerkezetéhez kötődik.

A bányabeli telephullám-méréseknek két módszerük alakult ki. Az egyik a direkt telephullám beérkezéseket regisztráló úgynevezett szeizmikus telep-átvilágítás, a másik a reflektált telephullámokat észlelő telephullám-reflexiók eljárási.

Gyakorlati méréseink során e két mérési módszert vegyesen alkalmaztuk, rutinszerűen azonban jelenleg még csak a telep-átvilágítást tudjuk használni. A telep-átvilágítás lényege, hogy regisztráljuk a vizsgálandó fejtési mezőn áthaladó direkt telephullámot. Ehhez természetesen az szükséges, hogy a vizsgálandó teleprésznek legalább két nyitott oldala legyen. Ha a regisztrált telephullám teljes, azaz az Airy fázist is beleértve minden frekvencia-összetevője megvan, akkor a telep a hullámforrás és a regisztrálás helye között folytonos

* Bodoky T., Cziller E., Törös E. (Nógrádi Szénbányák).

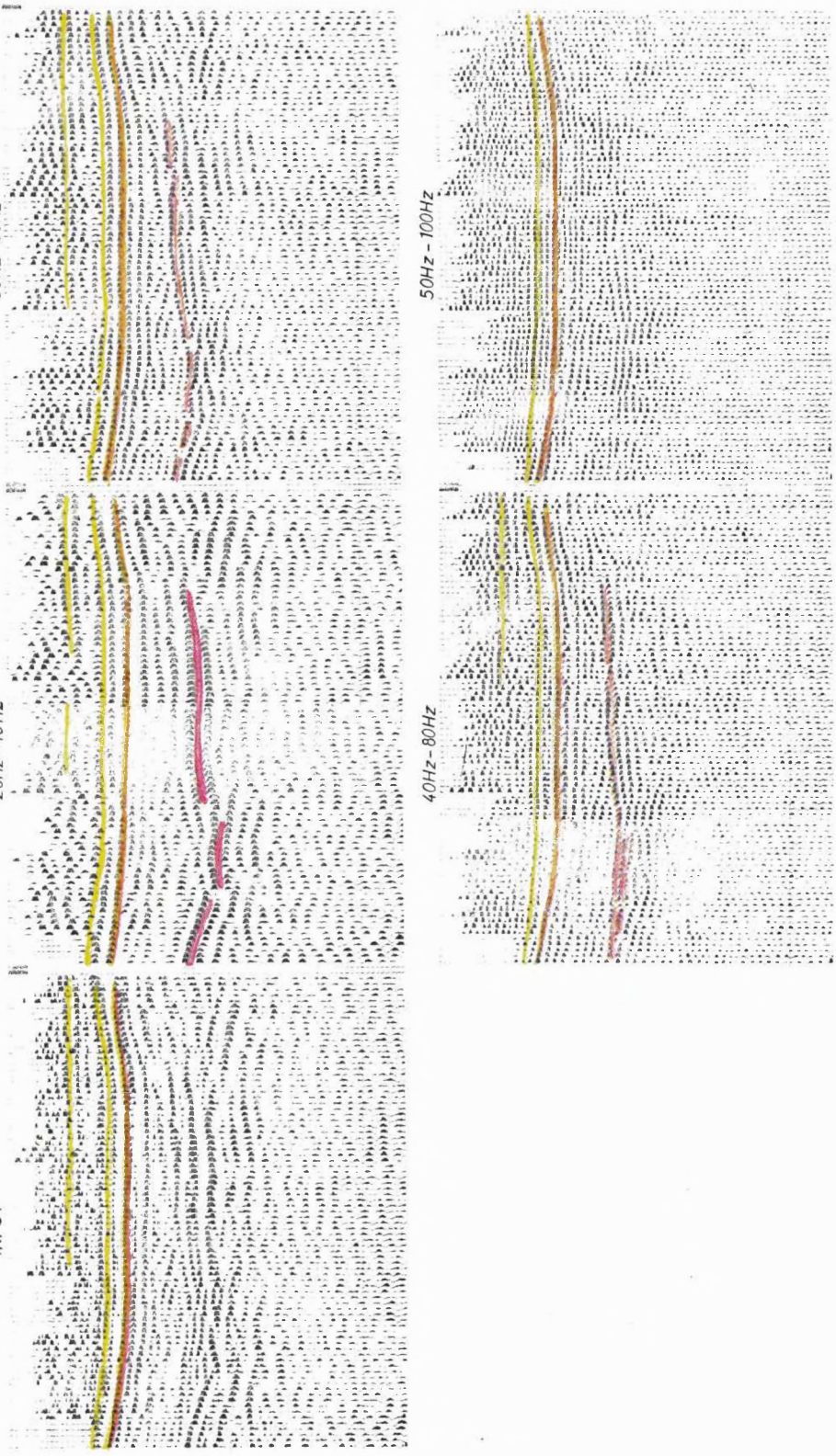
INPUT

20Hz - 40Hz

30Hz - 60Hz

40Hz - 80Hz

50Hz - 100Hz



30. ábra. Fázis- és jelalak korrekcióval javított időszelvény sávszűrő analízise

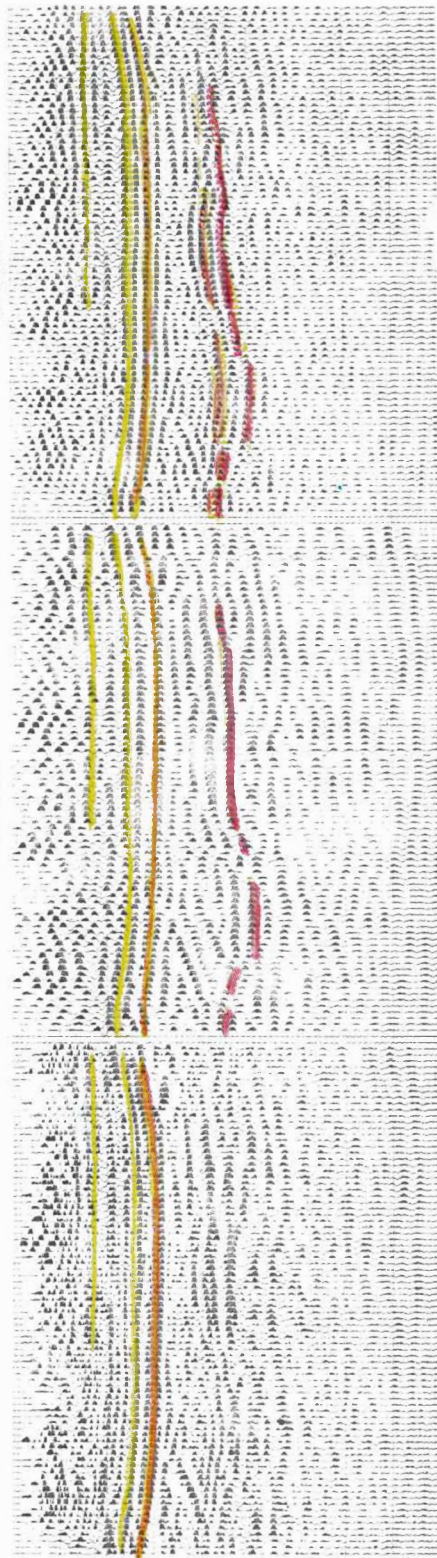
Fig. 30. Band-pass filter test on the time section after phase- and waveform correction

Рис. 30. Анализ с полосно-заграждающей фильтрацией временного разреза после ввода поправок за фазу и форму записи

INPUT

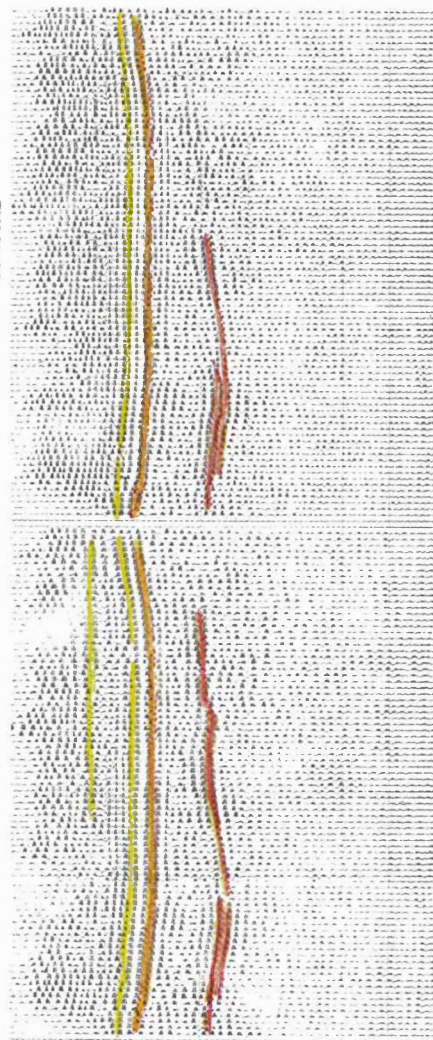
20-40Hz

30-60Hz



40-80Hz

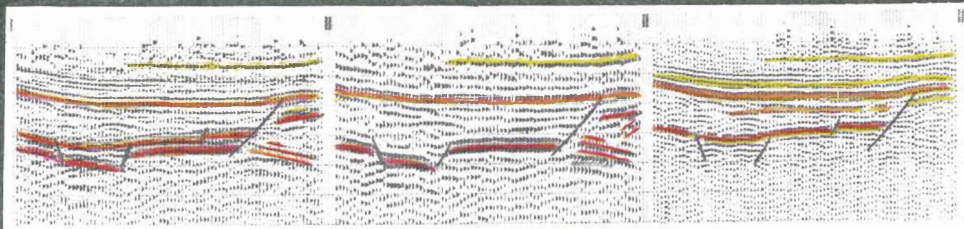
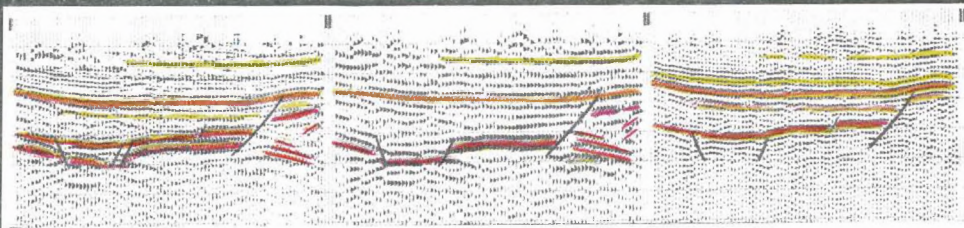
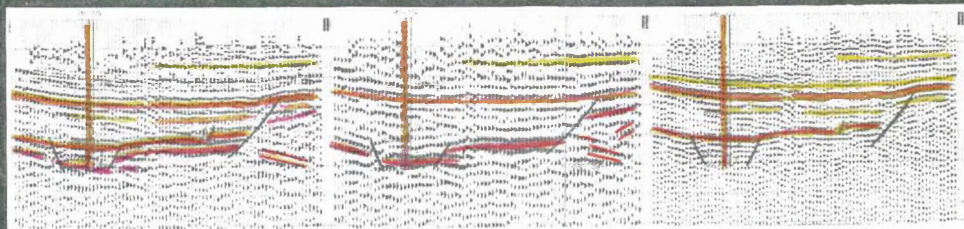
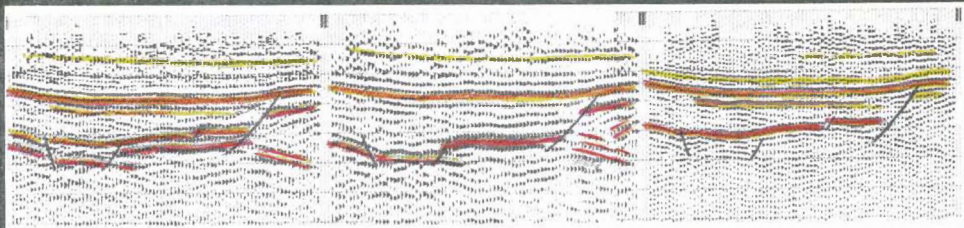
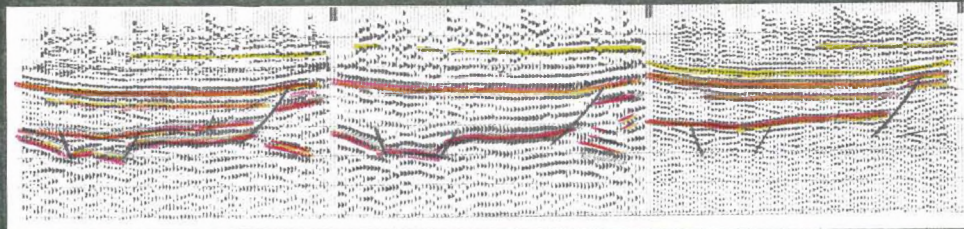
50-100Hz



31. ábra. Migrált szelvény sávszűrő analízise

Fig. 31. Band-pass filter test on the migrated section

Рис. 31. Анализ с полосно-заграждающей фильтрацией мигрированного разреза



32. ábra. Szomszédos időszelvények szélessávú, 20—40 Hz, 40—80 Hz sáv-
szűrésű kiírással

Fig. 32. Adjacent profiles displayed after wide-band, 20—40 Hz and 40—80
Hz filterings, respectively

Рис. 32. Соседние временные разрезы с широкополосной полосноза-
граждающей фильтрацией 20—40 гц, 40—80 гц

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6



33. ábra. Bányabeli vetőkutatás szeizmikus telepátvilágítással

Meghatározott vető: 1 — az elvetési magasság nagyobb, mint a telep vastagsága; 2 — az elvetési magasság kisebb mint a telep vastagsága; 3 — zavartalanul terjedő telephullám; 4 — árnyékolt telephullám; 5 — zavartan terjedő telephullám; 6 — terítés

Fig. 33. Exploration for faults in mines by means of the transmitted wave method

Fault determined: 1 — fault amplitude greater than seam thickness; 2 — fault amplitude less than seam thickness; 3 — undisturbed seam wave arrival; 4 — screened seam wave; 5 — seam waves propagating through inhomogeneities; 6 — spread

Рис. 33. Изучение сбросов в шахтах по методу сейсмического просвечивания пластов

Выделенные сбросы: 1 — амплитуда превышает мощность пласта; 2 — амплитуда меньше мощности пласта; 3 — бесперебойно распространяющаяся пластовая волна; 4 — экранированная пластовая волна; 5 — пластовая волна с нарушенным распространением; 6 — стоянка приборов

kell, hogy legyen. Ugyanis, ha a telepet valamilyen tektonikai vagy egyéb zavar megszakítja, akkor azok a telephullám-összetevők, amelyeknek energiája a telep belsejében koncentrálódik a zavar helyén szóródnak és kilépnek a telepből és az észlelt jelalakból már hiányozni fognak. Így a magas frekvenciás összetevők — elsősorban Love hullámösszetevők — hiányából a sugár útját megszakító telepzavar létrehozható. A hiányzó összetevők spektruma a zavar méreteire (elvetési magasság) utal.

A 33. ábra egy telep-átvilágítás eredményterképét mutatja be példaképpen. A mérési területen két közel É—D irányban haladó vágat között frontot akartak kialakítani, azonban a Ny-i vágat rögtön az elején két vetőt harántolt, melyek elvetési magassága nagyobb, mint a telep teljes vastagsága. Mivel a K-i vágatban ezek a vetők nem jelentkeztek, fennállt a lehetősége annak, hogy ÉNy—DK irányban végigfutnak az egész előkészítés alatt álló fejtési mezőn. A vetők helyzetének tisztázására ezért szeizmikus telep-átvilágítást kellett végezni.

A mérést kétkomponenses, horizontális geofonokkal és egy ESS—01—04 típusú, összegzős digitális műszerrel hajtottuk végre. Hullámforrásként 50—100 gramm súlyú tölteteket alkalmaztunk.

A kiértékelést az Airy fázisra alapozva végeztük. A zavartalanul-, a félig- és az egyáltalán nem átvilágítható területek világosan jelezték a vetők lehetséges helyeit. Amint ez az eredményterképen is látszik, megállapítható volt, hogy a vetők az összekötő vágattal közel párhuzamosan futnak és a K-i feltáró vágattól kb. 80—100 m-re megszűnnek. Ezen túlmenően a mérés azt is tisztázza, hogy a vetőktől D-re a szénmező teljesen zavartalan, a vágatokban feltárt vetőkön kívül újabb vetőkre nem kell számítani.

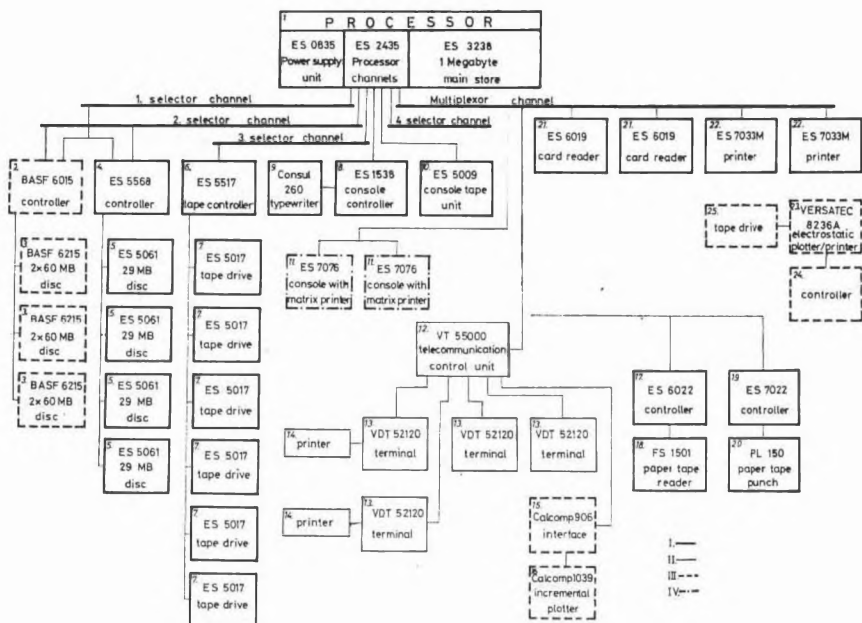
2.1.3 R—35 bázisú földtani-geofizikai számítóközpont*

1979-ben szereztük be R—35 bázisú földtani-geofizikai számítóközpontunk bázis konfigurációját. 1981. végére elvégeztük azoknak a bővítéseknek legnagyobb részét, melyek az általános célú számítógépből a geofizikai alkalmazáshoz szükséges célrendszert kialakították (a jelenlegi konfiguráció a 34. ábrán látható).

A fontosabb bővítések:

- a) Teljes processzor cserét hajtottunk végre: az új processzor — a régi, 512 kbyte-os ferrites operatív tár helyett — 1 Mbyte-os; 4 kbit-es chipekre épülő, félvezetős kivitelű tárat tartalmaz. A gyártó cég a processzort időközben átdolgozta, így az új processzor kisebb méretű és több-letszolgáltatásokat is biztosít:
— számolási sebessége kb. 17%-kal nagyobb,

* Cserscsik F., Kaszás M., Sipos J., Zilahi-Sebess L.



34. ábra. A földtani-geofizikai számítóközpont felépítése

I — bázis konfiguráció; II — hazai gyártmány; III — nyugati perifériák; IV — KGST országokban gyártott perifériák

Fig. 34. Configuration of the geological-geophysical computer centre

I — basic configuration; II — Hungarian products; III — peripherals made in Western countries; IV — peripherals made in CMEA countries

Рис. 34. Схема геолого-геофизического вычислительного центра

I — исходная конфигурация; II — устройства венгерского производства; III — периферийные устройства западного производства; IV — периферийные устройства производства стран-членов СЭВ

- az utasításválaszték 8 utasítással bővült,
- egy szelektorcsatornája block-multiplex működésre is képes,
- a rendszer megbízhatóságát eddigi tapasztalataink alapján jobbnak tartjuk, a javításokat megkönnyíti a jelentősen bővített tartalékalatrészkészlet.

b) A gép közvetlen elérésű háttértárát a geofizikai feldolgozáshoz szükséges nagy tárigény miatt összesen 360 Mbyte kapacitású, BASF gyártmányú diszk rendszerrel bővítettük (a 34. ábrán 2-es és 3-as jelzésű egységek). Ezzel a gép közvetlen elérésű háttértára összesen 480 Mbyte-ra bővült. Minden BASF 6012 egység 2 önálló diszket tartalmaz, minden diszket a rendszer két önálló, logikai IBM 2314 típusú, 29 Mbyte-os diszkként kezel.

- c) Installáltuk VIDEOTON VT 55000 típusú távadatfeldolgozó rendszerünk első lépcsőjét 4 terminállal (34. ábra 12-, 13-, 14-es jelzésű egységek), amelyek házon belül CRJE (Conversational Remote Job Entry) üzemmódban programok interaktív írását, szerkesztését teszik lehetővé. Terminálról kötegelt feldolgozású munkák is indíthatók.
- d) Elsősorban térképrajzolósi célokra vásároltuk és illesztettük a géphez a 34. ábrán 15- és 16-tal jelölt CALCOMP plottert. A plottert a távadatfeldolgozó vezérlő egységen keresztül (34. ábra 12-es jelzésű egysége) on-line illesztettük az R—35 processzorához. A hardware munkálatokon felül ehhez a VT 55000 vezérlőrendszerébe a plottert vezérlő új emulátor szekciót kellett illeszteni. A CALCOMP plotter programozási munkáit elősegíti, hogy a leggyakrabban használt funkciókat (két pont összekötése egyenessel, karakterek rajzolása tetszőleges méretben és pozícióban) a vezérlő egység önállóan, saját mikroprocesszorának felhasználásával végzi. A géppel együtt szállított HCBS (Host Computer Basic Software) tartalmazza mindazon rutinokat, melyek a programok írását megkönnyítik. Illesztését az operációs rendszerhez a CALCOMP által szállított BTAM I/O rutin végzi.
- e) 36 inch papírszélességű VERSATEC off-line plotter-rendszerünk (34. ábra 23-as, 24-es, 25-ös jelzésű egységek) elsősorban szeizmikus szelvények megjelenítésére szolgál, de az őt vezérlő VERSAPLOT 07 software felhasználásával átírás nélkül kirajzoltathatók a CALCOMP plotterre írt programok is.

Rendszerünk egyik értékes tulajdonságának tartjuk kompatibilitását az IBM 370/145 gépével. Ez tette lehetővé az ESZR rendszerben nem gyártott hardware elemek egyszerű illesztését és az IBM rendszerprogramok, valamint mind az IBM, mind az ESZR operációs rendszerek alatt futtatható geofizikai programcsomagok alkalmazását. Operációs rendszerek közül több változatot is sikerrel kipróbáltunk (ESZR OS/MFT 4.1., IBM OS/MFT 21.8). Ma már kizárólag az IBM virtuális tárkezelésű OS/VSI rendszerét alkalmazzuk, a távadatfeldolgozó rendszerhez BTAM elérési módszerrel. Az OS/VSI választását az indokolta, hogy szolgáltatásai céljainknak, erőforrásainknak legjobban megfelelnek, mert

- egyszerre maximum 16 program futtatható (nálunk célszerűen 5 program fut) egyszerre. A gép kihasználtságát jelentősen megnöveli a számolásigényes (pl. szeizmikus) és transzferigényes egyéb programok konkurrens multiprogramozásos futtatása;
- a virtuális tárkezelés lehetővé teszi, hogy az együtt futó programok össz-tárigénye a valós tárat jelentősen meghaladja;
- tapasztalataink szerint geofizikai programok futtatásánál a lapozási igény viszonylag kicsi;

- az erőforrásokat a teljes gép optimális kihasználásának megfelelően dinamikusan osztja szét;
- a rendszer eredendően tartalmazza az input és output egységek optimális kihasználását biztosító SPOOLING eljárást;
- viszonylag kevés rendszer-adminisztrációs tevékenységet végez, tehát jó határfokkal használható.

A gép kihasználtsága az 1981. év során már elérte a teljes, három műszakos üzemet. Legfontosabb alkalmazási területei:

- a) Szeizmikus anyagok feldolgozása az idő kb. 2/3-ban folyik. A feldolgozást zömmel az alábbi bázis-programrendszerek segítségével végezzük:
 - a KGST Internyeftgeofizikai Koordinációs Központjának SzCSz—3 programrendszerével,
 - a Petty—Ray (USA) cég Basic Software Package-ével.
 E két rendszer megvásárlása lehetővé tette, hogy az R—35 installálása után a szeizmikus feldolgozás rövid idő alatt megindulhatott, software fejlesztőinket pedig speciális feladatok megoldásával bízhattuk meg (pl. 3-dimenziós feldolgozás elemei, színes megjelenítés stb).
- b) Nyersanyag-mérlegek számítása. A Központi Földtani Hivatal ásványi nyersanyag-mérlegeinek adatrendszerét az R—35-tel együtt szállított MINSZK—32 emulátor felhasználásával ártírtuk az R—35 gépre. 1982-től kezdve az ásványi nyersanyag-mérlegek döntő többségének számítása már az R—35 gépen történik.
- c) Magnetotellurikus és VES feldolgozó programok. Futtatunk saját fejlesztésű magnetotellurikus kiértékelő programokat, valamint vertikális elektromos szondázási programokat is.
- d) Gazdasági és egyéb alkalmazások. Egyes intézetvezetési-, nyilvántartási- és adatbank-kezelési feladatokat is megoldunk az R—35 számítógéppel. Ezekhez felhasználtuk a US Geological Survey GRASP nevű (Geologic Retrieval and Synopsis Program) interaktív földtani adatbázis kezelő rendszerét, amelyet 1981-ben a USGS szakértőjének segítségével installáltunk R—35 gépünkön.

2.2.1 A tellurikus és magnetotellurikus mérések kombinációjának néhány újabb módszertani és gazdasági vonatkozása*

Az ELGI-ben a tellurikus és magnetotellurikus mérések kombinált alkalmazása több mint tízéves múltra tekint vissza. Az 1980-ban elkészült TEM—80 típusú digitális tellurikus műszer (1980. Évi Jelentés) és a mérési anyag HP—9845 típusú számítógépen történő előfeldolgozása azonban új lehetőségeket nyitott. Ezek a lehetőségek annál hasznosabbak, minél inkább eltér a kutandó terület geoelektromos modellje a vízszintesen rétegzett, horizontálisan homogén felépítéstől. Különböző típusú inhomogeneitásokra (árkok, vetők, antiklinálisok, dőlt árnyékolók) magnetotellurikus modellszámítások egész sorát végezték el és ma már az irodalomból tudjuk, hogy adott szerkezet esetén melyik főirányú szondázási görbe kiértékeléséből kaphatjuk meg a nagyellenállású aljzat vagy az árnyékoló tetejének mélységét. Hasonló elvi probléma és megoldás természetesen minden elektromos—elektromágneses mérésnél fennáll, de paradox módon ezeknél a szerkezeti irányokat a mérések előtt kell megismerni a jó eredmények elérése érdekében, míg a magnetotellurikus mérést bármilyen két egymásra merőlegesen telepített irányban végezhetjük, a szondázási görbék előállíthatók az E és H polarizációnak nevezett főirányokra.

1981-ben HP—9845 számítógépre kidolgoztunk egy eljárást, amely a tellurikus mérésekből is (30—40 perces terepi mérés alapján) főirányú vezetőképesség viszonyokat és anizotrópia irányokat határoz meg. A 35. és 36. ábrán két különböző területen mutatjuk be az ún. tellurikus abszolút ellipsziseket, amelyek nagyságát a tellurikus bázisra normáltuk. Ezek iránya a helyi (35. ábra), vagy regionális (36. ábra) szerkezeti irányokat, elnyúltságuk a horizontális anizotrópia mértékét, területük pedig a mérési pont alatti összegzett hosszirányú vezetőképességet jellemzi. A program különböző térképek előállítására képes (pl. A_B/A_M^{**} , nagytengelyarány B_B/B_M^{**} , kistengelyarány, vagy A^{-1} , $A^{-1/2}$, nagytengelyirány stb.), amelyek közül a feldolgozó modellnek megfelelőt választhatja ki. A hagyományos tellurikus A^{-1} vagy $A^{-1/2}$ térképek a két főirányban mérhető vezetőképesség mértani közepének foghatók fel. Ezért nyilvánvaló, hogy

* Nemesi L., Csörgei J.

** A_B és B_B a bázisállomás-, A_M és B_M a mozgóállomás abszolút ellipszisének nagy- és kistengelye

az aljzatmorfológia mélységarányos leképezésére annál kevésbé alkalmasak, minél kevésbé valósul meg a horizontálisan homogén földtani felépítés, azaz minél jobban különböznek az abszolút ellipszisek a körtől. Irodalmi ismeretek alapján a 35. ábrán bemutatott területen az aljzatmorfológia leképezésére a H polarizációs (kistengelyirányú) vezetőképességek aránya adja a pontosabb adatot, a 36. ábrán látható területen pedig az E polarizációs (nagytengetyirányú) vezetőképességek aránya. Különösen ez utóbbit tartjuk érdekesnek, mert a szoroson vett mérési területen az aljzat morfológiája ezt a Hernád-völgygel párhuzamos irányítottságot nem indokolná. Ha azonban a K-i és Ny-i környezetet tekintjük, K-ről a Zemplén andezitjei képeznek nagyellenállású falat, Ny-ról pedig nagy vető menti aljzatkiemelkedés (az aljzat pár száz méterre közelíti meg a felszínt). Kutatási területünk tehát egy hosszú árok közepének egy részlete. Ilyen modell esetén az aljzat leképezésére az E polarizációs nagytengely irány a megbízhatóbb. A tellurikus ellipszisek irányítottságát és tengelyarányait a magnetotellurikus polárdiagramok igazolták. Ezt bizonyítja a 37. ábra is, ahol a Hernád-völgyben végzett magnetotellurikus szondázások E polarizációs görbéinek vezetőképességét hasonlítottuk össze az ugyanazonokon a pontokon meghatározott normált tellurikus abszolút ellipszisek nagytengelyének nagyságával.

A bemutatott területeken tehát az aljzattérség térképek előállításához nem a szokásos A^{-1} vagy $A^{-1/2}$ térképeket, hanem a megfelelő tengelyirányú tellurikus paramétereket használtuk és ezzel lehetővé vált, hogy viszonylag bonyolult területeken is alkalmazzuk a tellurikus—magnetotellurikus komplexumot.

Az eredményt azért tartjuk lényegesnek, mert az egyre bonyolultabb kutatási feladatok a tellurikus mérések értelmét bizonyos területeken már-már megkérdőjelezték — előtérbe helyezve a 20—30-szor drágább, de a szerkezeti hatások következtében létrejövő horizontális anizotrópia problémákat érzékelő, azokon gyakran úrrá levő magnetotellurikus méréseket. Azzal a lehetőséggel, hogy a tellurikus módszerrel is képesek vagyunk az információk irányfüggését közben tartani, új értelmet kap a tellurikus és magnetotellurikus módszer együttes alkalmazása, ami pedig fontos gazdasági szempont. A kombinált tellurikus-magnetotellurikus módszer költsége összesen kb. csak 25%-a annak a költségnek, és 10%-a annak a mérési időnek, mintha a feladatot kizárólag MTS mérésekkel oldottuk volna meg, a földtani információ pedig lényegesen több, mint a ráfordítás arányából következik.

A fent leírt kísérleti—módszertani munkákat a Hernád-völgyében az OKGT, a Villányi-hegységben a MÉV anyagi és erkölcsi támogatásával végeztük. Ezért a megbízóknak ezen a helyen is köszönetet mondunk.



35. ábra. Tellurikus anizotrópia ellipszisek a Villányi-hegység környékén

1 — tellurikus állomás; 2 — mélyfúrás; 3 — magnetotellurikus állomás; 4 — szeizmikus vonal; 5 — tellurikus A^{-1} értékek izovonalai

Fig. 35. Telluric anisotropy ellipses around the Villány Mts

1 — telluric station; 2 — borehole; 3 — magnetotelluric station; 4 — seismic profile; 5 — isolines of the telluric A^{-1} values

Рис. 35. Эллипсы теллурической анизотропии в районе гор Виллань

1 — теллурическая станция; 2 — скважина; 3 — магнитотеллурическая станция; 4 — сейсмическая линия; 5 — изолинии теллурических значений A^{-1}



36. ábra. Tellurikus anizotrópia ellipszisek a Hernád-völgyben

1 — tellurikus állomás; 2 — magnetotellurikus állomás; 3 — tellurikus anizotrópia ellipszisek nagytengelyarányának (A_n) izovonalai. $A_n = a_{\text{bázis}}/a_{\text{mozgó}}$ (a = anizotrópia ellipszis nagytengelye)

Fig. 36. Telluric anisotropy ellipses in the Hernád valley

1 — telluric station; 2 — magnetotelluric station; 3 — major axis ratio (A_n) isolines for the telluric anisotropy ellipses. $A_n = a_{\text{base}}/a_{\text{moving}}$ (a is the major axis of the anisotropy ellipse)

Рис. 36. Эллипсы теллурической анизотропии в долине р. Хернад

1 — теллурическая станция; 2 — магнитотеллурическая станция; 3 — изолинии отношения больших осей (A_n) эллипсов теллурической анизотропии.
 $A_n = a_{\text{базис}}/a_{\text{передвижн.}}$ (a = большая ось эллипсов анизотропии)

37. ábra. $A_n = f(S_{MT})$ függvénykapcsolat a Hernád-völgyben

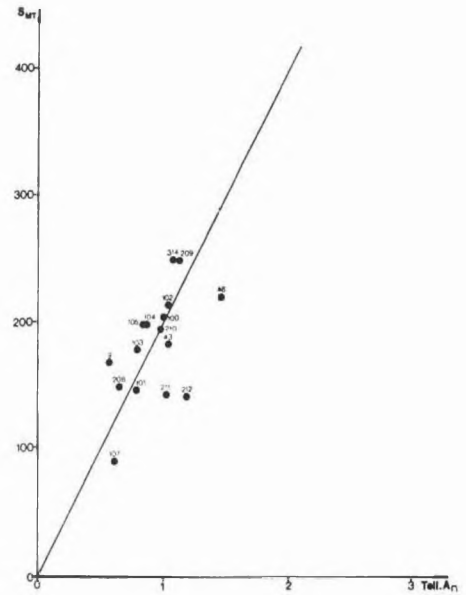
A_n = a tellurikus nagytengelyarány; S_{MT} = az E-polarizációs MTS görbékből meghatározható összegzett hosszirányú vezetőképesség

Fig. 37. The $A_n = f(S_{MT})$ dependence for the Hernád valley

A_n = telluric major axis ratio; S_{MT} = summarized longitudinal conductivity derived from E-polarization MTS curves

Рис. 37. Функциональная зависимость $A_n = f(S_{MT})$ для района долины реки Хернад

A_n — отношение больших осей эллипсов S_{MT} — суммарная продольная проводимость, определяемая по кривым МТЗ Е-поляризации



2.2.2 Példák az elektromágneses módszer alkalmazására*

Meredek dőlésű határfelület leképezése

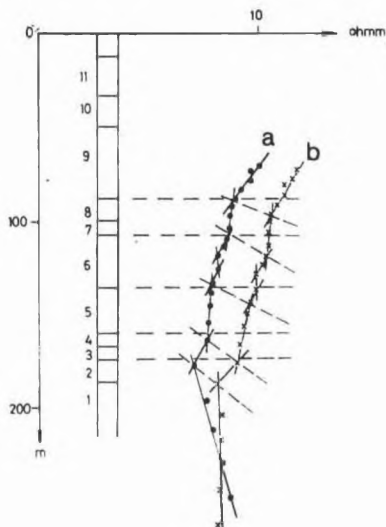
Meredek dőlésű határfelület pontos dőlésének meghatározása — bár igen fontos az ásványvagyon számításhoz és a telepítendő bánya tervezéséhez — felszíni geofizikai módszerekkel igen nehezen megoldható feladat. Kedvező esetben az elektromágneses frekvenciaszondázás nagy horizontális felbontóképessége és mélység-meghatározási pontossága ezt lehetővé teszi.

A MAXI—PROBE elektromágneses frekvenciaszondázások eredményei függenek a felszíni topográfiától. A mélység-meghatározás pontosságának növelésére a feldolgozó programrendszerbe topografikus korrekciót iktattunk be. Ennek gyakorlati hatékonyságát tesz méréssekkel vizsgáltuk. A mérést 300 m-es adó-vevő távolsággal egy fúrás fölött végeztük; az adó és vevő közötti magasságkülönbség 9 m (3,3%), és a vevő volt magasabb helyzetben.

A 38. ábrán látható a görbét topografikus korrekcióval számítottuk. Látható a jó korreláció a görbe töréspontjai és a fúrás rétegei között. Ha nem alkalmazunk topografikus korrekciót (b görbe), akkor a töréspontok és a fúrás rétegei közötti korreláció elromlik. A triász mészkő mélységének meghatározásánál elkövetett mélységhiba a korrekció nélküli esetben 9%, amely lényegesen meghaladja a MAXI—PROBE módszer mélységmeghatározási pontosságát. A terepi mérések során ezért az adó-vevő közötti magasságkülönbséget szintezéssel meg kell határozni.

* Farkas I., Gyurkó P., Kakas K., Kardeván P., Rezessy G.

1981-ben a HP—9845S és a Commodore számítógépen működő feldolgozási rendszerbe beépítettünk egy új topografikus korrekció programot. Míg eddig csak egyféle korrekciós eljárással dolgoztunk, most már különválasztottuk azt a két esetet, hogy az adó, illetve a vevő van-e magasabb helyzetben. Így tovább javult a módszer vertikális felbontóképessége és mélységmeghatározási pontossága. A számítógépes feldolgozó program 7%-os magasságkülönbséget tud korrigálni.



38. ábra. A topografikus korrekció hatása az MFS mérésekre

Fig. 38. Effect of topographic correction on the MFS measurements

Рис. 38. Влияние топографической поправки на результаты искусственного частотного зондирования

A 39. ábrán egy változatos topográfiajú területen mért elektromágneses szelvényt ötszörös horizontális nyújtással ábrázoltunk. A frekvencia-szondázásokat 12,5 méterenként végeztük. Az ábra jobb oldalán látható erősen dőlő triász alapegységet közel 400 m mélységben 4 frekvenciaszondázás jelzi, különböző mélységekben. Azonos vertikális és horizontális léptéket alkalmazva az alapegység dőlése 40° -nak adódna. A méréskor használt adó-vevő távolság 600 m volt.

Vető elvetési magasságának meghatározása horizontálisan változó ellenállású fedőösszlet esetén

A tarjáni területen a széntelepet tartalmazó eocén összletet DNy-ról határoló vető kutatását több geoelektromos módszerrel végeztük. A 4. ábrán látható vezetőképesség térképek jól mutatják a határvetővel párhuzamos (c térkép) és az arra merőleges (d térkép) vetők helyét. Kétréteges földtani modell esetén a vezetőképesség térkép mélységtérképpé transzformálható, s a vetők elvetési magassága meghatározható. A bemutatott modell esetében a levett szárnyon megjelenő (narancssárgával jelölt) eocén összlet miatt a triász medencealjzatot fedő rétegsor átlagellenállása a levett oldalon, megváltozik,

ezért a potenciáltérképezésből kapott vezetőképesség-értékek nem alkalmasak a helyes elvetési magasság meghatározására.

A szelvény mentén vertikális elektromos szondázásokat (VES) is végeztünk, amelyek a kis ellenállású oligocén rétegek alatt biztonságosan kijelölik a ρ_{∞} szintként jelentkező triász mészkő felszínét (4/a ábra.) Azon a szelvénytárcsán, ahol az eocén rétegek megjelennek, a vertikális elektromos szondázások már nem a triász mészkő, hanem az eocén egy közbülső szintjét jelzik ρ_{∞} szintként. Megfigyelhetjük azt is, hogy a vertikális elektromos szondázások sem az oligocén felső 100 méterét, sem az alatta levő közel 200 méter vastag üledéket nem tudják tovább tagolni.

A vető helyének és elvetési magasságának meghatározására tervezett elektromágneses frekvencia-szondázások (4/b ábra) a fedőösszlet részletesebb tagolását teszik lehetővé és az eocént határoló nagy vető elvetési magasságát is pontosan megadják, a triász aljzatot fedő rétegsor ellenállásának megváltozása ellenére. Látható, hogy az elektromágneses frekvencia-szondázások felbontóképése a mélység növekedésével lényegesen jobb, mint a vertikális elektromos szondázásoké, és horizontálisan változó fedőösszlet esetén is lehetővé teszi a triász mélységének pontos meghatározását. A levetett oldalon található fúrás fölött végzett vertikális elektromos szondázás 20%-os mélységhibával határozta meg a medencealjzat mélységét; az elektromágneses frekvencia-szondázás mélységhibája ezzel szemben csak 2%.

Fácies változások kimutatása

Az egymásra különböző dőléssel települő rétegek dőlésének meghatározása valamint a fácies változások kimutatása fontos információt ad a terület ösföldrajzi viszonyainak tisztázásához, amiből lényeges következtetések vonhatók le a nyersanyagtelepek keletkezésének körülményeiről.

A Csetény—szápári területen az elektromágneses frekvencia-szondázásokat a reflexiós szeizmikus mérésekkel együtt végeztük. Az elektromágneses frekvencia-szondázások a szeizmikus eredménnyel összhangban adják az eocén és kréta képződmények felszínét, s ezen kívül lehetőséget adnak az oligocén és eocén összletek fajlagos ellenállás szerinti bontására. A 2. ábrán látható szeizmikus reflexiós mélységszelvényre különböző színnel vittük fel a különböző ellenállású rétegeket. A sötét zöld, ill. sötét barna szín nagy ellenállású oligocén ill. eocén réteget, a világos zöld, ill. világos barna pedig kis ellenállású oligocén ill. eocén réteget jelent.

A szelvényen jól láthatók, hogy a medence pereme felé az oligocén rétegek dőlése megváltozik. A közvetlenül az eocénra települt nagy ellenállású oligocén összlet az Sz—43 fúrás közelében valószínűleg fácies változás következtében eltűnik. A szelvény bal oldalán és közepén az eocén többnyire nagy ellenállású, csak a legfelső 30—40 m-e kis ellenállású. A szelvény jobb oldalán viszont már a kis ellenállású eocén képződmények dominálnak.

Bauxittároló szerkezetek kutatása elektromágneses frekvenciaszondázással

Az úgynevezett mélyárkos—töbrös típusú bauxittelepek jellemzője, hogy mélységükhöz (és szerencsés esetben a bauxit vastagságához) képest vízszintes kiterjedésük kicsiny, ezért a „hagyományos” geoelektromos módszerekkel (PM, FFG, VES) ilyen bauxittestek felett csak jellegtelen kis anomáliákat mérhetünk. A helyzetet nehezíti, ha a fedő jólvezető inhomogén rétegekből áll (Iharkút: kréta márga; Bakonyoszlop: oligocén—alsó miocén agyagos összlet).

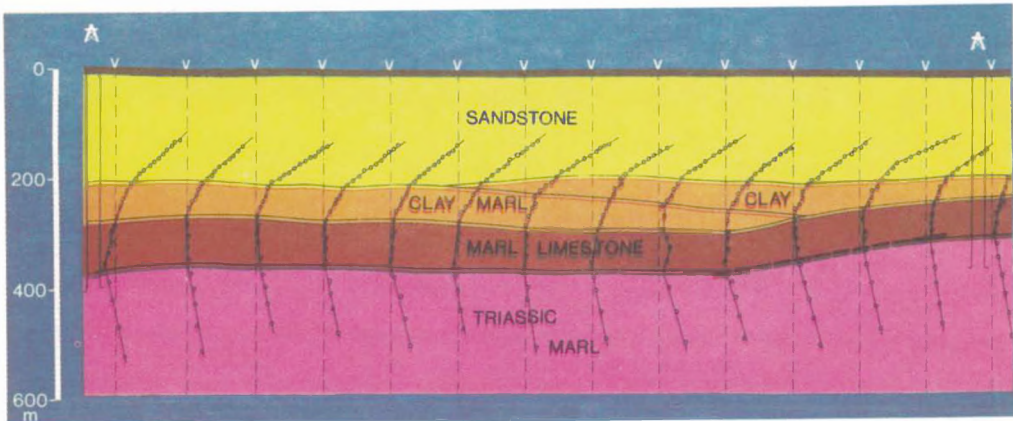
Az MFS szondázások jó felbontóképessége és az oldalirányú inhomogenitásokra való érzéketlensége lehetővé teszi a felszínközeli bauxittestek, illetve a bauxittároló szerkezetek detektálását ilyen körülmények között is. A 7. ábrán két ilyen bauxittároló szerkezeten halad át az MFS szelvény. A szelvény közepén levő bauxittest (Németbánya—XXV. lencse) határoló vetői is, és a dolomit fekü felszíne is megadható a frekvencia-szondázás görbéiből. Az Nb—319. sz. fúrás karotázs-szelvénye és a geokémiai vizsgálatok alátámasztották ezen rétegek, mint különböző minőségű és fajlagos ellenállású rétegek meglétét.

Az ennél is kisebb kiterjedésű bauxittároló szerkezetek, illetve bauxittestek pontos leképzése még MFS szondázásokkal is nehéz; a frekvencia-szondázási görbe torzul. Ez a torzulás azonban karakterisztikus, és például az egy adott mélységre szerkesztett látszólagos fajlagos ellenállás-szelvény még a kis méretű bauxittesteket („karsztkutakat”) is ellenállás-minimumként tudja jelezni. A szelvényen (7/c ábra) az 50 és 80 m mélységhez tartozó ellenállásgörbét adjuk meg; ennek alapján még a szelvény jobb oldalán levő, legfeljebb 20 m szélességű, bauxittal kitöltött árok is kimutatható.

Vékony bauxittelepek kutatása

A Gerecse hegység DK-i előterében az eocén összlet denudációs határán több kis kiterjedésű bauxitlencse található sekély mélységben. Ez a földtani modell azonban lényegesen eltér a bakonyi modellektől. A bauxitlencsék vastagsága csak kevés helyen haladja meg mélységük 10%-át, s nem kapcsolhatók tektonikai elemekhez, mivel a fiatal tektonikai mozgások gyakran eltüntették a bauxitlencsék keletkezését befolyásoló szerkezeti elemeket. A 40. ábrán látható elektromágneses frekvencia-szondázási szelvény egy ilyen kis kiterjedésű és kis vastagságú bauxitlencsét mutat.

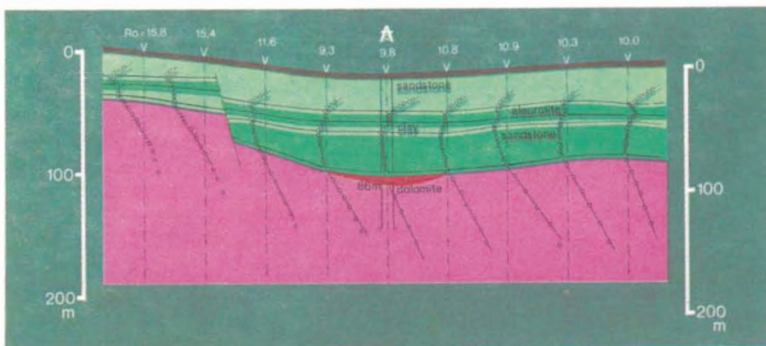
A MAXI—PROBE elektromágneses frekvencia-szondázások nagyon pontosan megadják a triász medencealjzat mélységét, s így kis bemélyedések is meghatározhatók, amelyek bauxittárolók lehetnek. Ilyen kis bemélyedések más, egyenáramú geoelektromos módszerrel nem mutathatók ki, mivel vertikális felbontóképességük és mélységmeghatározási pontosságuk ezt nem teszi lehetővé.



39. ábra. Meredek dőlésű határfelület leképezése MFS mérésekkel

Fig. 39. Mapping of a steeply dipping boundary by MFS measurements

Рис. 39. Определение круто падающих границ раздела методом МЧЗ.



40. ábra. Vékony bauxittelepek kutatása MFS mérésekkel

Fig. 40. Exploration for thin bauxite beds by the MFS method

Рис. 40. Изучение тонких бокситовых залежей методом МЧЗ

2.2.3 Fúróluk-elektrodás felszíni mérések*

A fúróluk-elektrodás egyenáramú felszíni mérések kifejlesztését a bauxit-kutatás céljára az ekkor szükségessé, hogy bauxitjaink egy része a karbonátos medencealjzat olyan töbreiben települ, amelyeket a bauxit felett nagy ellenállású eocén mészkő, majd kis ellenállású oligocén rétegsor takar (41/a ábra). Ilyen földtani telepítés esetén a medencealjzat domborzatának térképezése az 1980. Évi Jelentésben közölt, más esetekben kiterjedten alkalmazott potenciál-térképezés (PM) módszerével hatékonyan nem kutatható, az eocén mészkőnek a felszíni tápelektrodák terére gyakorolt árnyékoló hatása miatt.

Az eocén barnakőszenek kutatásánál ugyancsak találkozunk olyan földtani felépítéssel, amelynél a karbonátos medencealjzat térképezése előnyösebben végezhető a fúróluk-elektrodás módszerekkel, pl. ha a fedőösszletben a felszínen nagy ellenállású miocén mészkő foltok találhatók, amelyek a PM módszernél kedvezőtlen jel/zaj viszonyt idéznek elő.

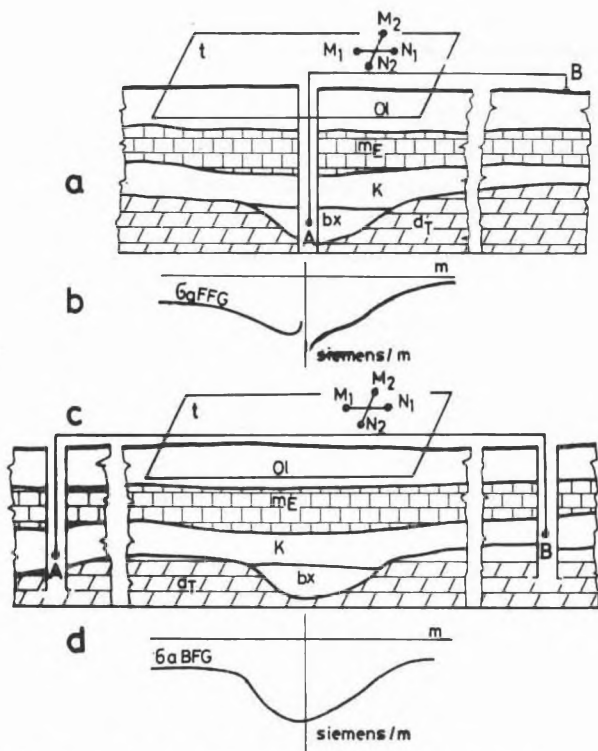
Az 1973. és 1974. Évi Jelentésben ismertettük a fúróluk-elektrodás felszíni gradiens-térképezés (FFG módszer) alapelveit, feldolgozási eljárását és első terepi kísérleti eredményeit. A 70-es évek második felében az FFG módszer, a bauxit, majd az eocén kőszén kutatásában elterjedt, rutin módszerré vált. Ugyanakkor kialakítottuk a fúróluk-elektrodás módszerek más változatait is. Most összefoglaljuk az elmúlt 10 év módszerfejlesztési és nyersanyagkutatási eredményeit.

A mérések metodikáját a 41. ábrán szemléltetjük. Ha a fúróluk-elektroda elhelyezésére csak egy fúrás áll rendelkezésre, akkor FFG mérést végzünk. Az egyik tápelektrodát (A) a fúrásba, az árnyékoló réteg alá, a másikat (B) a felszínen „végtelen” távolra helyezzük. A fúrás környékének területén (t) az MN elektródapárral a felszíni elektromos tér gradiensekét két — egymásra merőleges — összetevőjét mérjük (41/a ábra). Ha a kutatandó terület közelében két fúrás is rendelkezésre áll, akkor ún. belső gerjesztéses felszíni gradiens-térképezést (BFG) végzünk. Mindkét tápelektrodát a fúrásban az árnyékoló alá helyezve a felszíni elektromos térgradienseket — az előbbi módon — a fúrások közé eső területen (t) mérjük (41/c ábra).

A terepi technika lényegesebb elemeit a 42. ábrán mutatjuk be. Ha a fúrás nyitva marad és abban a fúróluk-elektroda mélységében fúróiszap vagy víz található, akkor a fúróluk-elektroda egyszerű fémrúd. „Száras”, vagy később cementálandó fúrásban fúróluk-elektrodaként a magminta-vevőhöz hasonló eszközt használunk, amelynek lényege, hogy abból az áramvezetés céljára a fúróluk falába fémtestek lőhetnek be (42/a ábra). Ezt az eszközt az OFKfV szakembereivel közösen fejlesztettük ki.

A mérőáramot robbanómotoros generátorból és az ELGI-ben kifejlesztett

* Simon A.



41. ábra. Fúróluk-elektrodás felszíni mérések módszertana

- Az FFG mérések rendszere
- Látászólagos fajlagos vezetőképesség görbe
- A BFG mérések rendszere
- Látászólagos fajlagos vezetőképesség görbe

Fig. 41. Methodology of the mise à la masse method

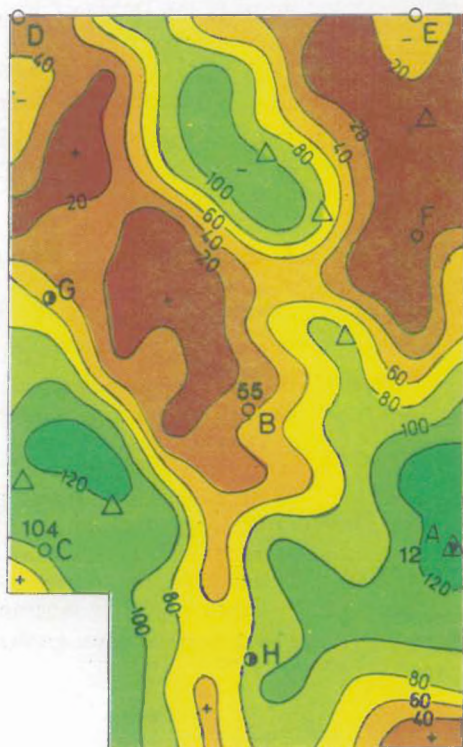
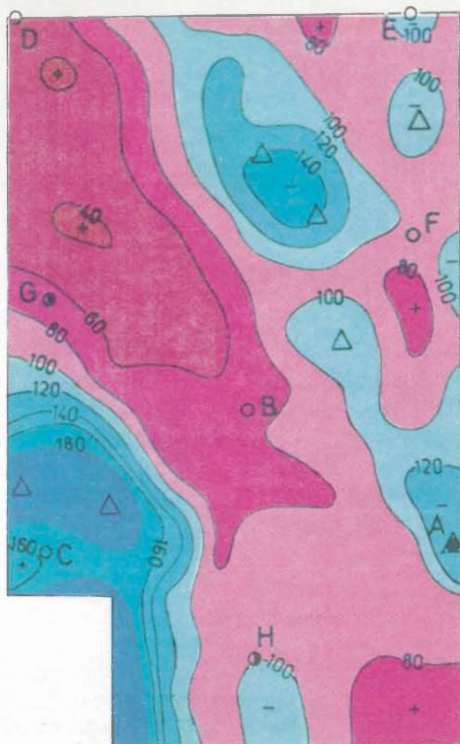
- system of the down-hole electrode—surface gradient measurements
- apparent specific conductivity curve
- system of the interiorly induced surface gradient measurements
- apparent specific conductivity curve

Рис. 41. Методика наземных измерений с скважинным электродом

- система измерений „FFG”
- кривая кажущейся удельной проводимости
- система измерений „BFG”
- кривая кажущейся удельной проводимости

áramkapcsoló, pólusváltó és mérőegységből álló tápegység szolgáltatója (42/b ábra). A ΔV értékeket hordozható, kisméretű kompenzátorokkal mérjük (42/c ábra).

A feldolgozás mindkét változatában kiszámoljuk a mért gradiensekből a térerősség abszolút értékét $|E_M|$, majd az elektrodarendszer és a geológiai modell adataiból az ún. normál térerősség abszolút értékét $|E_0|$. (A normál tér-



42. ábra. Fúróluk-elektrodás egyenáramú mérések terepi technikája, a fel-
dolgozás eredménye

- a) „Szárak”, vagy cementálandó fúrásban használt fúróluk-elek-
tróda
- b) Hordozható tápegység
- c) ΔV kompenzátor
- d) BFG látszólagos fajlagos vezetőképesség-anomália térkép (10^{-4}
S/m egységben)
- e) A nagyellenállású medencealjzat mélységtérképe

1 — izovonal; 2 — javasolt fúrás; 3 — produktív fúrás; 4 — meddő fúrás

Fig. 42. Field technology and processing results of the mise à la masse method

- a) electrodes used in „dry” holes or in holes to be cemented
- b) portable power supply
- c) ΔV compensator
- d) apparent specific conductivity anomaly map (in 10^{-4} S/m units)
obtained by the interiorly induced surface gradient technique
- e) depth contours of the high-resistivity basin floor

1 — isoline; 2 — proposed drilling; 3 — productive hole; 4 — barren hole

Рис. 42. Полевая техника наземных измерений на постоянном токе с сква-
жинным электродом, и результаты обработки

- a) скважинный электрод, применяемый в „сухих” или цементи-
руемых скважинах
- b) переносный источник питания
- c) компенсатор ΔV
- d) карта аномалий кажущейся удельной проводимости (в еди-
ницах 10^{-4} S/m)
- e) карта глубины залегания основания высокого сопротивления

1 — изолинии; 2 — предлагаемы для бурения скважины; 3 — продуктивные скважины;
4 — непродуктивные скважины

erősség a terepi modellt közelítő, ideális kétréteges modellre vonatkozó térerősség). Végül képezzük a normál és a mért térerősség abszolút értékeinek hányadosát:

$$\sigma_a = \frac{|E_0|}{|E_M|}.$$

Ezáltal az ún. látszólagos fajlagos vezetőképesség paramétert kapjuk meg, amely az eredeti, mért potenciálgradiens értékénél szemléletesebben tükrözi a nagyellenállású medencealjzat domborzatát, kivéve az FFG méréseknél a fúrás közvetlen környezetét, ahol a σ_a paraméter gyakran „ánomáliát” képez (41/b ábra). A BFG mérések esetén ez a torzulás nem lép fel (41/d ábra), ezért ha a lehetőség adott, inkább BFG méréseket végzünk.

A medencealjzat bemélyedése felett a σ_a paraméter maximális, medencealjzat kiemelkedés felett minimális számértéket vesz fel. Ezt a képet a fedőösszlet átlagos ellenállásának változásai is befolyásolják: annak növekedése a σ_a értékeket csökkenti, ill. fordítva, csökkenése a σ_a értékeket növeli. Mivel azonban egy-egy térkép területén a fedőösszlet ellenállása állandó, illetve „lassan változik”, ezért a σ_a térképen a medencealjzat domborzata által okozott — kisebb horizontális kiterjedésű — anomáliák általában jól felismerhetők, a térkép közvetlenül felhasználható a szerkezeti elemek körülhatárolására, fúrások telepítésére.

A normálértékek, majd a σ_a értékek számolása a terepi mérések helyszínén gépkocsiban, vagy a csoport központjában üzemeltetett HP—9815A mikroszámítógép bázisú feldolgozó centrumban történik (l. 1976. Évi Jelentés). A feldolgozás végterméke — ha mélységszámítást nem végzünk — az izovonalas σ_a térkép.

E módszerek a bauxitkutatás felderítő fázisában bizonyultak leginkább hatékonyak: a σ_a térképek segítségével kijelölhetők a medencealjzat (potenciálisan bauxittároló) bemélyedései, illetve kiemelt részei. A felderítő fúrások megfelelő orientálásával, a találási valószínűség nagymértékben növekszik. Példa erre a Bakonyoszlop (Ördögárok) területén végzett BFG mérés σ_a anomáliatérképe (42/d ábra). A javasolt fúrások közül az A fúrást lemélyítették; medencealjzat bemélyedést (126 m) és bauxitot tárt fel. A később mélyített B és C fúrás meddő. A C fúrás a σ_a térképnek megfelelően ugyancsak viszonylag nagy mélységben (104 m) érte el az aljzatot, de azon belül további bemélyedések között húzódó kisebb gerincre került. A B fúrásban a σ_a képpel összhangban az aljzat kis mélységben (55 m) van.

A mélységszámítás alapelvét az ELGI 1980. Évi Jelentésében ismertettük. Elkészült a megfelelő programrendszer, amelyet a telepi feldolgozó centrumban használnak fel. A program a terepi mérési adatokból (ΔV) — a fedőösszlet ellenállásának változását is figyelembe véve — meghatározza a nagyellenállású medencealjzat mélységértékeit, majd térképet szerkeszt. A 42/e ábrán

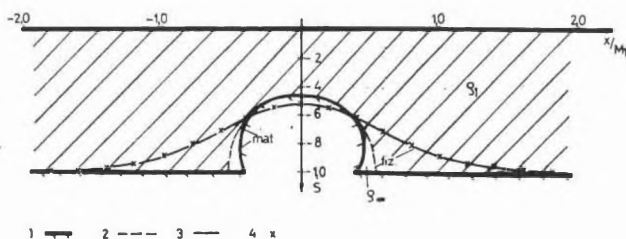
közöljük a $42/d$ paraméter-térképből számított mélységtérképet, amelyet a D, E, F, G, H előzetes fúrások medencealjzat-mélység adatainak felhasználásával szerkesztettünk. A mélységtérkép az A, B, C fúrások által ért aljzat mélységét átlagosan $\pm 10\%$ pontossággal adta meg. A mélységszámítás a medencealjzat szerkezetéről a σ_a -térképnél pontosabb képet ad. A finomabb részletek ismerete a részletező fúrások telepítésénél jelentős.

Az elmúlt csaknem tíz évben a fúróluk-elektrodás térképezések adatait a BKV és ELGI számos bauxitkutató fúrás telepítésénél figyelembe vette. Tíznél több — elsősorban bakonyoszlói — új bauxitlencse a σ_a térképek segítségével vált ismertté. Ezenkívül több esetben komplex geofizikai kutatás keretében további új bauxitlencsék felderítéséhez, illetve néhány — fúrással már feltárt — lencse körülhatárolásához és fúrások telepítéséhez alkalmaztuk e módszereket.

2.2.4 Egyenáramú matematikai és fizikai modellezés*

Az ELGI 1980. Évi Jelentése 2.2.3 pontjának hasonló című részében leírt célkitűzéseinknek megfelelően folytattuk vizsgálatainkat.

Első lépésként az 1980. Évi Jelentésben közölt kétdimenziós ellipszisszerű alakzatok felett számolt S eloszlást vetettük össze fizikai modellkádban végzett mérésekkel.



43. ábra. Matematikai és fizikai modellezés egybevetése ($M_1 = a$ vezető réteg vastagsága)

1 — matematikai modell; 2 — fizikai modell; 3 — mélységre transzformált számított potenciáloszlás (S); 4 — fizikai modellmérések

Fig. 43. Comparison of mathematical and physical modelling ($M_1 =$ thickness of the conducting layer)

1 — mathematical model; 2 — physical model; 3 — computed potential distribution transformed to depth (S); 4 — results of physical model measurements

Рис. 43. Сопоставление математического и физического моделирования ($M_1 =$ мощность проводящего слоя)

1 — математическая модель; 2 — физическая модель; 3 — расчетное распределение потенциала (S), преобразованное в глубину; 4 — физические модельные измерения

* Szigeti G.

A 43. ábrán a matematikai számításhoz felvett modell (folyamatos vastag vonal) és fizikai megvalósítása (szaggatott vonal) közötti eltérés jelentéktelen, minthogy az ellipszis által árnyékolt holt térbe esik. A fizikai modellmérés eredményeit x -szel jelöltük, a jelek között húzódó vékony folyamatos vonal a számítás eredménye. Mint látható, a két módszer teljesen megegyező eredményeket adott.

Az aljzat domborzatát kutató potenciál-térképek kiértékeléséhez, e mérések lehetőségeinek elemzéséhez görbesereg albumot adtunk ki. A 44/a és 44/b ábrán ezen album egy-egy lapja látható (kb. felére kicsinyítve), $b/M_1=1,50$ értékre, azaz az idomok szélessége a mélység másfélszerese. A kiemelkedések és bemélyedések egymás tükörképei. A két ábra egybevetése bizonyítja, hogy kiemelkedésre lényegesen jobb az egyenáramú módszer felbontóképessége. Az album $b/M_1=0,25; 0,50; \dots 3,00$ szélességekhez tartozó görbeseregeket tartalmaz és az előszó tárgyalja a felhasználás módját. Az ellipszisszerű hatóra talált megoldást sikerült általánosítani kettős ható esetére is. A számítási módszerben a két anomáliát okozó test kölcsönhatása matematikailag szabatosan van figyelembe véve. Ezt a ható alakjának némi torzítása árán értük el, ami nem okoz nehézséget az eredmények geofizikai értelmezésében, mivel a rajzokon szereplő szabálytalan hatók terét pontosan számoljuk.

A 45. ábrán feltüntetett, vízszintesen rétegzett, kétréteges modelltől a, b, α_1 és c, d, α_2 (α_1 és α_2 a radiánokban mért szög π -ed része) paraméterekkel jellemzett alakzatban eltérő tartományt leképező,

$$g(\infty)=\infty \quad g'(\infty)=1$$

feltételeknek eleget tevő g konform leképezés a következő formában írható fel:
Legyen

$$H_{(e, f)}^{\alpha} = z_4 \circ z_3 \circ z_2 \circ z_1: z_0 \rightarrow z_4$$

a következő elemi komplex függvények kompozíció (közvetett) függvénye:

$$z_1 = -\frac{z_0}{z_0 + e - f},$$

$$z_2 = e^{-i\alpha\pi} \cdot z_1,$$

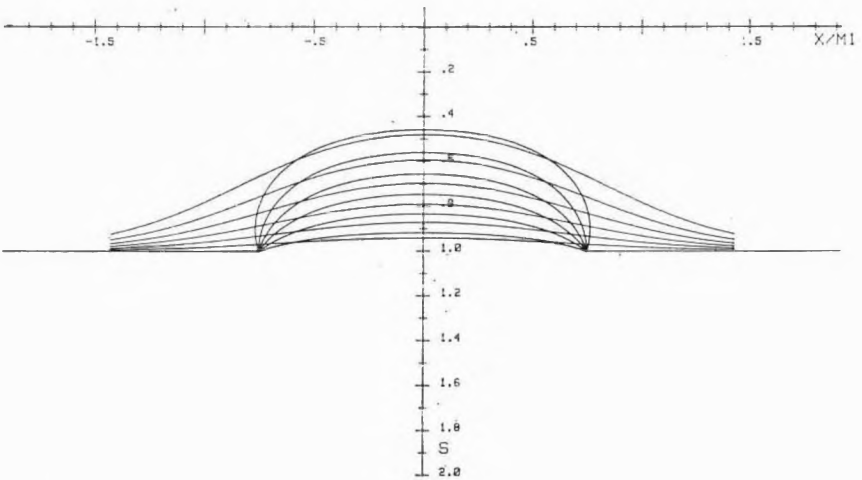
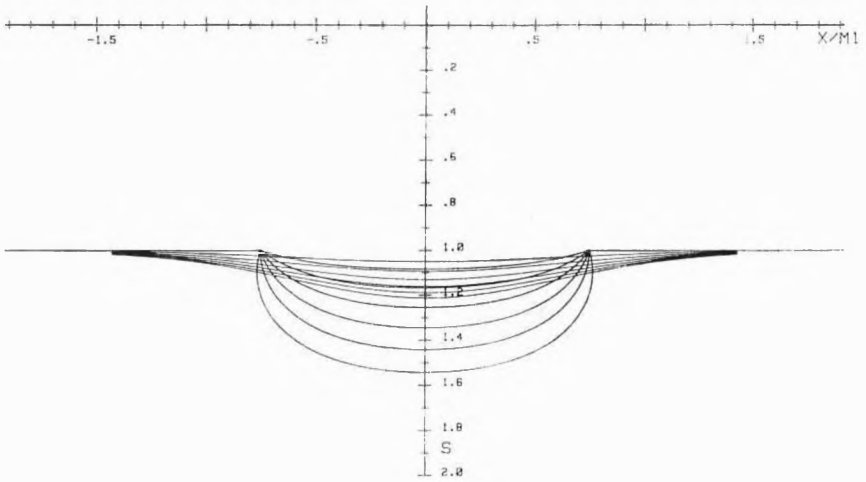
$$z_3 = z_2^{\frac{1}{1-\alpha}},$$

$$z_4 = \frac{f-e}{1-\alpha} \frac{z_3}{z_3+1}.$$

Ekkor a keresett leképezés a következő formában írható fel:

$$g = w_4 \circ w_3 \circ w_2 \circ w_1: w_0 \rightarrow w_4$$

$$b = 1.50$$



44. ábra. Bemélyedések és kiemelkedések leképezése

M_1 — a vezető réteg vastagsága, S — mélységre transzformált potenciál-eloszlás, b — az idom szélessége

Fig. 44. Mapping of depressions and elevations

M_1 — thickness of the conducting layer; S — potential distribution transformed to depth; b — width of the anomalous body

Рис. 44. Выделение прогибов и поднятий

M_1 — мощность проводящего слоя; S — распределение потенциалов, преобразованное в глубину; b — ширина тела

alakban áll elő, ahol

$$w_1 = e^{\pi w_0}$$

$$w_2 = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(w_1)$$

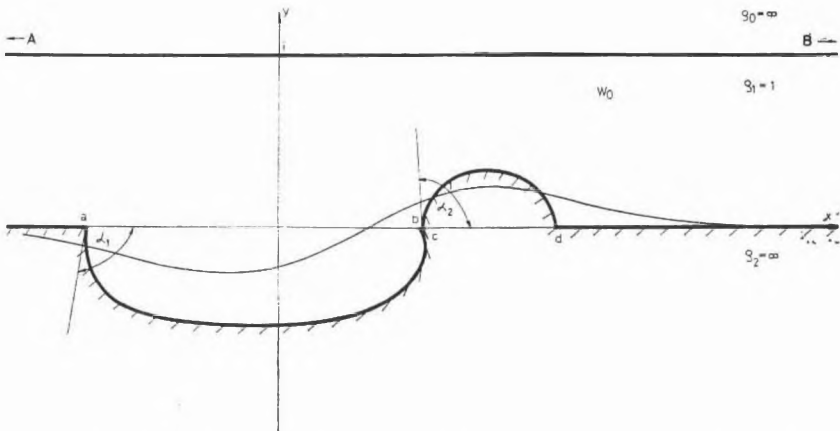
$$A = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(e^{c\pi})$$

$$B = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(e^{d\pi})$$

$$w_3 = H_{A, B}^{\alpha_2}(w_2)$$

$$w_4 = \frac{1}{\pi} \ln(w_3)$$

Tehát az ábrák szerinti kettős alakzatok feletti térerősség-eloszlás meghatározható nagyobb számú elemi komplex függvény kompozíciójának segítségével, amit asztali kalkulátoron minimális, modelltől függően néhány száz másodpercnyi gépidő felhasználásával elvégezhetünk. A 45. ábrán folyamatos vonallal ábrázoltuk a megfelelő módon mélységgé transzformált térerősség-eloszlást.



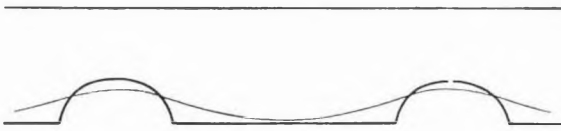
45. ábra. A kettős hatójú sávot sávba átvivő $g: w_0 \rightarrow w_4$ konform leképezés $a, b, \alpha_1, c, d, \alpha_2$ paramétereinek jelentése a w_0 komplex síkon

Fig. 45. Explanation of the parameters $a, b, \alpha_1, c, d, \alpha_2$ of the conform mapping $g: w_0 \rightarrow w_4$ (see text)

Рис. 45. Значение параметров $a, b, \alpha_1, c, d, \alpha_2$ конформного отображения $g: w_0 \rightarrow w_4$ на комплексной плоскости w_0 при наличии двойного возмущающего тела

A 46. ábrásorozaton azt követhetjük nyomon, hogy hogyan mosódik össze a PM szelvényen az egymáshoz közeledő hatók anomáliaképe.

A 47. ábrán két modellt rajzoltunk egymásra. Az egyik egy bemélyedésből, a másik modell két bemélyedésből áll, azaz az előző árkot egy nagy ellenállású gerinc osztja ketté. A leképezések bizonyítják, hogy nemcsak összemosódik a két hatás, de lényegesen kisebb anomáliával jelentkezik a kettős bemélyedés, nagymértékben megnehezítve a kutatási feladatot.



46. ábra. Egymáshoz közeledő hatók anomáliaképeknek összemósódása

Fig. 46. Merging together of the anomaly pictures due to nearby bodies

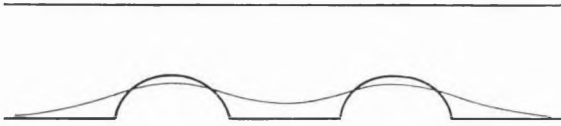
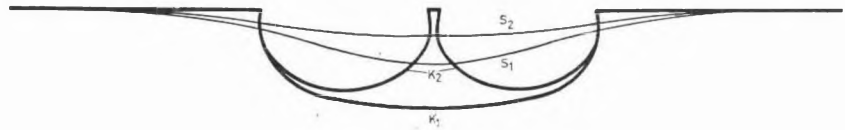
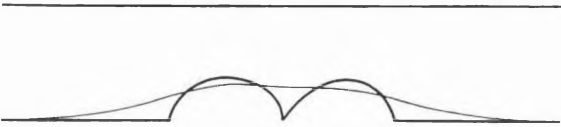


Рис. 46. Сливание аномалий, вызываемых приближающимися друг к другу возмущающими телами



47. ábra. Nagy ellenállású gerinccel kettéosztott -és egyszerű bemélyedés leképezésének összehasonlítása (K_1 modellhez S_1 mélységeloszlás, K_2 -höz S_2 tartozik)

Fig. 47. Comparison of the mapping corresponding to a trench divided by a high-resistivity crest with the mapping of a simple trench (the potential distributions S_1 and S_2 correspond to models K_1 and K_2 , respectively)

Рис. 47. Сопоставление аномального эффекта прогиба, разделенного выступом высокого сопротивления с аномальным эффектом простого прогиба.
К модели K_1 относится распределение потенциалов S_1 , а к модели K_2 — S_2

2.2.5 Új típusú, számjegyes kijelzésű, automatikus ellenállás- és gerjesztett polarizáció mérőműszerek*

A DIAPIR műszerfamilád két újonnan kifejlesztett típusa — a D—10/R és a DIAPIR—DP — a terepi mérési adatok előzetes feldolgozására olyan beépített programokkal van ellátva, amelyek a harmonikus, a lineáris és az impulzus jellegű zajok vonatkozásában a jel/zaj viszony másfél-két nagyságrendnyi javítását teszik lehetővé. A mérőműszerek teljesen automatikusan mérik a primer és szekunder jelek integrálközepértékét, kiszámolják azok súlyozott átlagát, és négy számjegyes displayn kijelzik a látszólagos fajlagos ellenállás (ϱ_{T_k}) vagy a látszólagos gerjeszthetőség ($P_{t_{in}}$) értékeit:

$$\varrho_{T_k} = K \frac{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{T_N} \cdot dT)}{\sum_1^N a_{iN} \int (I_{T_N} \cdot dT)} [\Omega m]; \quad P_{t_{in}} = \frac{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{t_{in}} \cdot dT)}{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{T_N} \cdot dT)} \cdot 100 (\%)$$

ahol:

$1 > a_{iN} > -1$ — a súlyozási koeficiens,
 N — a mérőimpulzusok száma.

Ezek között a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{\sum |a_{iN}|}{(N-2)} = 1$$

Mivel mind a mérőműszer, mind a tápegység rendkívül kicsi és könnyű, és az automatikus kijelzés következtében a műszer kezelése nem kíván semmiféle speciális szakképzettséget, különösen előnyösen lehet felhasználni olyan — nem nyersanyagkutatással összefüggő — feladatok megoldására is, amelyek az út-, vasút-, víz-, magas- és mélyépítési, régészeti vagy üregekutatási, árvíz-, vagy környezetvédelmi munkálatokkal kapcsolatban merülnek fel.

Az ellenállás mérésére szolgáló mérőműszer típusa: D—10/R. A mérőműszer a 10 W teljesítményű, tölthető NiCd cellás tápegységgel együtt egy dobozban van elhelyezve. Nagy behatolási mélységet igénylő méréseknél a tápáram teljesítménye 200 W-ra növelhető egy akkumulátoros tápegység hozzákapcsolásával. A mérőműszeren a szondázási koeficiens (K) és a mérési periódusidő (T_k) kódtárcsával állítható be. A méréseket általában rövid gerjesztési idővel végzik ($T_k = 1,6$ s), melyet csak abban az esetben indokolt növelni, ha a tápelektrodák nagy távolsága miatt az indukciós komponensek amplitúdója, vagy időállandója megnövekszik, vagy az alacsony fajlagos ellenállás miatt a skin effektus megjelenésével kell számolni ($AB > 1600$ — 2000 m).

* Erkel A., Simon P.

Ajánlott elektróda távolságok:

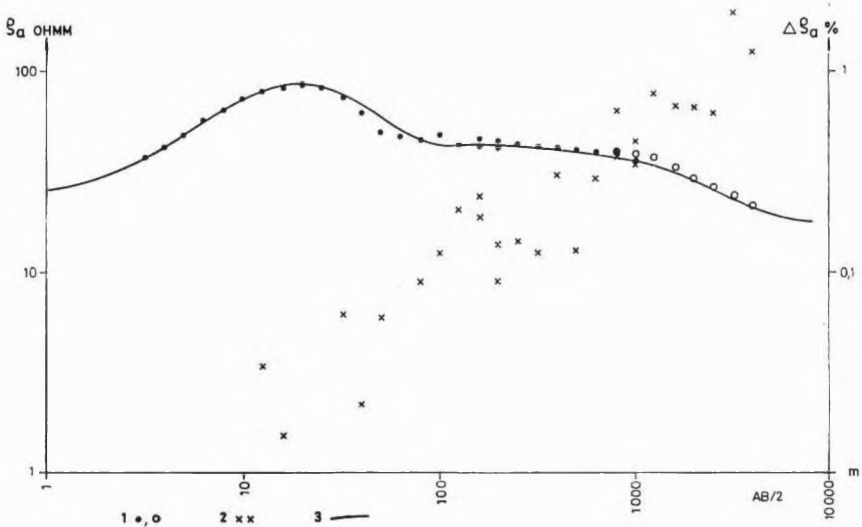
kis zajú területeken: $P=200$ W $AB/MN=2500-8000/100$ m

városok közelében: $P=10$ W $AB/MN=640-1000/20$ m

városok belterületén: $P=10$ W $AB/MN=50-100/2$ m

A 48. ábrán egy nagy behatolási mélységű VES görbét mutatunk be, amelyet $AB=2000$ m-ig 10 W, $AB=2000-8000$ m között 200 W tápáram teljesítménnyel mértünk le. Annak ellenére, hogy a legkisebb mért jel amplitúdója nem volt nagyobb $40-50 \mu\text{V}$ -nál, a fajlagos ellenállás értékek legnagyobb szórása nem haladta meg a két százalékot ($\Delta\rho \leq \pm 2\%$, $I_{\text{max}}=1000$ mA).

A 49. ábrán Budapest központjában mért szondázási görbe látható. Az ellenállás-adatok szórása csak a legnagyobb AB -nél érte el az 5% -ot ($I_{\text{max}}=50$ mA).



48. ábra. Nagy behatolási mélységű vertikális elektromos szondázás kis zajú területen ($AB/MN=8000/100$ m)

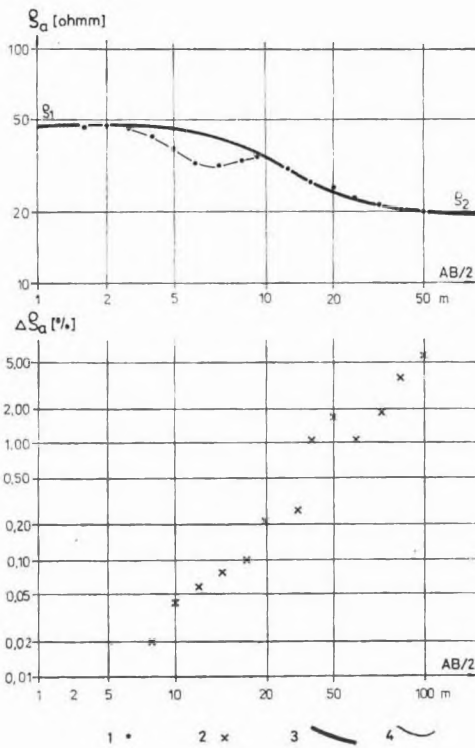
1 — $I=0,1$ A és $I=1$ A áramerősséggel meghatározott látszólagos fajlagos ellenállás értékek; 2 — az ellenállás adatok szórása százalékban; 3 — elméleti szondázási görbe

Fig. 48. Deep-penetration VES survey over a low-noise region ($AB/MN=8000/100$ m)

1 — apparent specific resistivity values determined for $I=0.1$ A and $I=1$ A current intensities; 2 — percentage scatter of the resistivity data; 3 — theoretical sounding curve

Рис. 48. Вертикальное электрическое зондирование большой глубинности в районе с низким уровнем шумов ($AB/MN=8000/100$ м)

1 — величины кажущегося удельного сопротивления, определенные при интенсивностях тока $I=0,1$ а и $I=1$ а; 2 — среднеквадратичное отклонение величин сопротивления в процентах; 3 — теоретическая кривая зондирования



49. ábra. Vertikális szondázás
Budapest belterületén
($AB/MN=100/2$ m)

1 — látszólagos fajlagos ellenállás;
2 — ρ_a értékek szórása, 3 — elméleti VES görbe; 4 — eltemetett csővezeték hatása

Fig. 49. VES measurement in
downtown Budapest
($AB/MN=100/2$ m)

1 — measured apparent specific resistivity (ρ_a) values; 2 — scatter of ρ_a ; 3 — theoretical VES curve; 4 — effect of a buried pipeline

Рис. 49. Вертикальное электрическое зондирование в центре Будапешта ($AB/MN=100/2$ м)

1 — измеренные величины кажущегося удельного сопротивления; 2 — разброс значений ρ_a ; 3 — теоретическая кривая ВЭС; 4 — эффект от погребенного трубопровода

A gerjesztett polarizáció mérésére a DIAPIR—DP típusú műszert fejlesztettük ki, amelyben a jel/zaj viszony javítására kidolgozott eljárásokat a szekunder feszültségekre is alkalmazzuk. A gerjesztési (T_k), a mintavételezési (t_{in}) és az integrálási idő kiválasztására egy-egy kódtárca szolgál:

$$T_k = (T_0 + dT) \cdot 2^k; \quad t_{in} = (2n - 1) \cdot dt_i, \quad dt_i = dt_0 \cdot 2^i \quad \text{idők}$$

$$k = 0 - 7 \quad n = 1 - 10 \quad i = 1 - 10 \quad \text{kapcsolóállások}$$

ahol:

$T_0 = 0,6$ s, a késleltetési idő az áram bekapcsolása után,

$dT = 1,0$ s, a primer jel integrálási ideje,

$n = a$ szekunder jelből vett minta sorszáma,

$dt_0 = 0,05$ s, az integrálási időalap.

Az n és i kombinálásával egyetlen gerjesztési időhöz tartozó lecsengési görbén a látszólagos polarizálhatóság ($P_{t_{in}}$) legkevesebb 15 időpontban mérhető meg, a II. táblázat szerint.

Az áttekintő vagy regionális szelvényezésnél — amelynél a GP anomáliák horizontális lehatárolása az elsődleges feladat — a terület jel/zaj viszonyának

1	2	3		
Mintavételi idő	Integrálási idő	Kódtárcsák állása		
t_n [s]	dt_i [s]	k	n	i
0,1	0,1	1	1	1
0,2	0,2	1	1	2
0,3	0,1	1	2	1
0,4	0,4	1	1	3
0,5	0,1	1	3	1
0,6	0,2	1	2	2
0,7	0,1	1	4	1
0,8	0,8	1	1	4
0,9	0,1	1	5	1
1,0	0,2	1	3	2
1,1	0,1	1	6	1
1,2	0,4	1	2	3
1,3	0,1	1	7	1
1,4	0,2	1	4	2
1,5	0,1	1	8	1

II. táblázat. A DIAPIR—DP mérőműszer mintavételi idősora $T_k=1,6$ s gerjesztési idő mellett

Table II. Sampling time series of DIAPIR—DP instrument for charging time $T_k=1.6$ s

Таблица II. Серия времен рзвертки на аппаратуре DIAPIR-DP при времени возбуждения $T_k=1.6$ с

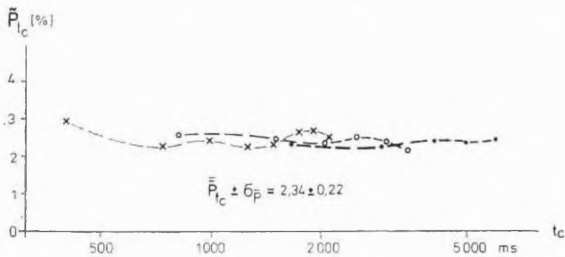
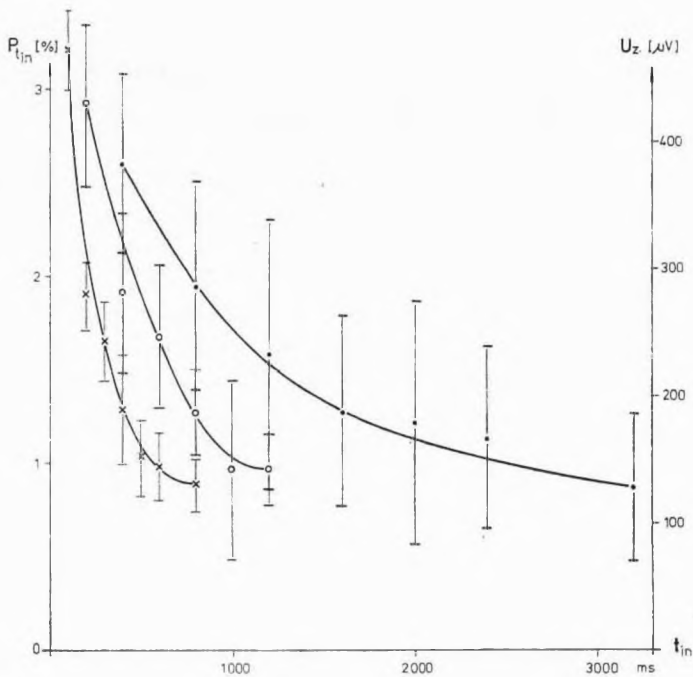
1 — времена рзвертки 2 — время интегрирования, 3 — показания довой шайбы

megfelelő legrövidebb gerjesztési és mintavételezési időekkel mérünk. A GP anomáliák maximumán, a gerjesztési és a mintavételezési idők kombinálásával meg lehet határozni a látszólagos dinamikus polarizálhatóság (\tilde{P}_{t_c}) diagramjait (a V. A. Komarov által kidolgozott módszer alapján definiált DINPOL diagram), amelyekből a szulfidércesedés textúrájára lehet következtetni. Ez nem más, mint a látszólagos dinamikus polarizálhatóság változása a vonatkozási időpont (t_c) logaritmusának függvényében:

$$\tilde{P}_{t_c} = \frac{P_{t_{in}}}{P_{\Sigma}} [\%], \quad t_c = t_{in} \sqrt{\frac{T_k + t_{in}}{t_{in}}} \text{ [ms]},$$

ahol:

P_{Σ} — a gerjesztési és mintavételezési idő, valamint a mérési impulzusok számától függő, előre kiszámítható állandók összege.



50. ábra. GP mérések hintett szulfidérces zónán

1 — lecsengési görbék; 2 — a zaj átlagos amplitúdója; 3 — a gerjesztési idő (T_k) hossza; 4 — DINPOL diagram

Fig. 50. IP measurements over a disseminated sulphidic ore zone

1 — decay curves; 2 — average noise amplitude; 3 — length of the charging time T_k ; 4 — DINPOL diagram

Рис. 50. Работы по методу ВП в зоне вкрапленного сульфидного оруднения

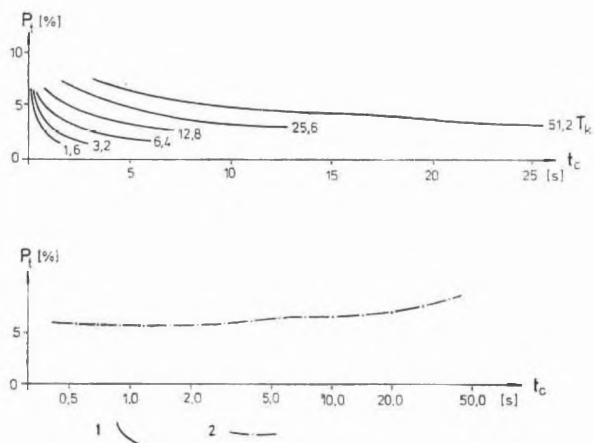
1 — кривые затухания; 2 — средняя амплитуда шумов; 3 — диаграмма DINPOL; 4 — время возбуждения (T_k)

A T_k , t_{in} értékeit úgy választjuk meg, hogy a vonatkozási időpontok logaritmikus léptékben, elegendő átfedéseket is figyelembevéve kvázi egyenköző eloszlást adjanak.

Az 50. ábrán egy alacsony érc tartalmú, hintett szulfidérces zóna felett mért

lecsengési görbéket és az azokból meghatározott DINPOL diagramokat láthatjuk. A mérési pontokon a függőleges vonalak a zaj nagyságát jelentik a mérés időpontjában. Annak ellenére, hogy a jel/zaj viszony a legkedvezőtlenebb esetben 2—3 alá csökken, a különböző gerjesztési időkből meghatározott látszólagos dinamikus polarizálhatóság értékek jó átfedést mutatnak; valamennyi mért értéket figyelembevéve szórásuk 10% alatt marad.

Az 51. ábrán hat különböző gerjesztési idővel felvett lecsengési görbéből összesen 32 időpontban határoztuk meg a DINPOL diagramot. A \bar{P}_{t_c} amplitúdója nagy (6—8%), az értékeknek a vonatkozási idő függvényében növekvő tendenciájuk van, ami vékony teléres szulfid-ércesedésre jellemző ($AB/MN = 150/20$ m, $I_{max} = 100$ mA).



51. ábra. GP mérések vékony teléres szulfidércesedés felett

1 — változó gerjesztési idővel felvett lecsengési görbék; 2 — DINPOL diagram

Fig. 51. IP measurements over a thin vein-like sulphidic ore body

1 — decay curves recorded with different charging times; 2 — DINPOL diagram

Рис. 51. Работы по методу ВП над прожилковым оруденением

1 — кривые затухания, записанные при различных временах возбуждения; 3 — диаграмма DINPOL

A bemutatott terepi mérési példák alapján az új típusú műszerek legfontosabb előnyei az alábbiakban foglalhatók össze:

- azonos behatolási mélység esetén kisebb mérőáram alkalmazható, így lényegesen kisebb, könnyebb és olcsóbb tápegységeket lehet használni. A beépített NiCd cellás tápegységek alkalmazása szükségtelenné teszi a benzinmotoros generátorokat, ami jelentős üzemanyag-, súly és költségmegtakarítást eredményez.

- a kisebb mérőáram lehetővé teszi vékonyabb, könnyebb kábel, kevesebb áramelektroda használatát, továbbá a rövidebb gerjesztési idő alkalmazása a fajlagos mérési idő csökkenését eredményezi.
- a GP anomáliákon ugyanazon elektróda állás mellett lehet az előzetes minősítésre szolgáló DINPOL diagramokat meghatározni.

2.2.6 Mikroprocesszorral vezérelt geoelektromos terepi mérő- és előfeldolgozó rendszer

Az analóg műszerekkel végzett hagyományos geoelektromos mérések adatainak első elbírálója maga az észlelő volt, aki a regisztrátumok előhívása vagy a VES görbék felrakása után ránézéssel döntött arról, hogy a mérési eredmény megfelelő-e vagy sem. Digitális regisztrálás esetén az észlelő ellenőrizheti ugyan egy-egy csatornán bejövő jelek rövid szakaszát, azonban sok csatornát egyidejűleg nem képes értékelni, ezért azután vagy túl sok információt gyűjt, amit a feldolgozás során már nem szükséges felhasználni, vagy túl kevés az információ, ezért a méréseket ismételni kell.

Geoelektromos módszereknél a kutatási mélység növelését nagy mértékben korlátozza az a tény, hogy a hasznos jelek amplitúdója a behatolási mélység növelésével négyzetes, az időtartomány szélesítésével pedig közel exponenciális arányban csökken és sem a tápáramforrások teljesítményével, sem analóg szűrőkkel való összegzéssel nem lehet e csökkenést kompenzálni.

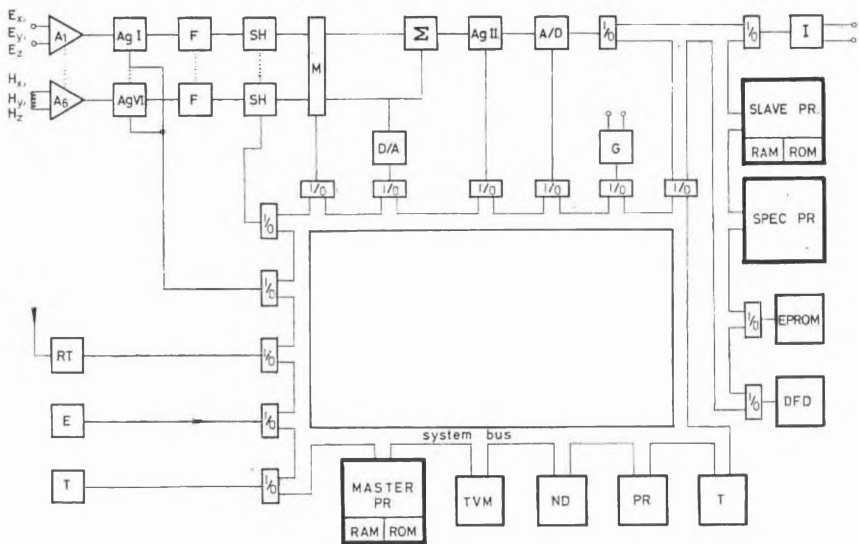
További problémát jelent az, hogy a kutatásokat előre kijelölt szelvények mentén, meghatározott terítésirányokkal és terítési távolságokkal tervezik meg, rendszerint a mérések időtartományát is előzetes becsléssel határozzák meg. A legalaposabb tervezéssel sem kerülhető el, hogy ne legyen számos olyan mérési pont, amelyik a kutatatandó objektumot elkerülte, vagy az adott terítési távolsággal nem érte el. Hasonlóképpen gyakran előfordul, hogy az előre megadott terítési irányban a mérési adatok torzultak, a regisztrátum időtartománya túl hosszú vagy túl rövid, stb.

A felsorolt problémák megoldására az ELGI mikroprocesszoros műszerfejlesztést kezdeményezett. A berendezéssel biztosítani kívánjuk:

- a méréshez szükséges automatikák beállítását, az analóg jelek digitalizálását, a digitalizált adatok mozgatását és átmeneti tárolását;
- az adatok tömörítését, szórásuk kiszámítását és az előfeldolgozást.

A berendezés egyes egységeinek működését egy vázlatos rendszerterven keresztül lehet követni (52. ábra).

* Erkel A., Széles G.



52. ábra. Mikroprocesszorral vezérelt, elektromos terepi mérő- és előfeldolgozó rendszer elve

Analog bemenetek és csatornák: $E_x \dots$, elektródák, elektromos komponensek méréséhez, $H_x \dots$, indukciós szondák, mágneses komponensek méréséhez; $A_1 \dots A_6$ — impedancia illesztő erősítők; $Ag I \dots Ag VI$ — mikroprocesszorral vezérelt automatikus erősítők; F — szűrő blokk; SH — mikroprocesszorral vezérelt mintavevő tároló

Digitális bemenetek: RT — rádió-telemetrikus vevő-rendszer; E — digitális elektronikus külső tár; T — a mikroprocesszor tasztatúrája

A formátumképző egység részei: M — kétpólusú, földfüggetlen multiplex; Σ — összegző erősítő; D/A — digitál/analog konverter; A/D — analóg/digitál konverter; I/O — bemeneti-kimeneti csatlók

Adatvezérlő, rögzítő és kijelző rendszer: $MASTER PR$ — adatvezérlő mikroprocesszor; TVM — képernyős monitor; ND — kétsoros numerikus display; PR — nyomtató; T — timer, időalapképző; G — generátor kapcsolóművét vezérlő egység; I — gerjesztő áramot regisztráló csatorna

Előfeldolgozó és kiértékelő rendszer: $SLAVE PR$ — segédprocesszor; $SPEC PR$ — aritmetikai specialprocesszor; $EPROM$ — elektronikus tár; DFD — dupla floppy disk

Fig. 52. Principal scheme of the microprocessor controlled measuring and preprocessing field system

Analog inputs and channels: $E_x \dots$, electrodes for the measurement of the electric components; $H_x \dots$, induction probes for the measurement of the magnetic components; $A_1 \dots A_6$ — impedance matching amplifiers; $Ag I \dots Ag VI$ — microprocessor controlled automatic amplifiers; F — filter block; SH — microprocessor controlled ample- and -hold unit

Digital inputs: RT — radio-telemetric receiver system; E — digital electronic background memory; T — microprocessor keyboard

Formatter unit: M — two-pole, earth-independent multiplexer; Σ — summing amplifier; D/A — digital/analog converter; A/D — analog/digital converter; I/O — input/output interfaces

Data controlling, storing and indicator system: $MASTER PR$ — microprocessor for the data control; TVM — TV screen monitor; ND — numerical display containing two rows; PR — printer; T — timer, supplying the time base; G — unit controlling the generator; I — channel recording the charging current

Preprocessing and interpretation system: $SLAVE PR$ — auxiliary processor; $SPEC PR$ — special arithmetical processor; $EPROM$ — electronic memory; DFD — double floppy disk

Рис. 52. Схема электроразвечной полевой аппаратуры для записи и предварительной обработки данных, управляемая микропроцессором

Аналоговые входы и каналы: $E_x \dots$ — электроды для измерения электрических составляющих; $H_x \dots$ — индукционные зонды для измерения магнитных составляющих; $A_1 \dots A_6$ — усилители согласования импеданса; $Ag I \dots x Ag VI$ — автоматические усилители, управляемые микропроцессором; F — фильтрующий блок; SH — накопитель выборок, управляемый микропроцессором

Цифровые входы: RT — радиотелеметрическая приемная система; E — цифровое внешнее электронное запоминающее устройство; T — тастатура микропроцессора

Блоки образователя форматов: M — двухполосный коммутатор каналов; Σ — суммирующий усилитель; D/A — преобразователь код/аналог; A/D — преобразователь аналог/код; I/O — входные-выходные соединители

Система управления, записи и представления данных: MASTER PR — микропроцессор управляющий данными; TVM — монитор с экраном; ND — двухстрочный цифровой дисплей; PR — печатающее устройство; T — замедляющее звено, развертка по времени; G — устройство, управляющее включением генератора; I — канал, записывающий ток возбуждения

Система предварительной обработки и интерпретации данных: SLAVE PR — вспомогательный процессор; SPEC PR — специальный арифметический процессор; EPROM — электронное запоминающее устройство; DFD — двойной диск

A mintavételezést, az adatok digitalizálását és tárolását a master processzor valósítja meg. Fontosabb funkciói:

- szerviz, hitelesítő és ellenőrző programok a teljes mérő- és feldolgozó rendszer előírászerű működésének biztosítására;
- a tápáramgenerátor, valamint a mérendő jelek idősorának programozott vezérlése, akár egyenközű, akár logaritmikus idősróról van szó;
- az érzékelőkön megjelenő jelekhez tetszőleges nagyságú és előjelű jeleket hozzáad vagy levon, így a másodlagos induktív vagy gerjesztett polarizációs komponenseket nagy felbontóképességgel lehet meghatározni;
- a pontszerű mérési adatokon időtartománybeli szűrést végez, ami az 50 Hz-hez közeli ipari zajokat csökkenti;
- a lineáris zajokat, amelyek a mérőrendszer (erősítők, érzékelők) nullpont-vándorlásából adódnak, digitális szűréssel minimalizálja;
- az impulzus jellegű zajokat időben változó szűréssel csökkenti;
- a jel/zaj viszonyt meghatározza egyetlen primer vagy szekunder jeltől;
- a periodikusan ismétlődő mesterséges áramterű módszereknél a sok impulzus súlyozott átlagából, olyan redukált mennyiségű javított adatsort állít elő, amely már nem igényel nagy kapacitású költséges adatrögzítőket;
- elvégzi az olyan egyszerű paraméterek kiszámítását, és kijelzését mint a látszólagos fajlagos ellenállás, gerjeszthetőség, természetes potenciál, tellurikus totális ellipszis komponensek értékei, stb);
- akár az elsődleges, akár a javított adatsorok vizuális ellenőrzésére egy TV monitor szolgál, amelynek képernyőjére a RAM-okban tárolt adatok pontszerű ábrázolásban kivetíthetők.

A javított mérési adatok előfeldolgozását a berendezés slave processzora valósítja meg. Fontosabb funkciói:

- frekvencia szondázásoknál az alap és felharmonikusok impedancia- és fázis-értékeinek kiszámítása;
- magnetotellurikus méréseknél a pulzációk mennyiségi és minőségi ellenőrzésével a regisztrálási idő optimalizálása;
- az adatok tárolása további gépi feldolgozásra alkalmas formában, EPROM-ban;
- a tellurikus méréseknél az állomás-ellipszis izoarea értékeinek kiszámítása;
- a GP dinamikus paraméterek meghatározása;
- direkt és inverz feladatok megoldása VES, MTS, MFS, GPS görbékre stb.

Az adatvezérlő- és segédprocesszorból a formátumképzőből és RAM, ROM memóriákból álló egység gyakorlatilag valamennyi geoelektromos módszer esetében azonos hardware elemekből, azonos módon épül fel. Az egyes geoelektromos módszerek igényeinek megfelelően változtatni kell a vezérlő, előfeldolgozó és kiértékelési software-t valamint a mért és számított adatok tárolását, amire három különböző lehetőséget biztosítottunk:

- igen kevés adatszám esetén a mérési adatokat a soros numerikus display-ről jegyzőkönyvbe átírhatjuk;
- napi néhány száz adat rögzítésére az elektronikus félvezető tárat (E) lehet ajánlani, pl. tranziens módszerek vagy frekvenciaszondázás esetében;
- nagy tömegű adatregisztrálás esetén, mint pl. MTS szondázásoknál, pedig egy floppy diszk biztosít elegendő tárolási kapacitást.

A feldolgozás vagy a kiértékelés és értelmezés mértékét csupán a programok és a futási idő hosszúsága korlátozzák, valamennyi módszernél a leglényegesebb szempont az, hogy a terepi műszerben a mért adatok feldolgozását minimum olyan mélységig kell elvégezni, hogy egyértelműen rendelkezésre álljanak a kutatómunka irányításához szükséges legfontosabb paraméterek.

A mikroprocesszoros mérő és előfeldolgozó rendszer előnyeit egyetlen példán keresztül mutatjuk be. Gerjesztett polarizáció méréseknél a szekunder jel alakjának vizsgálata többlet információt ad a látszólagos GP anomáliák érces hatóinak texturális minősítéséhez. A végső cél a lecsengő görbe exponenciális komponensekre való felbontása és az ún. dinamikus paraméterek ($w_i - \tau_i$) nagyságának és változási tendenciáinak meghatározása. Analóg berendezésekkel 16 perc hosszúságú regisztrátumokból, 5–10-szeres összegzésből összesen 80–100 mérési adat feldolgozására és legfeljebb napi 1–2 pont lemérésére van lehetőség. Ugyanez a módszer mikroprocesszoros előfeldolgozást alkal-

mazva lényegesen gyorsabban végezhető el. Egy konkrét terepi felvétel mérési paraméterei és végeredménye az alábbiak voltak:

— mérőimpulzusok száma	$N=5$
— gerjesztési idő hossza	$T_k=32\text{ s}$
— négy impulzusból kiolvasott mérési adatok száma	400
— javított adatok átlagos szórása	$\pm 1,6\text{ bit}$
— dinamikus paraméterek spektruma	$w_1=432\text{ bit}, \tau_1=0,111\text{ s}$ $w_2=313\text{ bit}, \tau_2=0,581\text{ s}$ $w_3=368\text{ bit}, \tau_3=24,80\text{ s}$ $w_4=452\text{ bit}, \tau_4=15,80\text{ s}$

A mérés 5,33 percet vett igénybe (hat csatornát figyelembevéve a fajlagos mérési idő kevesebb 1 percnél), a 400 mérési adatot összesen 4 exponenciális komponenssel $\pm 1,6$ bit átlagos pontossággal lehetett meghatározni. A dinamikus paraméterek amplitúdója (w_i), az időállandó (τ_i) függvényében növekvő tendenciát mutat, ami teléres ércesedésre utal. A mérések megbízhatósága jobb 0,3%-nál, ezért sem ismétlésre, sem a mérési idő növelésére nincs szükség.

A mikroprocesszoros jel/zaj viszony javítás és előfeldolgozás nélkül, a dinamikus paraméterek meghatározása a rendkívül kis amplitúdójú és időben gyorsan csökkenő szekunder tér analóg mérésével nem oldható meg. A mérési adatok előfeldolgozásával lényegesen javítani lehetett a jel/zaj viszonyt és ezáltal csökkenteni lehetett az összegzések számát, végül pedig a $w_i - \tau_i$ adatok real-time feldolgozásával közel két nagyságrenddel csökkenthető a mérési idő is, ami az egész módszer széleskörű elterjedésének eddigi legfőbb akadálya volt.

Az ELGI-ben 1981-ben a magnetotellurikus és a GP mérőműszer hardware fejlesztése és bemérése, valamint egy rendszerfejlesztő építése fejeződött be. A mikroprocesszornak a vezérlő- és előfeldolgozó programokkal való feltöltése után a berendezés tartós terepi próbájára 1982-83-ban kerül sor.

2.3.1 Nukleáris műszerfejlesztés*

A szénhidrogén-kutatás és termelés céljából mélyített fúrások vizsgálatára a már előző években kidolgozott lyukműszerek továbbfejlesztését végeztük el, a nagyobb nyomás és a magasabb hőtűrés elérése érdekében. A fejlesztés két, olyan háromcsatornás szondatípust érintett, melyekkel egyidejűleg természetes gamma és kompenzált neutron-neutron mérések végezhetőek el. A kompenzált neutron-neutron mérésekből a felszíni egységbe beépített analóg célprocesszor segítségével közvetlenül a porozitást kapjuk. A III. táblázatban a régi és a továbbfejlesztett szondák műszaki adatait hasonlítjuk össze.

A KRGNN—3—200—76sHDY típusú, 76 mm átmérőjű szonda (blokkvázlata az 53. ábrán látható) a legkorszerűbb CMOS integrált áramkörökből álló egységesen raszter rendszerben felépített, nagy rázásbiztonsággal kivitelezett elektronikát tartalmaz. A detektorok az eddig is alkalmazott TEXTLIUM márka jelzésű, He³ gázzal töltött proporcionális csőből illetve max. 150 °C hőtűrésű fotósokszorozóra montírozott NaJ (Tl) egykristályból állnak. A szonda a korábbiaktól abban különbözik, hogy a szcintillációs detektor egy kettős falú Dewar-edényben van elhelyezve, melynek hőelvonó koloncai több órás mérést biztosítanak. A rendszer által biztosított hőképletetés diagramja az 54. ábrán látható. Az ábrából leolvasható, hogy a megengedett maximális belső hőmérsékletet a rendszer 5 óra múlva éri el. A teljes szondarendszer hőmérséklet-mérési eredményeit az 55. ábrán mutatjuk be.

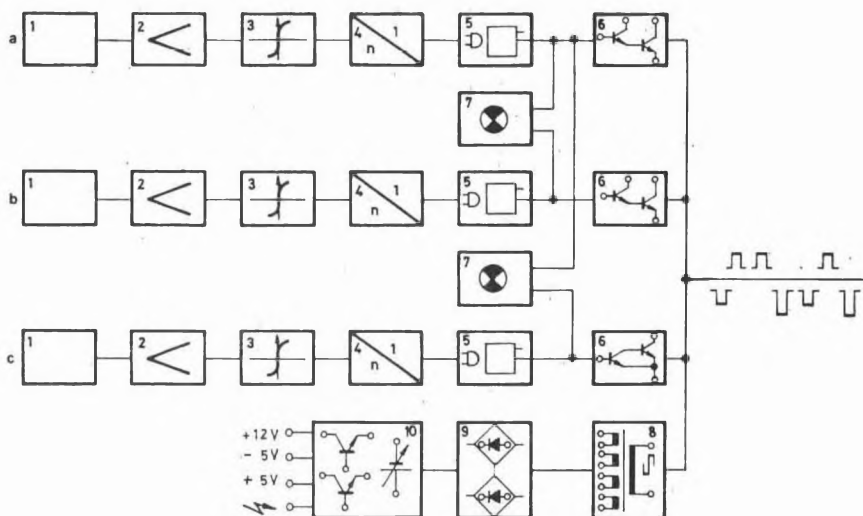
A KRGNN—3—175—43sHY típusú, 43 mm átmérőjű szondánál az előzőekben ismertetett elektronikát használtuk fel. A hőelvonó rendszer alkalmazását azonban a szonda igen kicsi átmérője nem tette lehetővé. Itt a megoldást a szcintillációs detektor rendszer hőtűró változatának alkalmazása adta. Az EMI (angol) cég által kidolgozott, magas hőtűrésű fotósokszorozóra hazai előállítású (GAMMA) és speciálisan tokozott NaJ(Tl) kristályt montíroztunk rá.

A szcintillációs szerelvény nagy rázásbiztonságú, melyet a kristály és a fotósokszorozó rugalmas felfüggesztésével értünk el.

* Korodi G., Liszt F., Nagy M., Repka L.

III. táblázat. Nukleáris szondák összehasonlító táblázata

Typus	KRGNN-3-150- 76sHY régí	KRGNN-3-200- 76sHDY fejlesztett	KRGNN-3-150- 43sHY régí	KRGNN-3-175- 43sHY fejlesztett
Hőfűrés képesség	-5--+150 °C	-5--+200 °C	-5--+150 °C	-5--+175 °C
Szonda nyomástűrés képesség	49 MPa	80 MPa	49 MPa	65 MPa
Szonda átmérő	76 mm	43 mm		
Forrás—detektor távolság	hosszú szonda	650 mm	600—700 mm	650 mm
	rövid szonda	350 mm	300—400 mm	350 mm
Detektorok — gamma sugárérzékelő — neutronérzékelő	szcintillációs rendszer He ³ gázzal töltött proporcionális csövek			
Alkalmaz sugárforrás	Am—Be vagy Pu—Be 190—370 GBq			
Mérési tartomány	$0-2,58 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg} \frac{h}{(0-100 \mu r/h)}$	$0-5,16 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg} \frac{h}{(0-200 \mu r/h)}$	$0-5,16 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg} \frac{h}{(9-200 \mu r/h)}$	$0-5,16 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg} \frac{h}{(0-200 \mu r/h)}$
	gamma	1-40% porozitálás		
neutron				
Alkalmazható karotázs kábel	egyerű acélpáncél vagy bármilyen többberű karotázs kábel két ér, amelynek hurokellenállása $\leq 200 \Omega$ A két ér közötti kapacitás $\approx 1 \mu F$			



53. ábra. Háromparaméteres nukleáris szonda bloksémája

a — természetes gamma csatorna; b — hosszú neutron-neutron csatorna; c — rövid neutron neutron csatorna; 1 — detektorok; 2 — erősítők; 3 — komparátorok; 4 — impulzus aláosztó fokozatok; 5 — egységesítő fokozatok; 6 — végerősítő fokozatok; 7 — tiltó áramkörök; 8, 9, 10 — tápegység

Fig. 53. Block diagram of the three-parameter nuclear sonde

a — gamma-ray channel; b — long neutron-neutron channel; c — short neutron-neutron channel; 1 — detectors; 2 — amplifiers; 3 — comparators; 4 — pulse division stages; 5 — uniformer stages; 6 — final amplifier stages; 7 — forbidding circuits; 8, 9, 10 — supply unit

Рис. 53. Схема трехпараметрового зонда ПК

a — канал ГК; b — длинный канал ННК; c — короткий канал ННК; 1 — детекторы; 2 — усилители; 3 — компараторы; 4 — делители импульсов; 5 — каскад унификации; 6 — каскады оконечного усиления; 7 — схемы запрета; 8, 9, 10 — источник питания

55. ábra. A KRGNN—3—200—76sHDY típusú háromparaméteres nukleáris szondák impulzusszintjeinek változása a hőmérséklet függvényében (8 db szonda mérési eredményeinek átlaga)

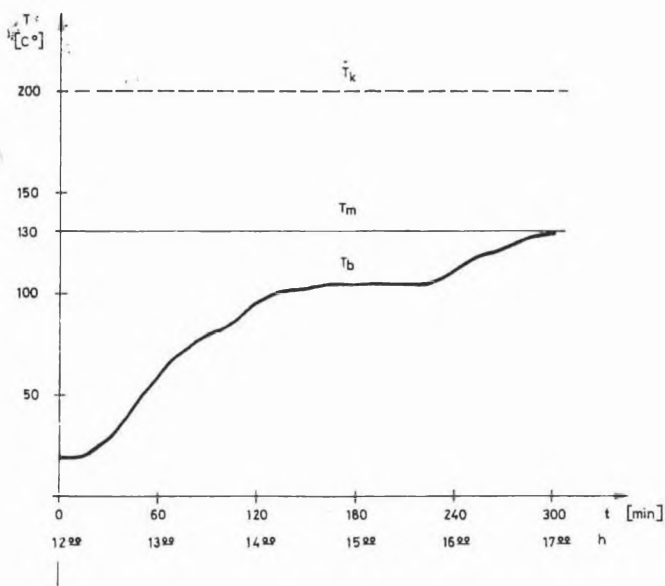
1 — hosszú neutron csatorna; 2 — rövid neutron csatorna; 3 — természetes gamma csatorna

Fig. 55. Pulse level variations of the three-parameter nuclear sonde type KRGNN—3—200—76sHDY vs. temperature (average of 8 sondes)

1 — long neutron channel; 2 — short neutron channel; 3 — gamma ray channel

Рис. 55. Зависимость уровней импульсов трехпараметровых зондов ПК типа KRGNN—3—200—76sHDY от температуры (средняя величина измерений, проведенных 8 зондами)

1 — длинный канал НК; 2 — короткий канал НК; 3 — канал ГК



54. ábra. A hővédelmi rendszer belsejében fellépő hőmérséklet változása az idő függvényében, 200 °C környezeti hőmérséklet esetén

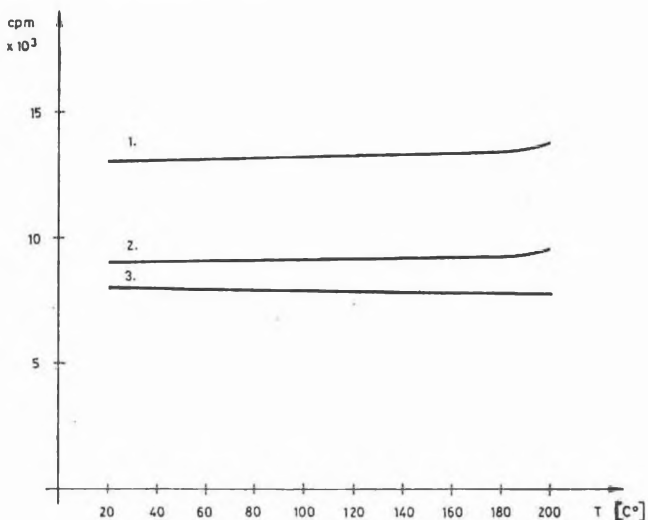
T_k — környezeti hőmérséklet; T_b — belső hőmérséklet; T_m — megengedett maximális belső hőmérséklet

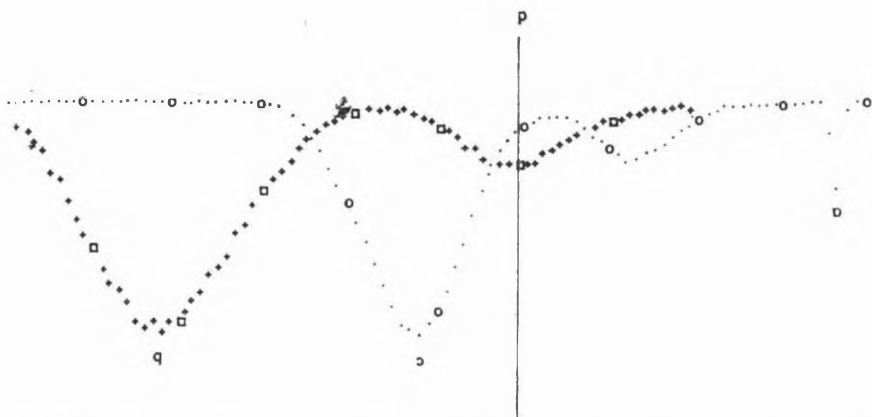
Fig. 54. Temperatur variations within the heat protection system vs. time for ambient temperature 200 °C

T_k — ambient temperature; T_b — inner temperature; T_m — permitted maximum inner temperature

Рис. 54. Зависимость температуры внутри теплограждающей системы от времени при температуре окружающей среды 200 °C

T_k — температура окружающей среды; T_b — внутренняя температура; T_m — максимально допустимая внутренняя температура





56. ábra. 175 °C hőtűrésű szcintillációs detektor-egység hőmérséklet vizsgálata 100 csatornás analizátorral

a — elektronikus zaj (25 °C-on és 175 °C-on változatlan); b — Am^{241} (60 keV) gamma sugárforrással felvett spektrum 25 °C-on; c — ugyanez 175 °C-on; d — a szondában beállított elektronikus küszöb ekvivalens értéke

Fig. 56. Temperature test of a scintillation detector unit rated for temperatures up to 175 °C using a 100-channel analyser

a — electronic noise (unchanged at 25 °C and 175 °C); b — spectrum recorded with a gamma ray source Am^{241} (60 keV) at 25 °C; c — the same at 175 °C; d — equivalent value of the electronic threshold adjusted in the sonde

Рис. 56. Изучение температуры сцинтилляционного счетчика с пределом допуска 175 °C при помощи 100-канального анализатора

a — электронный шум (неизменный при температурах 25 °C и 175 °C); b — Спектр, полученный источником гамма-излучения A^{241} (60 кэв) при температуре 25 °C; c — то же при 175 °C; d — эквивалентная величина электронного порога, установленного в зонде

A teljes szcintillációs egység hővizsgálatát az 56. ábrán mutatjuk be.

A szondatok nyomástűrését ausztenites acélcső alkalmazásával növeltük meg. Mivel ez nem rozsdamentes acél, ezért megfelelő fémvédő bevonattal láttuk el.

2.3.2 Nukleáris módszerfejlesztés*

A módszerfejlesztés módszertani kérdései

A KRGNN—3—200—76sHDY szonda módszertani tervezését és elkészült prototípus további formálását az ELGI és a Kőolajkutató Vállalat (KV, Szolnok) együtt végezte el. Jelentős elméleti és modellezési munka és a hazai szelvényezési tapasztalatok eredményeképpen a szondával szemben támasztott követelményeket a következőképpen fogalmaztuk meg:

* Andrassy L., Baráth I., Lendvay P.

$$\text{víz etalonban} \quad (\Phi_N = 100\%) \quad \frac{N_h}{N_r} = 0,030 \pm 0,0015$$

$$\text{VL-214 etalonban} \quad (\Phi_N = 14,86\%) \quad \frac{N_h}{N_r} = 0,091 \pm 0,003$$

ahol N_h , N_r a hosszú, ill. a rövid csatornán mért beütésszám.

A kifejlesztett berendezések modellvizsgálatát, hitelesítő görbéinek megszerkesztését elvégeztük. A KRGNN—3—200—76sHDY típusú szondák identitását és a követelmények teljesítését a IV. táblázat szemlélteti. A méréseket

1	2	3	4	5	6	7
Etalon	Szonda száma	N_r 128- szorosán leosztott	N_r (cpm)	N_h 32- szeresen leosztott	N_h (cpm)	$\frac{N_h}{N_r}$
víz water вода	80 104	1169	149 632	140	4 480	0,030
	80 105	1028	131 584	126	4 032	0,030
	80 106	1005	128 640	121	3 872	0,030
	80 107	1065	136 320	132	4 224	0,031
	80 108	1047	134 016	126	4 032	0,030
	80 109	1028	131 584	124	3 968	0,030
	80 110	1033	132 224	125	4 000	0,030
	80 111	1063	136 064	132	4 224	0,031
VL—214	80 104	3310	423 680	1198	38 336	0,090
	80 105	3180	407 040	1153	36 896	0,091
	80 106	3213	411 264	1205	38 560	0,094
	80 107	3276	419 328	1211	38 752	0,092
	80 108	3215	411 520	1202	38 464	0,093
	80 109	3220	412 160	1198	38 336	0,093
	80 110	3266	418 048	1209	38 688	0,092
	80 111	3281	419 968	1242	39 744	0,094

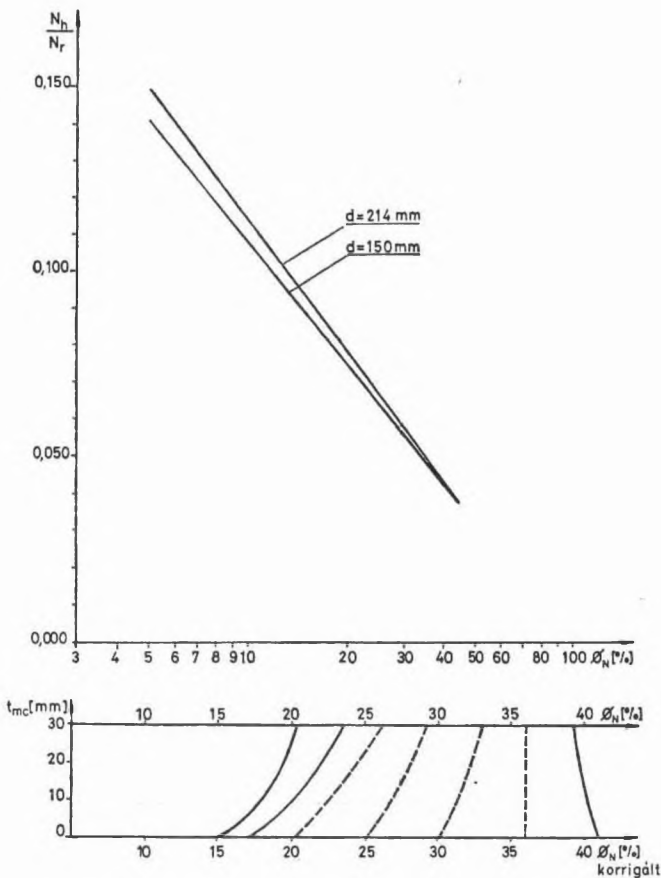
IV. táblázat. KRGNN—3—200—76sHDY szondák identitása

Table IV. Identity of sondes type KRGNN—3—200—76sHDY

1 — standard; 2 — serial number of sonde; 3 — count of short sonde divided by 128; 4 — count of short sonde; 5 — count of long sonde divided by 32; 6 — count of long sonde; 7 — count ratio

Таблица IV. Идентичность зондов типа KRGNN-3-200-76s HDY

1 — эталон, 2 — номер зонда, 3 — число импульсов на коротком зонде, деленное на 128, 4 — число импульсов на коротком зонде, 5 — числ импульсов на длинном зонде, деленное на 32, 6 — число импульсов на длинном зонде, 7 — отношение импульсов



57. ábra. KRGNN—3—200—76sHDY szonda kiértékelő diagramja

Az ábra alsó részén az iszaplepleny hatását korrigáló görbéket tüntettük fel

Fig. 57. Interpretation diagram of the sonde KRGNN—3—200—76sHDY

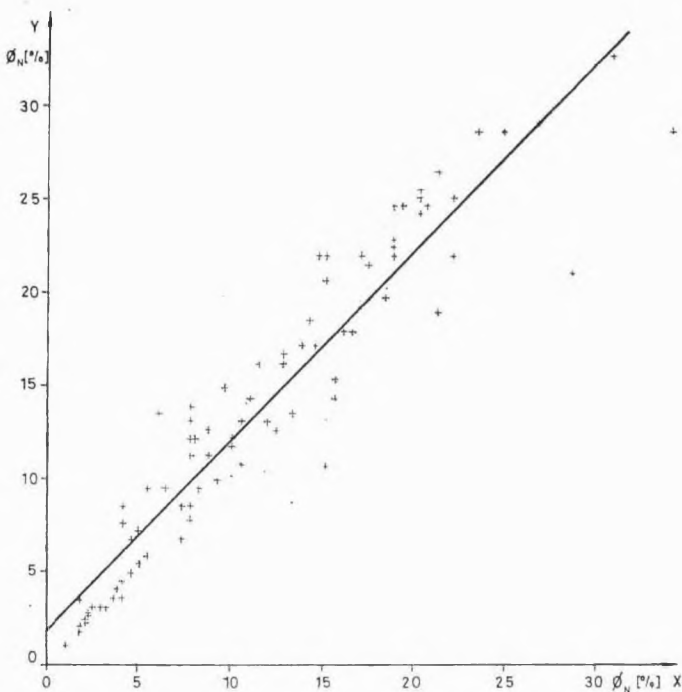
In the lower part the correction graph for mudcake effect is presented

Рис. 57. График интерпретации для зонда типа KRGNN—3—200—76sHDY

В нижней части рисунка приведена поправка за глинистую корку

185 GBq erősségű Am—Be neutron forrással végeztük, s a szonda falhoz szorított helyzetben volt. A mérés eredményeit összefoglalóan az 57. ábra mutatja, ahol az iszaplepleny hatását korrigáló görbéket is feltüntettük. Az iszaplepleny hatását úgy modelleztük, hogy a szondát a vízzel feltöltött fúróluk falával párhuzamosan, különböző távolságban helyeztük el.

Az 58. ábrán a szonda minőségét kívánjuk szemléltetni a szelvényezésből meghatározott neutron porozitás értékek összehasonlításával a referencia adatokként használt korábbi Schlumberger mérések eredményeivel. Az egyezés jó, annak ellenére, hogy a méréseket különböző időben és különböző feltételek mellett végeztük.



58. ábra. Schlumberger (Y) és ELGI (X) neutron-neutron szonda összehasonlítása

Fig. 58. Comparison of results measured with Schlumberger's (Y) and ELGI's (X) neutron-neutron sonde

Рис. 58. Сопоставление результатов ННК, полученных зондами производства фирмы Шлумберже (Y) и ЭЛГИ (X)

Az NFC—76 terepi hitelesítő eszköz

A neutronsondák kétpontos terepi ellenőrzése, illetve a porozitásszámító egység beállítása gyorsan és biztonságosan elvégezhető a terepi ellenőrző segítségével.

A terepi ellenőrzővel szemben támasztott követelményünk az ismert feltételek között a következő volt:

$$\Phi_N = 24\% \text{-ra } \frac{N_h}{N_r} = 0,069 \pm 0,003$$

és

$$\Phi_N = 6\% \text{-ra } \frac{N_h}{N_r} = 0,129 \pm 0,005$$

A terepi ellenőrző két koaxiális hengergyűrűből áll (59. ábra). A belső elem a sonda hossz tengelye mentén elmozdítható, ezáltal változtatható a detektort lefedő moderáló közeg vastagsága.

A kalibráció a sonda vízszintes helyzetében, bakra helyezve történik. A belső elem betolt helyzetében csak a hosszú csatorna detektorát fedi le. Így a két szélső helyzetben a csatornák impulzusszámainak hányadosai kb. kétszeres eltérést mutatnak.

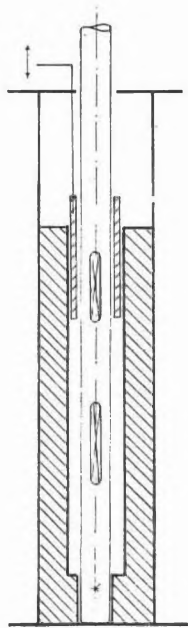
214 mm fúrólukátmérőt feltételezve az előállítandó porozitásértékek látszólagos mészkőporozításban kifejezve:

6% — kihúzott betét,

24% — betolt betét.

E két szélső érték között a kalibrátorral bármely kívánt porozitásérték előállítható.

Az eszköz súlya 36 kg, hossza 1100 mm, átmérője 255 mm.



59. ábra. Az NFC—76 terepi hitelesítő eszköz vázlatos rajza

Fig. 59. Scheme of the field calibrator NFC—76

Рис. 59. Схема градуировочного устройства типа NFC—76

Elméleti és modellezett neutronterek összehasonlításának matematikai megoldásai kompenzált mérőrendszerekre

Az elméleti görbesereg módosított alakja (1980. Évi Jelentés) általános esetben a következő:

$$G_i(\Phi_N) = 60VC\Sigma_i^{(m)}F_i \quad (1)$$

ahol:

$\Sigma^{(m)}$ — makroszkopikus hatás keresztmetszet

Φ_N — porozitás

V — a detektor térfogata

C — a forráserősség

F — neutronfluxus

i — indexszel a neutroncsoportokat jelöljük ($i=3$ az epitermikus neutronokra, $i=4$ a termikus neutronokra vonatkozik).

A kompenzált mérőrendszereknél az (1) összefüggést felírjuk a hosszú és a rövid szondára, mind epitermikus, mind termikus neutronok esetére és az egyenleteket elosztjuk egymással. Így az elméleti görbeseregek módosított alakja általános esetben, kompenzált mérőrendszereknél a következő:

$$\Gamma_i(\Phi_N) = \frac{G_h(\Phi_N)}{G_r(\Phi_N)} = K \frac{[\Sigma_i^{(m)}F_i]_h}{[\Sigma_i^{(m)}F_i]_r} \quad (2)$$

A h és r index a hosszú- illetve rövid szondára utal, K a detektor rendszerek geometriai adataiból kapott tényező.

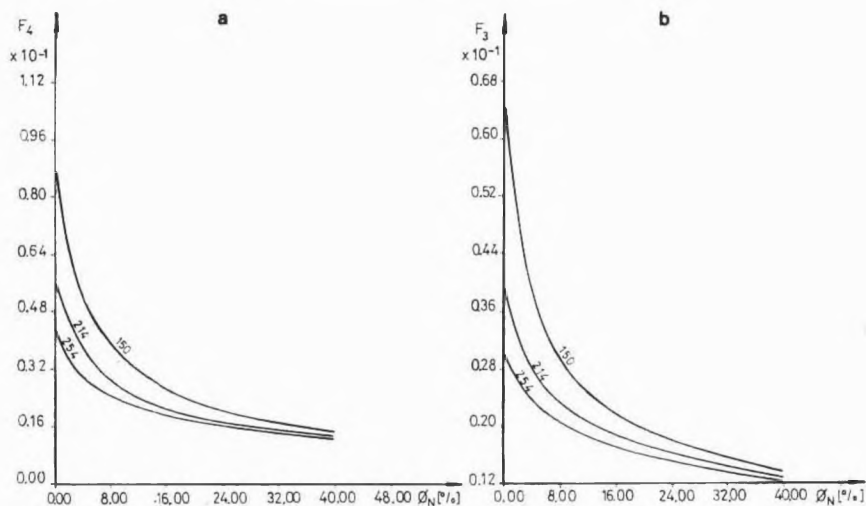
A 60. és 61. ábrán módosított elméleti görbeseregeket mutatunk be epitermikus és termikus neutronokra, mészkő és homokkő mátrixok esetén. A módosított görbeseregeknél $K=1$, mivel a detektor rendszerek azonos felépítésűek.

Az elméleti görbeseregek módosított alakjának ismeretében felírjuk a normál-egyenleteket. A normálegyenletek kapcsolatot biztosítanak a modell-mérésekkel meghatározott beütésszám-értékek hányadosa, a $\Gamma(\Phi_N)$ értékek és a szonda hatásaként jelentkező ε_i faktorok között.

A normálegyenletek általános alakja a következő:

$$\left(\frac{N_h}{N_r}\right)_{ij} = \varepsilon_i \Gamma_i(\Phi_{N_j}) + \zeta_i \quad (3)$$

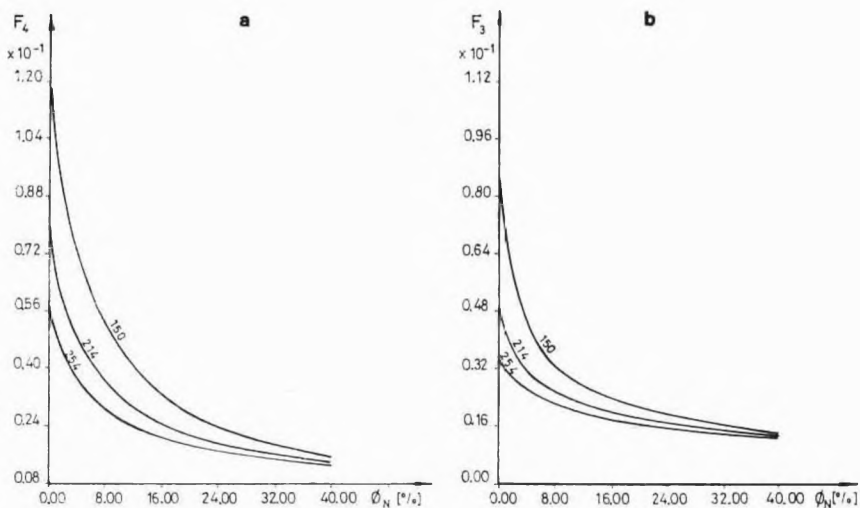
ahol: $j=1, 2, \dots, M$ — a hitelesítő pontok száma.



60. ábra. Módosított elméleti görbeseregek a) termikus és b) epitermikus neutronokra (közeg: mészkő; szondahosszak: 35 cm és 65 cm)

Fig. 60. Modified theoretical curve sets for thermal a) and epithermal b) neutrons (medium: limestone, sonde lengths: 35 cm and 65 cm)

Рис. 60. Измененные теоретические кривые для а) тепловых и б) надтепловых нейтронов (среда: известняки; длины зондов — 35 и 65 см)



61. ábra. Módosított elméleti görbeseregek a) termikus és b) epitermikus neutronokra (közeg: homokkő, szondahosszak: 35 cm és 65 cm)

Fig. 61. Modified theoretical curve sets for thermal a) and epithermal b) neutrons (medium: sandstone, sonde lengths: 35 cm and 65 cm)

Рис. 61. Измененные теоретические кривые для а) тепловых; б) над-тепловых нейтронов (среда — песчаники; длины зондов — 35 см и 65 см)

A normálegyenletekből ε_i és ζ_i értékeit a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva kapjuk meg.

Az elméleti és modellezett neutronterek összehasonlítására kidolgozott matematikai eljárás alkalmazásánál az volt a tapasztalatunk, hogy a számítást a teljes porozitástartományban megbízhatóan nem lehet elvégezni. Az összehasonlítási eljárás pontatlansága a kis porozitású tartományban megnőtt.

A jelenség okainak magyarázatánál feltételeztük, hogy a kis porozitású tartományban a neutronok energia szerinti térbeli elosztását a kis hidrogén tartalom mellett maga a kőzetmátrix is befolyásolja.

Mivel az alkalmazott neutron-detektorok (N 9325 típus) energia érzékenyek, a kis porozitású tartományban a termikus neutronok mellett az epitermikus neutronok szerepe is megnő. Ennek kiküszöbölésére modellméréseket végeztünk 1 mm vastagságú Cd szűrő alkalmazásával. Ez egyrészt abszorbálja a termikus neutronokat, másrészt a szűrő nélkül mért összebeütésszámból levonva a szűrés utáni beütésszámot megkaphatjuk a korrigált termikus neutronok számát. A szűrés eredményeképpen a normálegyenletek megoldásánál kiszámított r korrelációs faktor értéke közelebb került 1-hez.

A 150 mm-es és 214 mm-es modellátmérőkre kiszámított ε és ζ paraméterek ismeretében tetszőleges átmérőkre lineáris interpoláció segítségével általánosít-

ható az összehasonlítási eljárás. Tetszőleges fúrólukátmérőre (a $d=150$ mm-es átmérőt bázisátmérőnek fogadtuk el) a transzformációs egyenlet általános alakja a következő:

$$\Gamma_i(\Phi_{N_i}) = \left[\frac{G_h(\Phi_N)}{G_r(\Phi_N)} \right]_{ij} = \frac{\left(\frac{N_h}{N_r} \right)_{i,j} - \left[\zeta_i - (d-150) \frac{\Delta \zeta_i}{\Delta d} \right]}{\varepsilon_i - \left[(d-150) \frac{\Delta \varepsilon_i}{\Delta d} \right]} \quad (4)$$

A transzformáció elvégzése után a kiszámított Γ_{ij} értékek és a fúrólukátmérő ismeretében a módosított elméleti görbeseregekről a Φ_N neutronpozitív értékek meghatározhatók.

2.3.3 Terepi módszertani vizsgálatok*

Az előző esztendőben végzett érc- és szénkutató terepi módszerfejlesztéshez kapcsolódva folytattuk

- a recski mélysínt kutatófúrásaiban a Cu tartalom meghatározása céljából a röntgenradiometriai vizsgálatokat,
- a Nógrádi Szénbányák kutató területén pedig a széntelepek hamutartalmának vizsgálatát.

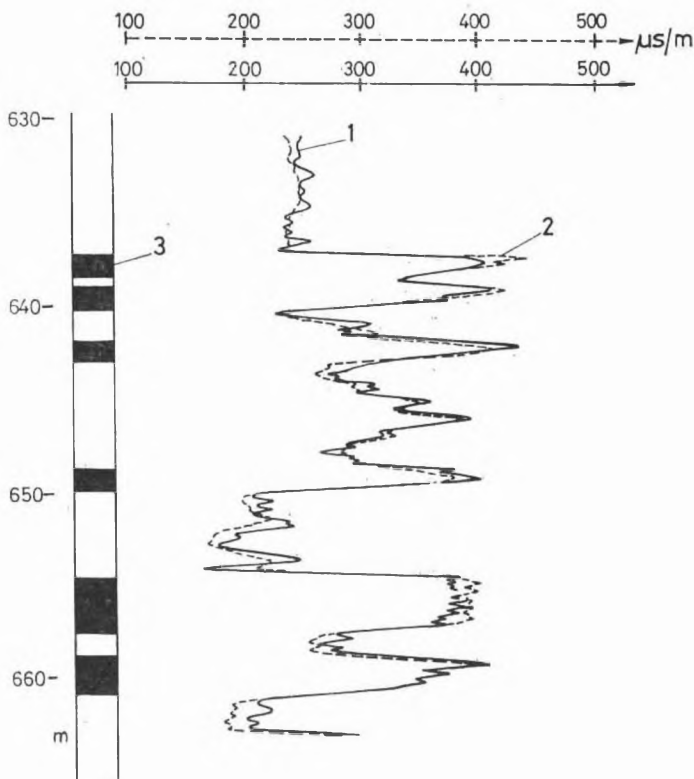
A szilárd ásványi nyersanyag kutatás céljára kifejlesztett kis átmérőjű akusztikus rendszerrel — a kísérleti példányok terepi vizsgálat-sorozata után — megkezdtük a rendszeres terepi méréseket.

Méréseinket először az alap- és szerkezetkutató, majd a kőszén kutató program keretében mélyített (mecseki liász kőszén-, nógrádi barnakőszén-) fúrásokban, továbbá fiatal, laza, homokos—agyagos összletben mélyített fúrásokban végeztük. Így akusztikus szempontból áttekintést kaptunk a különböző kőzet-típusok átlagos sebességviszonyairól. Jellemzésül a mecseki liász összletben kapott adatok: kőszének 2200—2500 m/s, homokkővek 3500—4000 m/s, aleuritok 2800—3500 m/s, telérkőzetek 5000—5800 m/s. Összehasonlításképpen a nógrádi terület adatai: kőszének 1800—2000 m/s, aleuritok 2000—2300 m/s.

Elvégeztük továbbá a kis átmérőjű (42 mm) akusztikus rendszer összehasonlító vizsgálatát USA gyártmányú (60 és 95 mm-es) berendezésekkel. A 62. ábra egy mecseki fúrásban végzett összehasonlító mérés eredményeit szemlélteti: a folyamatos görbe az ELGI—VNIJAGG tervezésű, 42 mm-es szonda, a szaggatott vonal a Schlumberger 95 mm-es szonda szelvényét jelöli. A két rendszer azonos értékűnek minősíthető az adók energiájában meglévő különbség ellenére.

A bányabeli bauxitkutatás kapcsán kísérleti méréseket végeztünk a bauxit Fe szennyezésének meghatározására. Vizsgálatainkat a meglévő röntgen-

* Bagi R., Karas Gy., Szalma S., Szunyogh F.



62. ábra. Akusztikus összehasonlító mérések

1 — magyar berendezés mérési szelvénye; 2 — amerikai berendezés mérési szelvénye; 3 — fekete kőszén

Fig. 62. Comparative sonic measurements

1 — log of Hungarian sonde; 2 — log of US made sonde; 3 — coal

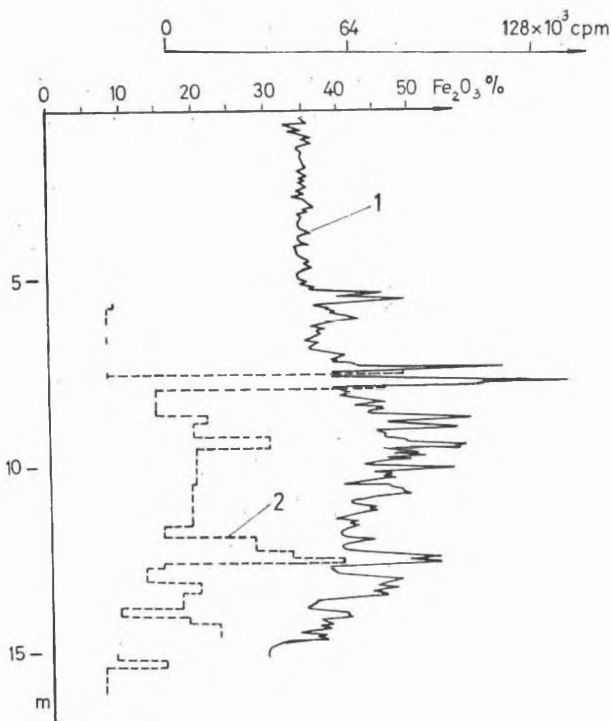
Рис. 62. Сравнительные наблюдения по методу АК

1 — кривая АК, полученная венгерским прибором; 2 — кривая, полученная американским прибором; 3 — черный каменный уголь

radiometriai berendezés (KRGЕ—1—50—36x típus) alkalmazásával, száraz és vizes fúrásokban, energiaszelektív üzemmódban (1 KeV-es energiaablak 5,5—6,5 KeV tartományra beállítva) végeztük.

Az egyik száraz fúrás szelvényezési eredményét — a kémiai elemzéssel összehasonlítva — mutatja a 63. ábra.

Az ugyanazon fúrásban száraz és vizes állapotban végzett mérések összevetése egyértelműen bizonyítja, hogy a mikrokavernák miatt csak a száraz fúrásokban végzett mérések használhatók kvantitatív értelmezésre.



63. ábra. Bányabeli fúrásban „bauxitszennyező” Fe tartalom meghatározása
1 — röntgenradiometriai szelvény; 2 — laboratóriumi adatok

Fig. 63. Determination of Fe content contaminating the bauxite in an underground borehole

1 — X-ray radiometric log; 2 — laboratory analysis data

Рис. 63. Определение содержания железа „загрязняющего боксит“ в скважине, пробуренной в руднике

1 — рентгенорадиометрическая кривая; 2 — лабораторные данные

2.3.4 A cementgyártás alapanyagainak és technológiai mintáinak ipari vizsgálata*

Az agyag alapanyagok vizsgálatára 1980-ban kifejlesztett MTA 1527—2000 típusú ipari gyorsselemező automata üzemeltetésének kedvező tapasztalatai, valamint a cementgyárak igényei alapján kutatásainkat kiterjesztettük az iparág egyéb alapanyagainak és termékeinek vizsgálatára.

A mészkő, valamint a cementgyártás technológiai folyamatának közberső fázisában keletkező alapanyag-keverék és klinker kémiai összetételére vonat-

* Horváth H., Renner J., Siklós A.

kozó minőségi követelmények szükségessé teszik az összetétel állandó ellenőrzését. A meghatározandó komponenseket a már korábban is ismertetett neutronaktivációs analízis (NAA) és a röntgenfluoreszcens (XRF) technika segítségével határoztuk meg. Ezekre a célfeladatokra olyan berendezéseket fejlesztettünk ki, amelyek az Al_2O_3 , SiO_2 , CaO és Fe_2O_3 meghatározására alkalmasak, igen eltérő mérési tartományok között. (1. V. táblázat).

A komponensek tág határok között változó értékei miatt minden egyes anyagcsoportra ki kellett dolgozni az optimális besugárzási, illetve gerjesztési, valamint mérési feltételeket. Az optimalizált technikai feltételek mellett az ipari sorozatmérések esetén az adott mérési tartományokban a VI. táblázatban feltüntetett átlagos hibákkal számolhatunk.

A mérőrendszer nagy előnye a gyorsaságon, és az ipari igényeket kielégítő pontosságon kívül az, hogy a berendezések a cementgyárakban a technológiai folyamatok adott szabályozási pontjainak közvetlen közelébe telepíthetők. A gyártási folyamat közbenső fázisában elvégzett gyors analízisek lehetővé teszik az azonnali operatív beavatkozást, így az adott gyártási ciklus határfoka növelhető és a végtermék minősége javítható.

1 Komponens	2 Mérési tartomány (%)			
	3 agyag	4 mészkő	5 alapanyag keverék	6 klinker
Al_2O_3	10—24	0,9—5	2—5	5,5—7
SiO_2	51—75	0,5—13	7—24	21—22
CaO	0,5—6	43—56	35—48	63—66,5
Fe_2O_3	3—7	0,1—1,5	0,9—2,5	2,4—3,3

V. táblázat. A cementipari anyagok vizsgálati tartományai

Table V. Ranges of analysis for raw materials of the cement industry

1 — component; 2 — range (%); 3 — clay; 4 — limestone; 5 — mixture; 6 — clinker

Таблица V. Диапазон анализа сырья для цементной промышленности

1 — компонента, 2 — диапазон (%), 3 — глина, 4 — известняк, 5 — смесь, 6 — клинкер

1 Komponens	2 Átlaghiba %-ban			
	3 agyag	4 mészkő	5 alapanyag keverék	6 klinker
Al ₂ O ₃	0,15	0,32	0,16	0,14
SiO ₂	0,43	0,30	0,44	0,28
CaO	0,08	0,32	0,20	0,15
Fe ₂ O ₃	0,21	0,05	0,06	0,07

VI. táblázat. A cementipari mérések várható pontossága

Table VI. Expected accuracy of analyses in the cement industry

1 — component; 2 — mean error (%); 3 — clay; 4 — limestone; 5 — mixture; 6 — clinker

Таблица VI. Ожидаемая точность анализа в цементной промышленности

1 — компонента, 2 — средняя погрешность (%), 3 — глина, 23 — известняк, 5 — смесь, 6 — клинкер

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁS

3. FÖLDFIZIKAI KUTATÁS*

A Tihanyi Obszervatórium az előző éveknek megfelelően regisztrálta a földmágneses variációkat és folyamatosan teljesítette hazai és nemzetközi adat-szolgáltatási kötelezettségeit. Műszerezettsége az előző évhez képest nem változott.

1981-ben a hetenként végzett földmágneses abszolút mérések átlagértéke:

$$D=1^{\circ} 18'$$

$$H=21\,466 \text{ nT}$$

$$Z=42\,220 \text{ nT}$$

$$F=47\,355 \text{ nT}$$

Az országos mágneses alaphálózat elpusztult vagy a fokozódó ipari tevékenység következtében használhatatlanná vált pontjai helyett új állomásokat telepítettünk. A szomszédos országok alaphálózataihoz, illetve normál teréhez történő megbízható csatlakozás érdekében Ausztria területén 15 ponton, Cseh-szlovákia területén 16 ponton végeztünk méréseket. Az észlelési adatok előzetes feldolgozása megtörtént, a végleges feldolgozás és a hálózat kiegyenlítése áthúzódik 1982-re.

A *magnetoszféra kutatása* terén folytattuk a rendszeres óránkénti whistler regisztrálást, de a több mint egy évtizede folyamatosan üzemelő analóg VLF vevő berendezés egyre gyakrabban meghibásodik.

A regisztrátumokból a whistlereket tartalmazó szakaszokat feldolgoztuk. Elvégeztük a spektrumanalíziseket és a sonogramok digitalizálását. A digitalizált adatrendszerből kiszámítottuk az elektronsűrűség-profilokat. A gyűjtött mérési anyaggal tovább bővítettük az archívumot és a számolási eredményekből folytattuk az adatbank kiépítését.

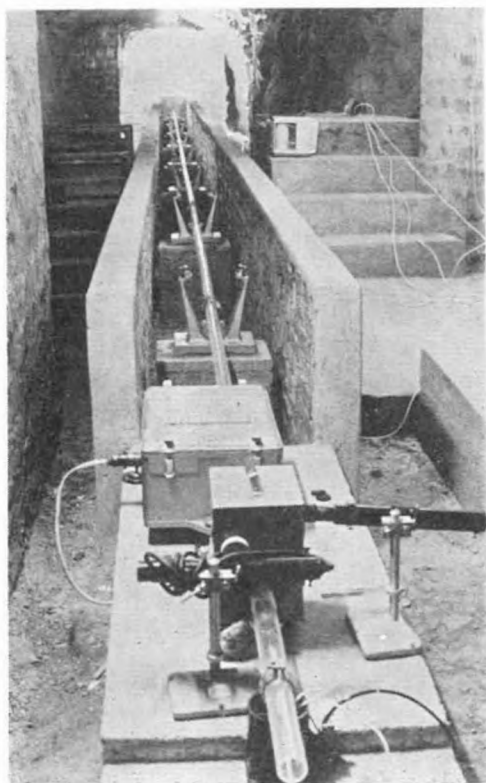
A Budapesti Műszaki Egyetemen közösen tovább folytattuk az automatikus whistler vevő- és előfeldolgozó berendezés műszaki- és működési jellemzőinek kialakítását, a nagyrészen már elkészült hardware segítségével. A berendezés bemenő fokozataival rövidebb időszakokban próbafelvételeket készítettünk,

* Csapó G., Hegyemegi L., Lomniczi T., Mártonné Szalay E., Pollhammer Mné, Sárhidai A., Szabó Z., Tóth P., Varga P.

melyek tapasztalatai szerint a készülék képes a whistlerek felismerésére és előre láthatólag 1982 folyamán megkezdheti működését az obszervatóriumban.

A földi árapály vizsgálata keretében 1981-ben folytattuk azokat a megfigyeléseket, amelyeket 1980 elejétől kezdve közös program szerint végzünk a Tihanyi Obszervatóriumban, a Darmstadti Műszaki Egyetem Fizikai Geodézia Tanszékének regisztráló graviméterével. Grazban befejeztük az osztrák—magyar együttműködés keretében 1980 júniusában megkezdett gravitációs földárapály megfigyeléseket. Ez utóbbi eredményeiről a IX. Nemzetközi Földárapály Szimpóziumon (New York) is beszámoltunk. Az év második felében — folytatva az 1979—80-as megfigyeléseket — a penci Kozmikus Geodéziai Obszervatóriumban is regisztráltuk a nehézségi erő luniszoláris hatás okozta változásait.

A Mátyás-hegyi barlangban kialakított megfigyelő állomáson 1981-ben rendszeresítettük a kőzetdeformációk mérését az 1980 első felében megépített extenzométerrel. A 21 m hosszú extenzométert közelítőleg K—Ny-i irányban helyeztük el, önálló hitelesítő egységgel ellátva. Az elmozdulások detektálása kapacitív érzékelővel történik. Relatív felbontóképessége $10^{-9} - 10^{-10}$ (64. ábra) A megfigyelőeszköz érzékenysége és stabilitása lehetővé teszi, hogy a földi árapály megfigyeléseken túlmenően, hosszú periódusú, tektonikai elmozdulásokat



is megfigyeljük, és meghatározzuk a jelenkori kéregmozgás horizontális összetevőjének nagyságát. A Mátyás-hegyi barlangban extenzométerrel regisztrált földárapály okozta változások akkor hozhatók legjobban összhangba az elméleti árapály görbével, ha a Love számok értékét $h=0,6$ és $l=0,06$ -nak vesszük. Miután ezek a számértékek jó egyezést mutatnak az elméleti földmodellekben szereplő értékekkel, megállapíthatjuk, hogy műszerünk megbízhatóan regisztrálja a deformációkat.

64. ábra. Extenzométer a Mátyás-hegyi barlangban

Fig. 64. Extensometer at work in Mátyás-hill cave

Рис. 64. Экстенсометр в пещере Матьяш-хедь

Molodensky elmélete alapján számításokat végeztünk a Föld belsejében az árapály hatására ébredő feszültségek meghatározására. Megállapítottuk, hogy ezek földugár menti eloszlása függ a számításokhoz felhasznált földmodell-től. Ez a függés azonban csak a mélyebb rétegekben érvényesül, a felszíntől számított első ezer kilométeren még nem játszik lényeges szerepet. A luniszoláris hatás okozta feszültség az észak—déli irányú és meredek dőlésű törésvonalak mentén a legnagyobb és — a jelenség természetéből következően — nagysága függ a földrajzi szélességtől. Elméleti számításaink eredményeit a jövőben az extenzométerrel végzett mérések feldolgozásához is felhasználjuk.

A *geodéziai gravimetria* témakörben az észlelők személyi hibájának megállapítása céljából megvizsgáltuk a néhány évvel ezelőtt végzett méréseket, melyeknél 4 db Sharpe és 4 db Worden graviméterrel négy különböző észlelő végzett észleléseket egy olyan háromszög mentén, ahol az egyes oldalak Δg értéke nagyobb volt 100 mgal-nál. A mérési program során minden észlelő mindegyik oldalt valamennyi graviméterrel lemérte. A *VII. és VIII. táblázatban* foglaljuk össze az eredményeket, melyeknek lényege, hogy a mérések súlyától (melyet az egyes észlelők műszerleolvasásainak szórása alapján állapítottunk meg) és a záróhibától függetlenül egyes észlelők következetesen nagyobb vagy kisebb értékeket mértek az átlagnál; szélső esetben az egyes észlelők közötti eltérés 80—90 μ gal is elérhet.

Az év folyamán továbbfejlesztettük a graviméteres alapvonalak és alaphálózatok feldolgozására készült programrendszert, melynek folyamatábráját a 65. ábrán mutatjuk be. A továbbfejlesztett programrendszer segítségével újra feldolgoztuk a Kárpát poligonon 5 év időközzel megismételt méréseket és azt az eredményt kaptuk, hogy a Krakkó—Pécs vonalon 5 év alatt a mérési hibát meghaladó változás nem történt.

Folytattuk a II. rendű gravitációs alaphálózat 1980-ban megkezdett méréseit, az év folyamán 185 kapcsolat értékét határoztuk meg. Az Egységes Gravitációs Alaphálózat (EGH) méréseinek előkészítéseként a hálózat magyarországi szakaszának optimalizálása érdekében a súlykoefficiens mátrix vizsgálatán alapuló optimalizálási eljárást dolgoztunk ki. Az eljárást alkalmaztuk az EGH tervezett magyarországi szakaszára. A vizsgálat rámutatott a hálózat gyenge pontjaira. A hálózat homogenitásának biztosítása érdekében a konfigurációt az optimalizálás követelményeinek megfelelően megváltoztattuk.

VII. táblázat. Sharpe graviméterekkel végzett módszertani mérések eredményei

1 Sharpe graviméter száma	2				3			
	Mérési eredmények μgal -ban, észlelők és graviméterek szerint				Az összes mérés átlagából számított javítások μgal - ban, észlelők és gravi- méterek szerint			
	A	B	C	D	A	B	C	D
PÉCS—SÁGVÁR								
174—G	105 180	105 127	105 143	105 149	- 30	+23	+ 7	+ 1
181—G	105 202	105 237	104 891	105 257	- 55	- 90	+256	- 110
256—G	105 199	105 204	105 025	105 159	- 52	- 57	+112	- 12
280—G	105 183	105 136	105 067	105 203	- 36	+11	+ 90	- 56
4 átlag	105 191	105 176	105 032	105 192	- 34	- 28	+116	- 44
SÁGVÁR—MISKOLC								
174—G	108 749	108 606	108 334	108 668	- 161	- 18	+254	- 80
181—G	108 624	108 635	108 425	108 670	- 36	- 47	+164	- 82
256—G	108 752	108 690	108 257	108 659	- 164	- 102	+332	- 71
280—G	108 533	108 516	108 782	108 527	+ 57	+ 74	- 193	+63
4 átlag	108 665	108 612	108 450	108 631	- 76	- 23	+139	- 43
PÉCS—MISKOLC								
174—G	213 953	213 792	213 572	213 571	- 231	- 70	+150	+151
181—G	213 832	213 875	213 302	213 837	- 121	- 164	+410	- 126
256—G	213 864	213 843	213 167	213 903	- 170	- 149	+527	- 209
280—G	213 681	213 574	213 835	213 756	+31	+138	- 124	- 45
4 átlag	213 833	213 771	213 469	213 767	- 123	- 61	+241	- 57
$\frac{[v]}{n}$					- 81	- 37	+165	- 48

Table VII. Results of test measurements with Sharpe gravity meters

1 — serial number of gravity meter; 2 — results in μgals according to gravity meters and observers; 3 — corrections in μgals computed from the mean value of all observations, according to gravity meters and observers; 4—mean value

Таблица VII. Результаты тестовых измерений с гравиметрами Шарп

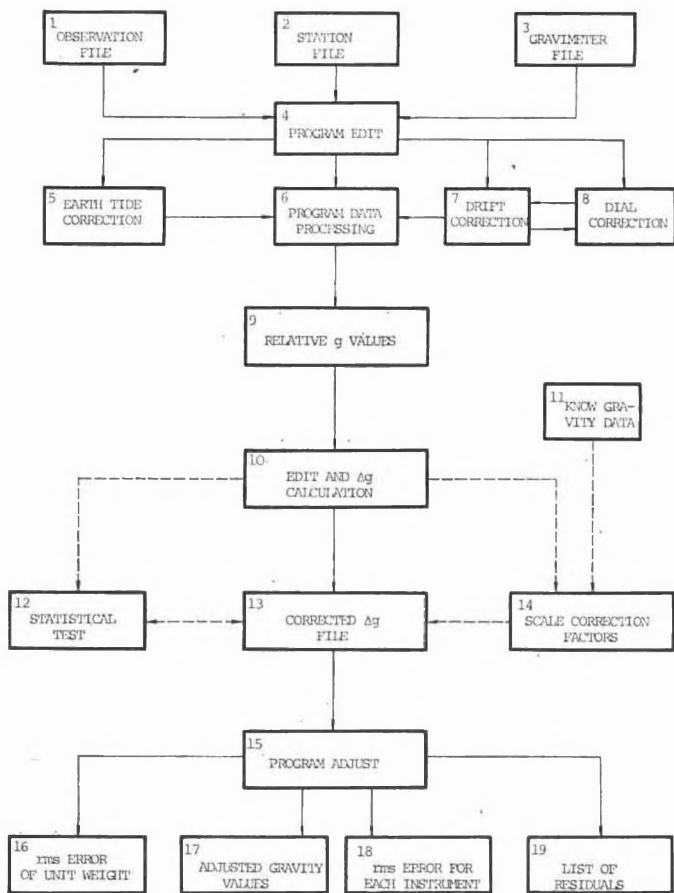
1 — номер гравиметра, 2 — результаты в мкгл по гравиметрам и операторам, 3 — поправки в мкгл, вычисленные по средней погрешности всех наблюдений, по гравиметрам и операторам, 4—среднее значение

VIII. táblázat. Worden graviméterekkel végzett módszertani mérések eredményei

1 Worden graviméter száma	2				3			
	Mérési eredmények μgal -ban észlelők és graviméterek szerint				Az összes mérés átlagából számított javítások μgal -ban, észlelők és graviméterek szerint			
	A	B	C	D	A	B	C	D
PÉCS—SÁGVÁR								
937	105 218	105 190	105 111	105 070	- 71	- 43	+ 36	+ 77
961	105 097	105 129	105 265	105 098	+ 50	+ 18	- 118	+ 49
971	105 069	105 219	105 160	105 140	+ 78	- 72	- 13	+ 7
978	105 256	105 003	105 381	104 974	- 109	+ 144	- 234	+ 200
4 átlag	105 160	105 135	105 229	105 064	- 13	+ 12	- 82	+ 83
SÁGVÁR—MISKOLC								
937	108 421	108 722	108 563	108 649	+ 168	- 133	+ 26	- 60
961	108 623	108 604	108 621	108 506	- 35	- 15	- 32	+ 38
971	108 631	108 558	108 604	108 564	- 42	+ 31	- 15	+ 25
978	108 784	108 360	108 790	108 420	- 196	+ 229	- 201	+ 169
4 átlag	108 615	108 561	108 645	108 535	- 26	+ 28	- 56	+ 54
PÉCS—MISKOLC								
937	213 546	214 028	213 753	213 676	+ 205	- 277	- 2	+ 75
961	213 841	213 669	213 761	213 740	- 88	+ 84	- 8	+ 13
971	213 740	213 722	213 743	213 737	- 5	+ 14	- 8	- 2
978	214 070	213 551	213 755	213 548	- 339	+ 180	- 24	+ 183
4 átlag	213 799	213 743	213 753	213 675	- 57	+ 3	- 11	+ 67
$\frac{[v]}{n}$					- 32	+ 14	- 50	+ 68

Table VIII. Results of testmeasurements with Worden gravity meters (for legend see Table VII)

Таблица VIII. Результаты тестовых измерений с гравиметрами Уорден (условное обозначение см. на Табл. VII)



65. ábra. Graviméteres alapvonalak és hálózatok feldolgozásának bloksémája

1 — mérési jegyzőkönyvek; 2 — gravimetriai pontok katalógusa; 3 — graviméterek katalógusa; 4 — adatszerkesztés; 5 — luniszoláris korrekció; 6 — műszerleolvasási értékek átszámítása; 7 — műszerjárásból származó javítás (drift); 8 — skálaosztási hibákból adódó korrekció; 9 — relatív g értékek; 10 — ellenőrzés és Δg értékek számítása; 11 — kényszerértékek; 12 — statisztikai próba; 13 — javított Δg értékek; 14 — léptékegyüttható; 15 — kiegyenlítés; 16 — súlyegység középhibája; 17 — kiegyenlített g értékek; 18 — középhibák graviméterenként; 19 — mérési eredmények javításai

Fig. 65. Flow diagram of processing gravity base lines and networks

Рис. 65. Схема обработки данных по гравиметрическим опорным профилям и сетям

1 — полевые журналы; 2 — каталог гравиметрических пунктов; 3 — каталог гравиметров; 4 — составление данных измерений; 5 — поправки за лунно-солнечный эффект; 6 — пересчет показаний прибора; 7 — поправка за смещение нуля (дрейф); 8 — поправки за нелинейности отсчетной шкалы; 9 — предварительные величины „ g “ на пунктах; 10 — контроль и вычисление Δg ; 11 — пункты с известными значениями силы тяжести; 12 — статистический тест; 13 — исправленные величины Δg ; 14 — масштабный коэффициент; 15 — уравнивание; 16 — среднеквадратическая погрешность единицы веса; 17 — каталог уравненных гравиметрических данных; 18 — среднеквадратические ошибки по приборам; 19 — поправки данных наблюдений

Jugoszláv—magyar együttműködésben mintákat gyűjtöttünk Isztria, ill. a Mecsek-hegység és a Dunántúli-középhegység területén. Isztria paleomágneses vizsgálatának eredményéről (1980—81-es mintagyűjtések anyaga, kb. 300 minta) az IAGA Edinburgh-i konferenciáján számoltunk be 1981 augusztusában.

A földtani alapszelvények közül a sümegi Mogyorósdomb 1. sz. földtani alapszelvényének vizsgálatát folytattuk. Mintegy 50 m hosszú szakaszon kb. 50 mintát vettünk. A mágneses polaritás alapján kiegészítettük az 1980-ban meghatározott zónaváltási skálát. Az új szakaszon kapott eredmények egyben megerősítették a korábban javasolt korrelációt (66. ábra).

Olaszfalu, Eperkéshegy albai alapszelvényének teljes feltárt vastagságát megmintáztuk (25 réteg). Azok a minták, amelyek eredményt adtak, kivétel nélkül

66. ábra. A sümegi felső jura — legalsó kréta polaritászónák összehasonlítása a tengeri anomáliákból származtatott polaritászónákkal

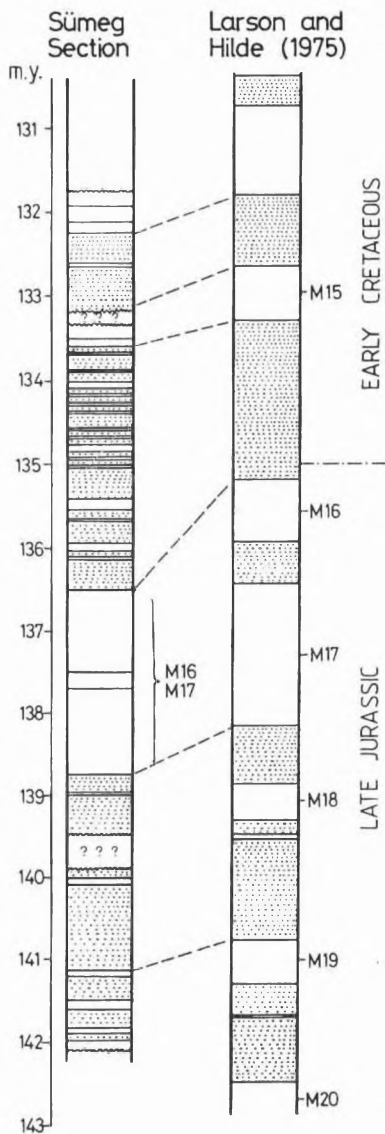
Pontozott szakaszok: normál polaritás; fehér szakaszok: reverz polaritás; kérdőjelek: mintavételi hiány

Fig. 66. Comparison of the upper Jurassic — lowest Cretaceous polarity zones at Sümeg with polarity zones derived from sea anomalies

Dotted sections: normal polarity; white sections: reverse polarity; question marks: lack of samples

Рис. 66. Сопоставление зон полярности от верхней юры до нижнего мела в районе Шюмег с зонами полярности, полученными по морским аномалиям

Пунктирные линии — нормальная полярность; белые участки — реверсная полярность; вопросительные знаки — отсутствие образцов



normál mágnesezettségűek (13 minta). Ez összhangban van az eddigi ismeretekkel, mely szerint az albai emeletben a maihoz hasonló volt a földmágneses tér polaritása.

A harmadik vizsgált földtani alapszelvény a felsőörsi Malomvölgy középső triász szelvénye volt. Itt minden második mintázható rétegből dolgoztunk fel rétegenként 1—1 mintát. A cél elsősorban a kőzetanyag paleomágneses vizsgálatra való alkalmasságának eldöntése volt. Megállapíthatjuk, hogy a felsőörsi Malomvölgy triász kőzetanyagának mágnesezettsége igen bonyolult, valószínűleg több fázisban mágneseződött hematit hordozza. Rétegenként több minta lesz szükséges ahhoz, hogy a polaritásról megbízható képet alakítsunk ki.

A bauxitok és mellékkőzeteik paleomágneses vizsgálata keretében a Halimba—3 mélyművelés valamint Gánt és Szóc külszíni fejtések anyagából mértünk bauxit- és mellékkőzet mintákat. A bauxitok mágnesezettsége — mint az várható volt — igen bonyolultnak bizonyult, de a váltóterű és termolemágnesezés együttes alkalmazása biztató kezdeti eredményeket szolgáltatott. A fedő és fekvő képződmények mágneses szempontból egyszerűbbek, de a mágnesezettségük kora néha bizonyíthatóan fiatalabb rétegtani koruknál (pl. Gánt). A bauxitok mágnesezettségén végzett első mérések azt mutatják, hogy bauxitokból a normál üledékes kőzetekben kielégítő mintaszám többszörösét kell gyűjteni és vizsgálni ahhoz, hogy szignifikáns eredményre jussunk.

Példák az ELGI külföldi tevékenységéből

*Mongóliai Nemzetközi Földtani Expedíció**

Az előző évek gyakorlatához hasonlóan 1981 folyamán is folytattuk kutatási tevékenységünket Mongóliában, a Nemzetközi Földtani Expedíció keretén belül egy Földtani Térképező Csoport (a MÁFI alvállalkozásában) és egy Komplex Geofizikai Csoport működtetésével. Mindkét csoport a KGST Végrehajtó Bizottsága 87. ülésén hozott határozata alapján, Dél-Góbi körzetének réz- és egyéb ásványkincs lelőhelyeinek komplex feltárása céljából végezte kutató tevékenységét.

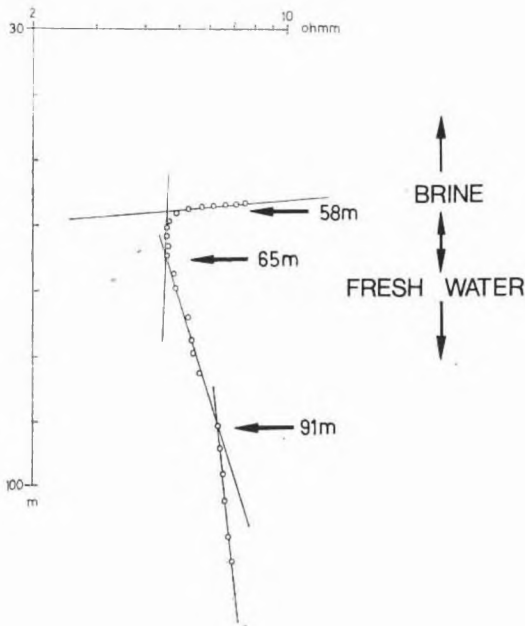
A Komplex Geofizikai Csoport feladata a (1:50 000 és 1:10 000 méretarányú) földtani térképező és kutatómunkák komplex geofizikai módszerekkel végzett kiegészítése, részben a földtani térképezés jobb értelmezhetősége, szerkezeti viszonyok tanulmányozása, részben pedig a részletező földtani térképezéssel és fúrásos tevékenységgel párhuzamosan részletező komplex geofizikai mérések végzése az ércesedés kiterjedésének, szerkezetének jobb megismerése céljából. A különböző geoelektromos (VES, GP, ellenállás-szelvényezés), szeizmikus és földmágneses módszerekkel végzett terepi mérések az év végén befejeződtek, s megkezdődött a mérési eredmények kiértékelése és földtani értelmezése.

*Külföldi MAXI—PROBE mérések***

A 43. EAEG találkozón, Velencében bemutattuk a MAXI—PROBE elektromágneses rendszert. A kiállítás épülete előtti parkban bemutató mérést végeztünk. A villamos vezetékek, csővezetékek és egyéb fémtárgyak környezetében is sikerült olyan adó és vevő pozíciót találnunk, ahol a mérések jól kivitelezhetők voltak. A 67. ábrán látható frekvenciaszondázási görbén 58 m mélységben kaptunk egy éles töréspontot, ahol a kőzetek fajlagos ellenállása erősen megnő. Mérésünk helyszínétől 1 km-re levő fúrás karotázs szelvényével összehasonlítva arra következtettünk, hogy az említett réteghatár a sós vízzel és édes vízzel elárasztott rétegek határa.

* Zsille A.,

** Farkas I., Kakas K.



67. ábra. Sós víz — édes víz határ kimutatása MAXI—PROBE méréssel (Velence)

Fig. 67. Detection of the salt water — fresh water boundary by MAXI—PROBE measurements (Venice)

Рис. 67. Граница раздела соленой воды с пресной по данным наблюдений аппаратурой MAXI—PROBE (Венеция)

1981-ben a Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung felkérésére MAXI—PROBE tesztméréseket végeztünk több területen Dél-Bajorországban.

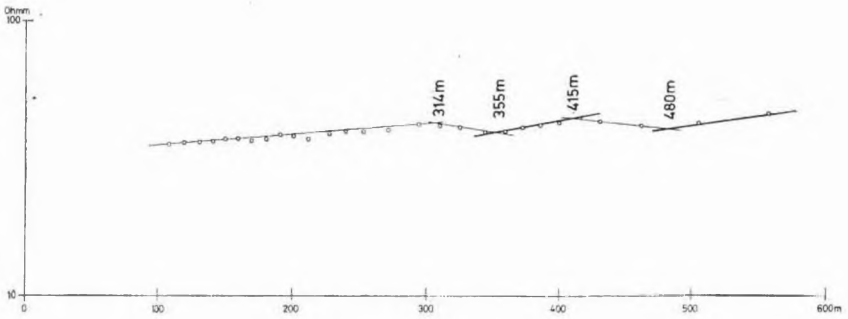
A 68. ábrán látható frekvenciaszondázást egy fúrás fölött mértük. A fúrás 312 m mélységben gránitot ért. A frekvenciaszondázás látszólagos fajlagos ellenállás — mélység görbéje 314 m-nél mutatja a gránit felszínét.

A grániton belül még további réteghatárok feltételezhetők, amelyek valószínűleg kapcsolatba hozhatók a gránit kőzetminőségének változásával. A fúrás csak 20 m-en harántolta a gránitot, így a grániton belüli réteghatárok korrelációjára nem volt lehetőség.

A 69. ábrán látható tesztszelvényt a mezozoos karbonátos alaphegység domborzatának leképzésére mértük. A 26. frekvencia-szondázási pont kivételével három réteg mutatható ki:

- egy felszínközeli kis ellenállású réteg, amelynek mélysége 25—29 m között változik;
- egy közepes ellenállású réteg, amely a karbonátos medencealjzatra települt;
- valamint a nagyellenállású karbonátos aljzat, amelynek mélysége 34—39 méter között változik.

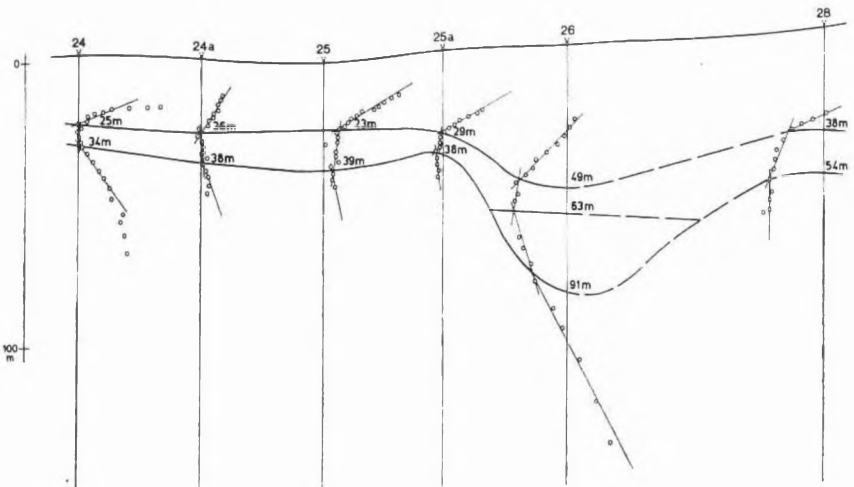
A 26. számú szondázás szerint a nagyellenállású karbonátos aljzat mélysége 91 m, és itt egy hirtelen mélyülést is feltételeznünk kell. A karbonátos aljzat bemélyedésében egy 29 m vastag negyedik réteget mutattunk ki, amelynek ellenállása nagyobb mint a fölötte levő rétegeké.



68. ábra. Gránit mélységének meghatározása (Dél-Bajorország)

Fig. 68. Determination of the depth of granite (S. Bavaria)

Рис. 68. Определение глубины залегания гранитов (Южная Бавария)



69. ábra. Karbonátos alaphegység morfológiájának meghatározása (Dél-Bajorország)

Fig. 69. Determination of the morphology of the carbonate basement (S. Bavaria)

Рис. 69. Прослеживание рельефа карбонатного фундамента (Южная Бавария)

Az ELGI folytatta 1980-ban megkezdett együttműködését a Görög Nemzeti Olajvállalattal (DEP). A NIKEX Külkereskedelmi Vállalat közreműködésével megkötött szerződés keretében szeizmikus reflexiós méréseket végeztünk Görögország északi részén, Nyugat Thráciában.

A mérések jó eredményt adtak. A vibroszeiz csoporttal együtt a helyszínen működött az ELGI által kifejlesztett, R—10 típusú számítógépre alapozott, mobil szeizmikus előfeldolgozó centrum. Az R—10 centrum használata sok előnyt jelentett a vibroszeiz mérések szempontjából teljesen ismeretlen területen.

Az R—10 centrummal meg lehetett határozni az optimális mérési paramétereket (terítés elrendezés, a sweep frekvenciája és a vertikális összegzés száma) a következő módon: először az R—10 centrum plotterével energia szerinti színes kiírást készítettünk a kísérleti egyedi szeizmogramokról. Ilyen látható a 70/a ábrán, ahol a különböző frekvenciájú vibrojellel készült szeizmogramok színes kiírásából tanulmányozható a felvételek energiatartalma. A következő lépés egy-egy szeizmogram sávszűrése (70/b ábra). Hasonló módon vizsgáltuk a vertikális összegzés számának változását és a vibrátorpont elhelyezését a terítésben. Ez utóbbira további hasznos információt adott az első, lemért szelvény két stacking szelvénnnyé való feldolgozása úgy, hogy az egyik feldolgozásnál csak a vibrátorokhoz közeli csatornákat, a másiknál csak a távoliakat használtuk fel. A szelvény lemérése és feldolgozása közötti időt gyakorlatilag csak a statikus korrekciók meghatározásának ideje határozza meg. A stacking szelvényt esetenként a szelvény szűrése vagy migrációs feldolgozása követte. Ennek a terepi előfeldolgozásnak a minősége bár elmarad a nagy centrumokon végzett feldolgozástól, de a rendkívül gyors helyszíni szelvénykészítés lehetővé teszi, hogy a mérések közben a vonalhálózatot módosítsák a földtani szerkezetnek megfelelően.

A nyugat-thráciai mérések befejezése után egy rövid, kísérleti jellegű mérést végeztünk Ny—Görögországban, igen bonyolult földtani viszonyok között. A lemért három szelvény azt mutatja, hogy a zavart földtani felépítés ellenére vibroszeiz mérésrel lehet eredményt elérni.

* * *

* Kónya A.

A.

10-40Hz

12-48Hz

14-56Hz

16-64Hz

18-72Hz

10-60Hz

10-80Hz

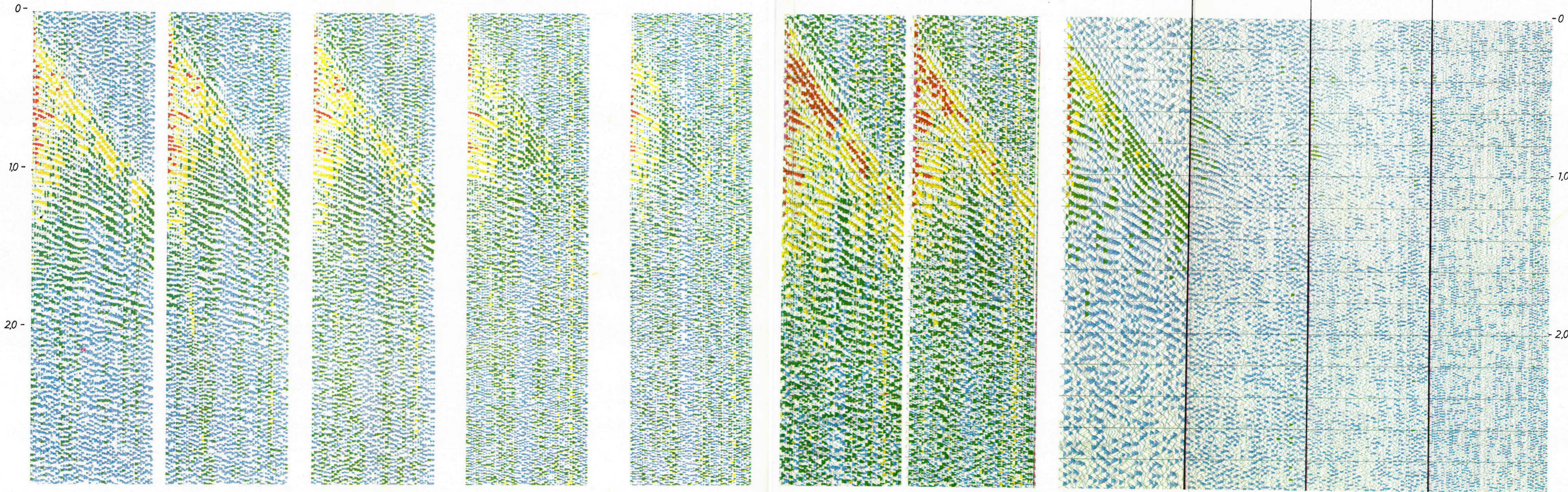
B.

10-20Hz

20-40Hz

30-60Hz

40-80Hz



70. ábra. Paraméter-meghatározó kísérletek a görögországi VIBROSEIS mérések során (amplitúdónagyság szerinti kiírás az R—10 terepi előfeldolgozó centrumon)

- A) Vibrojel kísérletsorozat
- B) 10—80 Hz-es vibrojel-felvétel szűrő analízise

Fig. 70. Test measurements to determine parameters for VIBROSEIS survey in Greece (colouring according to reflection amplitudes in the R—10 field pre-processing centre)

- A) Sweep test series
- B) Filter analysis for records of 10—80 Hz sweeps

Рис. 70. Эксперименты по определению параметров в Греции при вибросейсмических работах (запись по величине амплитуд при помощи центра предварительной полевой обработки данных типа ЕС—1010)

- A) серия экспериментальных записей вибросигналов
- B) Фильтрационный анализ записи вибросигналов 10—80 гц

A Könyvtár jelenlegi állománya 23 365 kötet könyv és folyóirat, valamint 27 146 egyéb könyvtári egység. Állományunkat 1981-ben 478 kötet könyvvel, 372 kötet (2270 db) folyóirattal, 1370 dokumentációs kiadvánnyal, 270 db műszerprospektussal gyarapítottuk. Folyóirattárunk 5 féle új folyóirattal bővült. Nemzetközi kiadványcsere révén 511 db kiadványt kaptunk és 59 országba, 556 címre, 1330 kiadványt küldtünk. A könyvtári szolgáltatásokat 1981-ben 6099 olvasó (kölcsonzó) vette igénybe.

* * *

1981-ben a következő *kiadványokat* jelentettük meg:

1. A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1980. Évi Jelentése
2. Geofizikai Közlemények 27. kötete
3. Annual Report 1979 of the Tihany Geophysical Observatory
4. Study of the Earth Tides (Bulletin of KAPG, No. 4.)

ANNUAL REPORT OF THE
EÖTVÖS LORÁND GEOPHYSICAL INSTITUTE
OF HUNGARY
FOR 1981

1 GEOPHYSICAL PROSPECTING

1. GEOPHYSICAL EXPLORATION

The field work of ELGI for 1981 is presented in the map of *Fig. 1*.

In the framework of “*regional exploration of the Transdanubian Central Range*” coal- and bauxite reconnaissance exploration was carried out. The Exploration Information System (EIS) was utilized in the “discovery” phase, moreover ELGI took part in coal exploration in the exploitation phase with high resolution seismics.

Using the result of geophysical surveys 158 boreholes were located (totalling 17,430 m of drilling); of these 158, 141 were for bauxite, 17 for coal exploration. 27 (19%) boreholes hit exploitable bauxite and 10 (59%) coal. Hopeful raw material indication was marked by 28 boreholes (18% of all drilling).

In 1981 systematic regional *Eocene coal exploration* started in the Transdanubian Central Range in an ELGI-MÁFI (Hungarian Geological Survey) cooperation. Three areas received priority: these were where in the vicinity of present mining activities further reserves are urgently needed. Of these three, two are presented here by means of examples. In the Csetény-Szápár basin, where coal seams are not connected to the carbonate Triassic basement, reflection profiles were shot to trace their distribution. In the migrated depth section (*Fig. 2*) apart from the surface of the Triassic basement, that of the Cretaceous, which underlies the coal complex, the Eocene-Oligocene boundary and the tectonic set-up of the area could be determined.

In *Fig. 3* the reconnaissance exploration of another area, the so called Márkus Hill West, is presented. The filtered residual anomaly map is the result of a detailed gravity survey. The south-eastern border of the survey is the present mining area; other limits were marked out by barren boreholes. The area comprises the Bokod II mine as well. In the central part of the map the arc-like minimum zone represents the prospective area, to be explored by other geophysical methods.

The exploration of the south-eastern foreground of the Gerecse Mts. was continued, using the EIS system (see Annual Report 1979). The geological interpretation of the geophysical surveys in the Tarján coal field is presented in *Fig. 4*. From borehole logs, interpreted uniformly and stored in the computer, geological cross sections of arbitrary direction were constructed using all

available geophysical data as well (*Fig. 4/a*). For geophysical methods the primary horizon is the surface of the Triassic basement; in the greatest part of the area this forms the basement of coal and bauxite deposits. Reflection seismics and EM multifrequency sounding divide the overlying complex thus enabling us to determine the age faults (*Fig. 4/b*). The maps of *Fig. 4c, d* and *e* show the fault system at the south-western boundary fault of the coal field, as determined from potential mapping (PM). Map *f* shows the tectonic blocks constructed using all available geological-geophysical data.

The information served

- to locate faults of more than 30 m amplitude, and to correlate these faults,
- to determine dips of basement and coal complex in individual blocks,
- to determine—in favourable cases—the age of faults and their faulting angle.

In the exploitation phase of coal exploration high resolution seismics was used above the main drift of the Nagyegyháza Mine. The task was to determine the location and amplitude of faults. Planning and interpretation was done by using the geological cross section (*Fig. 5/a*). The phase and wavelet corrected time section (*Fig. 5/b*) and the migrated time section (*Fig. 5/c*) are appropriate for geological interpretation. Horizontal and vertical resolution power of the cross section is about 5–10 m. Faults of 1–5 m amplitude, marked during tunnel driving, can be seen on the seismic section only in exceptional cases (7²⁵, 8⁶³, 12⁷⁸). By comparing the seismic and geologic sections, it can be seen that the reflection section reveals the location and age of several faults more correctly and some faults, clearly visible on the seismic section, were not known before—in spite of the dense drilling net.

In the framework of the “*Senonian brown coal exploration programme of the Bakony Mts*” the second phase of regional exploration was carried out in the Sümeg–Ukk–Gyepükaján area. The methodology of exploration of mid-sequential deposits was elaborated by combining the reflection seismics and EM multifrequency soundings.

Evolution of *bauxite exploration* is illustrated in *Fig. 6*. The ridge was first delineated by gravity. The limiting faults could be marked out from the filtered residual anomaly maps. Refraction seismic profiles located perpendicularly to the ridge and supplemented by side shots and vertical electric soundings divided the ridge into three parts:

- the western, 100–200 m deep ledge, perspective for bauxite. For the exploration of this part borehole No. Cseh-14 was located;
- the central part, which rises near to the surface;
- the eastern part, where the carbonate basement of Triassic–Jurassic age deepens by step faults.

After the completion of borehole Cseh-14, EM frequency soundings were carried out along the profile (*Fig. 6/c*). Using the results of these a detailed geological interpretation was made and borehole Cseh-15 located. It reached the basement at the depth predicted by geophysics—even in the vicinity of a fault.

A detailed geophysical survey was carried out in the south-south-eastern part of the Iharkút bauxite occurrence. For the use of 1:2000 scale maps a good example is the exploration history of the vicinity of borehole Nb-319 (*Fig. 7*). After completing the first phase in 1980, map *a* of geological interpretation was made. Based on the recommendations borehole Nb-319 was drilled; it crossed 91 m of bauxite. The task of the second phase was the delineation of the bauxite containing cavity. The result was map *b*. To clarify fine details EM multifrequency soundings were made (*Fig. 7/c*). These enabled even the near vertical dolomite walls to be detected.

The exploration of the *Velence hills* continued by regional structural- and ore exploration. The location map of all geophysical measurements is given in *Fig. 8*. On the anomalies of former regional ΔZ maps a detailed 50×100 m ΔT net was commenced (*Fig. 9*). Along some of the profiles the causative bodies were computed (*Fig. 10*). The ΔT survey will continue in 1982.

For interpreting gravity the Bouguer anomaly map was computed by $\sigma = 2.65 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ density, characteristic of granite. The filtered residual anomaly map (*Fig. 11*) does not depend on topography and contains much valuable information on the granite pluton:

- gravity minima mark out structural lines;
- the narrow minimum zone surrounding the granite semispherically should be connected with the tectonic zone where granite intruded into older Paleozoic formations;
- these Paleozoic formations have a higher density than granite, thus the positive anomaly chain indicates their presence even where no outcrops are known;
- it is supposed that granite is limited on the south-western side by a NE-SW structural line.

To further explore the granite area magnetotelluric soundings and experimental EM multifrequency sounding (MFS) were carried out. Their results are presented in *Fig. 12*, together with the geological interpretation of the former seismic reflection profile Go-13 (see Annual Report, 1980). As a result of the experiments it can be concluded that:

- Neogene sediments are divided by MFS,
- the base of Neogene is easily distinguishable,
- the metasomatite complex can be divided by MFS.

Results of seismic reflection measurements are exemplified by cross section Go-21 (*Fig. 13*) of direction NW-SE. To improve the resolution, the field

technique of earlier years was modified: split-spread shooting of 0.2 kg charge (*Fig. 13/a*) and end shooting of 2.0 kg charge (*Fig. 13/b*), each with six-fold coverage was used on the profiles. Interpretation of the section is not easy: according to the geologic log the metasomatite is heterogeneous, but unstratified; in spite of this in the depth range of 200–300 m the reflection profile shows good reflecting layers. Well logging proves the presence of varying physical parameters. Stratigraphic investigations are still under progress, their results may clear up the problems. Under the surface of the diorite (δ_E , marked by red) layering is still to be observed together with marks suggesting faults.

The rock magnetic and paleomagnetic study of andesites, diabases and granites has been commenced. From the first results it can be deduced that the andesite-volcanic activity occurred before the relative movement of Europe and Africa terminated, probably in the Tertiary. The characteristic magnetization of the diabases is similar to that of the andesites, but this does not mean that they were of the same age. Methodological research on the granites ended with a positive result: thermo-demagnetization in several steps results in the removal of additional remanent magnetization.

In the course of ore exploration the detailed IP survey, started in 1979, was continued in the eastern part of the Velence hills. An attempt was made to determine the causative bodies from the apparent chargeability (P_a) map (*Fig. 14*). Metasomatite generally causes strong anomalies.

In *northern Hungary* an integrated geophysical survey was carried out in two areas: in the *Central and Western Mátra Mts.* with the aim of regional structural- and ore exploration. In about 165 km² the supplementary gravity network was completed to reach 16 stations/km² in the central area and 10 stations/km² in the margins. From the survey of 1980 a Bouguer anomaly map with correction of $\sigma=2.4 \cdot 10^3$ kg/m³ density was constructed (*Fig. 15*). The maximum—apart from local, shallow source anomalies—is remarkably symmetric. It may be the effect of a deep basement elevation or high density intrusion, or both.

The regional IP survey continued on 54 km² adjoining to the north and west of the survey area of 1980. On the map of *Fig. 16* it can be seen that P_a anomalies are delimited except to the east. The specific resistivity varies between 50 and 100 Ω m over the area. The considerably lower resistivity is connected with clay mineral decomposition. In accordance with earlier observations IP anomalies can be correlated with structural events: above marginal faults of volcano-structural units there are generally IP anomalies and they coincide with reflection free parts of seismic sections.

In the framework of the “*Regional exploration of the Aggtelek–Rudabánya hills*”—which is an extension of the Darno zone—the integrated geophysical survey was continued. Bouguer anomaly maps of $\sigma=2.0$ and $2.6 \cdot 10^3$ kg/m³

density were constructed for the whole area of the Darno zone, and then filtered residual anomaly maps computed using high pass filters of Meskó with parameters $s=250$ m, $\kappa=3$ and $s=500$ m, $\kappa=3$ respectively. Not one density value exists that could be used uniformly for the whole area. These maps (e.g. that presented in *Fig. 17*) contain much useful information on the structure of the area.

A detailed magnetic survey was carried out to determine the causative body of the SW-NE strike, more than 5 km long magnetic anomaly zone, which is nearly parallel to the axis of the Jósvaldő anticline. Two model calculations were made: for simple and for complex magnetic bodies. In *Fig. 18* the results of computation on complex bodies are presented; these agree well with measured anomaly values. Although the effect of topography was included in the computation, the errors of the parameters given in *Table I* (page 34) can reach as much as $\pm 20\%$.

Geoelectric and magnetic measurements were carried out on ore indications. In *Fig. 19* one of the integrated geophysical profiles is presented. As there is no IP anomaly along the profile and even the susceptibility values are low, only low concentration magnetite mineralization can be expected. These measurements—besides clarifying the possibilities of ore prospects—can be used for geological mapping as well.

To investigate the iron ore bodies in the vicinity of Rudabánya, a detailed ΔT survey was carried out. On the anomaly map (*Fig. 20*) the distribution and thickness of the iron ore to a depth of 300 m is marked as well. If the magnetic anomalies are compared with the great number of borehole data it can be established that iron ore bodies similar to the Rudabánya type, of susceptibility of $250 \cdot 10^{-6}$ cgs, can be explored by detailed magnetic survey if the depth of deposition is not greater than 25 m and if the deposit thickness exceeds 10 m. This statement is corroborated by model calculations.

On the topic of *water exploration* the geophysical investigation of the *alluvial cone of the River Maros* has been completed and two new survey areas commenced. From the exploration results of the Maros area two ρ_a — P_a graphs are presented: one from the Kevermes-II/P borehole (*Fig. 21/A*) and one from Tótkomlós III/P (*Fig. 21/B*). One can see the difference in stratigraphy between the eastern (Kevermes) and the western (Tótkomlós) area.

On the *Island of Mohács* the task of the geophysical survey, planned for several years, is to furnish data on the alluvial cone of the Danube as a primary water source, and on the Mesozoic carbonate basement as a secondary water source. Water is needed for the regional water supply of south Hungary including the town on Pécs and its surroundings. The thickness of the coarse detritus was determined by vertical electric soundings and induced polarization measurements (*Fig. 22/A*). Engineering geophysical soundings divided the cone to three, well correlatable layers (*Fig. 22/B*). They provided proof, at

the same time, that the near-surface layer yields protection against pollution of the reservoirs.

The Mesozoic basement can be found at the surface near the northern border of the investigated area, whereas in the vicinity of Mohács town it was reached at a depth of 600 m. With VES measurements the surface of the basement could be well contoured and its resistivity determined as being a few hundred Ωm . Thus it is supposed that the weathered, fissured upper zone of the basement is a good aquifer.

The *terrace and alluvial cone of the River Rába* is the target of a two-year geophysical survey. In the first year the southern, about 80 km² part was investigated by VES, IP sounding and profiling, and engineering geophysical sounding. In spite of the complicated sedimentary conditions of the Pleistocene and upper Pannonian the sediments could be divided into five layers—excluding soil (*Fig. 23*). These layers are: terrace sediments, alluvial cone, argillaceous marker bed, lower sandy—clayey complex, argillaceous floor. From these five the terrace, the cone and especially the lower sandy—clayey complex may be favourable for water yield.

2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2.1 SEISMIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2.1.1 Seismic areal measurements in the Zsámbék coal basin*

Since the interpretation of complex structures cannot in many cases be solved by conventional seismic measurements along linear profiles, we have gradually turned our attention to wide-line profiling then towards areal measurements (our first wide line profile—the Mk—2/73—was measured in 1973).

In the Zsámbék basin a full-scale areal seismic survey was carried out in 1980–81, upon a contract of the Central Office of Geology and the State Office for Technical Development. (Geophysical prospecting of the Zsámbék basin has been proceeding since several years, see our previous Annual Reports.) As a result of the appropriate methodological preparations the final results met the requirements of mining planning. Even though some of small tectonic elements affecting work-out have not been traced, the seismic measurements—integrated with subsequent exploratory borehole data—were of great significance.

At the project site the depth of the Eocene coal seams was about 400–500 m, their thickness about 10–20 m. The terrain was undulating, cultivated land so that the measurements had to be carried out during late fall and early spring to minimize damage. The area of the project site was about 1 km², the measurement geometry is shown in *Fig. 24*. A block-like system was applied, with 25 m geophone spacing and a 125×150 m shotpoint grid. The recording equipment was a 60 channel DFS-V. The depth-point grid spacing of 12.5 m provides an adequate mapping up to 30° dips, for $f_{\max} = 80$ Hz (*Fig. 25*). In the basic system 480 channels correspond to a given shot point, the maximum shotpoint–geophone distance is about 400 m. (This limit was determined on the basis of the critical reflection: for $\bar{V} = 2,000$ m/s, $V_b = 4,500$ m/s, we have $X_{\max SP-G} \sim h$). The average fold number was designed to be 4; since, however, no overlapping blocks could be used some recordings occurred at greater distances than the theoretically set maximum shotpoint–geophone distance so that the fold number has become greater in some places.

As energy source, conventional explosive was used in drilled holes; the charge was kept as small as possible (0.2–1.0 kg Paxit IV) in order to obtain higher

* Drahos E., Sipos J., D. Lőrincz K., Majkuth T., Ráner G., Zsadányi É.

frequencies. The charges were placed beneath the bottom of the weathered layer. For this purpose we applied the thickness map of the weathered zone, obtained in previous surveys. Typical field records are shown in *Fig. 26*.

The preliminary static corrections were computed from interpolated up-hole times and from refraction data.

The measured data were processed on a RYAD-35 computer, using the SDS-3 seismic package. This was the first occasion that the package (created by the Central Geologic Expedition of the Oil and Gas Ministry of the USSR, Moscow) has been used for the processing of 3-D data. For this task, we had to supplement the system with new programs and to modify some of the existing ones. In 1981 our basic task was to create a means for the computation of stacked time sections along arbitrarily oriented straight lines.

The processing flow-chart is shown in *Fig. 27*. Because of the large amounts of data we modified the available static (STAT) and muting (MUTE) programs. A new routine was written that computes for each trace the coordinates of the geophone point, of the shot point and depth point, respectively, together with the length and azimuth angle between the shot- and geophone-points. All these data are entered into the corresponding trace header. The program can be used for arbitrary—regular or irregular—areal systems. The direction (or directions) of the line of interpretation should be determined according to the local structural conditions. There is a special trace gather program that collects, on the basis of some given criteria, the appropriate traces belonging to generalized CDP points within a 2-dimensional strip, along the line of interpretation. After this CDP gather, the further processing goes on as usual in the CDP method.

Dynamic corrections were performed by means of the velocity functions known from previous measurements. In small selected parts of the profiles we also carried out constant velocity scans. To increase coverage, this operation was extended to three parallel profiles (*Fig. 28*).

The signal/noise ratio of the stack was improved by a multichannel wavelet shaping and phase correction procedure. The procedure equalized the waveforms prior to stacking and decreased the phase errors due to inaccurate static and dynamic corrections (*Fig. 29*). The application of this program has greatly increased the correlation of seismic horizons, the resolution of the sequences within the Eocene–Oligocene–Miocene formation also became much clearer.

The final band pass filter used for interpretation was selected on the basis of a filter test (*Fig. 30*). The time section of *Fig. 30* was migrated with our recently developed 45° wave-equation migration program. Unfiltered and filtered versions of the migrated section are shown in *Fig. 31*, the frequency bands are the same as in *Fig. 30*. The trench-like structure on the surface of the Triassic formations clearly appears on the migrated section filtered to 20–40 Hz. Diffraction events were completely removed by the migration program.

Total CPU time for one depth point was 11 s without migration. Altogether some 160 km N-S oriented profiles (denoted by E) and E-W oriented profiles (denoted by K) were processed. For further processing, we intend to write a new 3-D migration program, in 1982.

Geologic interpretation of the time sections is shown in *Fig. 32*. In the N-S oriented sections (E 49-53) the structural elements are easily recognized, the sections are spaced 12.5 m apart. Besides the major terminal fault at the south end of the profile there appear some smaller faults as well. The surface of the Triassic formation is clearest in the intermediary (20-40 Hz) range, the Eocene coal formation and the Oligocene-Miocene overlying formations are better resolved with higher frequencies (40-80 Hz).

2.1.2 Seismic exploration for faults in coal mines*

The introduction of the seismic method to explore the tectonics of deep coal mines was prepared by a theoretical study of channel waves (Annual Report for 1980). Information gained during these studies and the recently developed instrumental background made it possible to initiate, in 1981, the first actual measurements in mines.

These so-called seismic seam wave measurements are based on the particular properties of the disperse channel waves propagating in the coal seam wave-guide. Channel wave (i.e. seam wave) arrivals can be divided into two distinct phases: disperse Rayleigh waves consisting of P-SV waves, and disperse Love waves consisting of SH waves. In mining seismology we generally try to record the latter wave type since it is well-known that its lowest groupvelocity, highest amplitude component—the Airy phase—almost exclusively propagates within the coal seam, that it carries information on the inner structure of the seam. There are two different kinds of seam wave measurements, the *method of transmitted waves* based on direct seam wave arrivals and the *method of reflected seam waves*.

While in practice we generally applied both methods, on an industrial scale however we can only use the transmitted wave technique. The basic idea of the method is that we record the direct seam wave propagating through the coal seam to be studied. To do this, the part of the seam to be explored should have at least two open faces. If a full seam wave is recorded, i.e. if it contains all frequency components including the Airy phase, this implies the presence of a continuous formation between the source and the receiver. Indeed, if there were any discontinuity in the bed due to tectonic or other causes, some of the wave energy propagating inside the bed would be scattered out of the

* Bodoky T., Cziller E., Törös E.

bed on these inhomogeneities causing the absence of definite frequency bands in the observed waveform. Thus, the absence of high-frequency components (first of all from the Love wave) implies some disturbance along the propagation path. The spectrum of the missing constituents is connected with the size of the inhomogeneity (fault amplitude).

A result map of the transmission measurements is shown in *Fig. 33*. At the study site it had been planned to start a new front between two nearly N-S oriented galleries: the very beginning of the W gallery however hit two faults greater than the thickness of the seam. Since these faults did not appear in the E gallery it was thought possible that they would continue NW-SE-wards across the whole field to be worked out. To delineate the location of the faults, the transmitted seam wave method was applied. The measurement was performed with two-component horizontal geophones and an ESS-01-24 type digital summing equipment. As energy source small explosive charges of 50-100 g were used.

The interpretation was made manually, on the basis of the Airy phase. Regions, classified as totally transmitting, partially transmitting and non-transmitting, respectively, clearly delineate the possible locations of the fault. It has been found (see the result map), that the faults run approximately parallel with the connecting gallery and terminate some 80-100 m away from the E exploratory gallery. As an additional item of information the measurement also clarified that the coal field is totally undisturbed S of the faults; that is, apart from the already encountered faults, no new ones should be expected.

2.1.3 Geological-geophysical computing centre based on the RYAD-35*

The basic configuration of ELGI's RYAD-35 geological-geophysical computing centre was purchased in 1979. By the end of 1981 we accomplished most of the necessary extensions in order to transform the original general-purpose system to a dedicated geophysical processing centre. (The present configuration is shown in *Fig. 34*).

The most important extensions were as follows:

- a) The real operative (ferrite) memory of the processor was extended to 1 Mbyte: this extension involved changing the whole processor. Instead of the 512 kilobyte ferrite-core memory of the old processor the new one contains a 1 Mbyte solid state store built up of 4 kbit chips. In its present form it is much more compact and has additional features, such as
 - speed of computation is approximately 17% higher;

* Csercsik F., Kaszás M., Sipos J., Zilahi-Sebess L.

- 8 additional commands;
 - one of the selector channels can work in the block-multiplex regime;
 - the reliability of the system has increased, its maintenance is easier due to the increased spare parts set.
- b) The direct-access background memory has been supplemented by a set of BASF disks of altogether 360 Mbyte capacity (units Nos 2 and 3 in Fig. 34). Including these, the direct-access memory is now 480 Mbyte. Each of the BASF 6012 units contains two independent disks, these are treated by the operating system as two logically independent IBM 2314 type 29 Mbyte disks.
- c) As a first step of our VIDEOTON VT 55000 type teleprocessing system, we installed 4 terminals, (units 12, 13, 14 in Fig. 34) that make possible the interactive writing and editing of programs in the CRJE (Conversational Remote Job Entry) regime, within our facilities.
- d) A CALCOMP plotter was purchased and installed (units 15, 16 in Fig. 34). The plotter was interfaced on-line through the CRJE control unit (unit 12) to the RYAD-35 processor. Besides the hardware developments a new software emulator section had to be inserted into the control unit of the VT 55000, to control the plotter. Programming of the CALCOMP plotter is much simplified by the fact that the most frequently occurring functions (connecting two points by a straight line, plotting of characters of an arbitrary size and position) are carried out independently, by the control unit's own microprocessor. The HCBS (Host Computer Basic Software) contains several routines for a more convenient programming of the plotter. The plotter has been interfaced to the system by means of the BTAM I/O routine (CALCOMP).
- e) The off-line VERSATEC plotter (units 23, 24, 25) primarily serves for seismic display purposes; by means of the VERSAPLOT 07 program, however, any programs prepared for the CALCOMP can be used for this plotter as well.

An advantageous feature of our system is its compatibility with the IBM 370/145 machine. This feature has turned out extremely useful in the simple interfacing of new hardware elements, in the simultaneous application of geophysical packages and service programs written under RYAD and IBM operating systems. Several operating systems have been installed and checked out (RYAD OS/MFT 4.1; IBM OS/MFT 21.8). Recently, we use exclusively the IBM virtual OS/VSI system, with BTAM access method for telecommunication. The selection of the OS/VSI seems to be the most beneficial for our purposes, since

- it makes it possible to simultaneously run as many as 16 programs (even though in geophysical practice we do not run more than 5). A simultaneous

run of programs demanding a large amount of computations and of data transfers, respectively, greatly contributes to the economic utilization of the system;

- owing to the virtual storage the total memory required by the individual programs can significantly exceed the real memory capacity;
- our experiences suggest that the requirement for paging is relatively small;
- the resources are dynamically allocated according to the optimal exploitation of the system;
- the SPOOLING method of optimal utilization of the I/O units is an inherent part of the system;
- the system-administration activity is kept at a reasonably low level.

Some of the geophysical applications:

a) Seismic data processing is done in about 66% of the total time. To date, two seismic packages are available: the SDS-3 seismic package, developed by the Central Geological Expedition of the Oil and Gas Ministry of the USSR, Moscow and the basic software package of Petty Ray, USA.

The purchase and installation of these two systems have rendered it possible for routine seismic processing to be started in a very short time and for our seismic programming development to be focused on special new projects (3-D processing, colour plots, etc.).

- b) Computation of the mineral resources assessment. The previous data base of the raw material balances of the Central of Office Geology has been transcribed from the MINSK-32 to the new RYAD-35 machine, by means of the 35's emulator program. From 1982 onwards these computations will be done on the RYAD-35.
- c) Magnetotelluric and VES programs. The complex consists of magnetotelluric interpretation programs developed in ELGI; we have also adapted VES programs of the United States Geological Survey.
- d) Economic and miscellaneous applications. Management and administrative task such as, for example, the processing of personnel and labour data have also been run on the RYAD-35 machine. We have been able to make excellent use of the GRASP (Geologic Retrieval and Synopsis Program) interactive geologic data base management system of the United States Geological Survey, jointly installed in 1981 for the RYAD-35 by USGS and ELGI experts.

2.2 GEOELECTRIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2.2.1 Some new methodological and economic aspects of the combined application of telluric and magnetotelluric measurements*

In ELGI the combined application of telluric and magnetotelluric measurements has been carried out for more than a decade. The TEM-80 type digital telluric equipment developed in 1980 (Annual Report 1980) and data processing on HP-9845 desk-top computers have opened up new vistas. These new possibilities are the more important the greater the deviation of the geoelectric model of the study site from a horizontally layered laterally homogeneous structure. There is abundant literature on magnetotelluric (MT) model computations for different types of inhomogeneities (trenches, faults, anticlines, dipping screens) and it is pretty well understood for any given structure what is the main direction where the sounding curve should be interpreted to yield the depth of the high-resistivity basement, or that of the top of the screen, etc. Even though the problem and its solution are basically very similar for every electric-electromagnetic method, paradoxically for the other methods the main structural directions should be known prior to the measurements, while in MT we can carry out the measurement in two arbitrary, perpendicular profiles and the sounding curves can be computed subsequently for the main directions corresponding to the polarizations E and H.

In 1981 we prepared a new program for the HP-9845 computer that derives (from some 30-40 minutes of registration) the conductivity conditions in the main directions and the directions of anisotropy. *Figures 35 and 36* show the so-called telluric absolute ellipses, for two different sites, normalized to the telluric base. Their orientation shows the local (*Fig. 35*) or regional (*Fig. 36*) structural conditions, their elongation represents the measure of horizontal anisotropy, their area characterizes the summarized longitudinal conductivity below the point of measurement. The program can be used for the construction of different maps (major axis ratio A_B/A_M^{**} , minor axis ratio B_B/B_M^{**} , A^{-1} , $A^{-1/2}$, orientation of the major axis, etc.), depending on the specific tasks. The conventional telluric maps (A^{-1} or $A^{-1/2}$) can be considered as the geometric mean

* Nemesi L., Csörgei J.

** B and M represent basic and moving stations, respectively

of the conductivities measured in the main directions. Obviously, they are the less applicable for the mapping of the depth details of basement morphology the less the assumption of a horizontally homogeneous geological build-up is justified, i.e. the more the ellipses differ from a circle. According to the literature for a region like Fig. 35 the basement morphology is best mapped on the basis of the H-polarized (minor axis oriented) conductivity ratios; for models like Fig 36, E-polarized (major axis oriented) conductivity ratios should be used. For the present purpose this last solution seems much more interesting since, limiting ourselves to the strict study site, the basement morphology does not imply an orientation parallel with the Hernád valley. Scrutinizing however the surrounding regions to the east and the west, eastwards there is a high-resistivity wall formed by the andesites of the Zemplén hills, while to the west there is a basement outcrop along a major fault, approaching the surface short of a few hundred meters. This means that our study site is a small part of the centre of a long trench. For such a model the E-polarization (major axis) direction is more reliable for basement mapping. The orientations and axis ratios of the telluric ellipses have been verified by magnetotelluric polar diagrams. This is proved by Fig. 37 showing a comparison between the E-polarization conductivities of the MT sounding curves in the Hernád valley and the lengths of the major axes of the normal telluric absolute ellipses measured at the same locations.

For the study sites presented we used, instead of the conventional A^{-1} or $A^{-1/2}$ maps, the telluric parameters along appropriate directions in order to construct the basement contour maps. This has rendered it possible to apply the telluric-magnetotelluric complex even in relatively complicated regions.

We think this case history has a very important lesson. Indeed, due to the ever more complicated exploration tasks the justification of the telluric method has been queried several times while magnetotellurics—even though it is more expensive by a factor of 20–30—has been pushed forward on account of its higher success rate with horizontal anisotropy problems. Keeping in mind, however, that there are means even in the telluric method to control the directional dependence of the information we will see the joint application of the telluric and magnetotelluric method (and the economy of this joint application) in a new light.

The cost of a combined telluric-magnetotelluric survey is about 25%, the total time of measurement some 10%, as compared with the same survey executed using MT alone; at the same time the geologic information is significantly more than would be expected from the expenses.

The reported experimental-methodological works have been carried out with the financial and moral support of the Hungarian Oil and Gas Trust (Hernád valley project) and the Mecsek Ore Company (Villány hills project); we would express to our clients our sincere gratitude.

2.2.2 Examples showing the application of the electromagnetic method*

Mapping of steeply dipping interfaces

The determination of the exact dip of steeply dipping boundaries — a very important factor in resource estimates and the planning of new mines — is a very difficult task for surface geophysical techniques. In favourable cases the great horizontal resolution power and high accuracy of depth determination of the electromagnetic frequency soundings make it possible to solve this problem. The results of the MAXI-PROBE electromagnetic frequency soundings are affected by surface topography. To increase the accuracy of depth determination we supplemented the interpretation program package with a topographic correction routine. The efficiency of this program has been checked by test measurements.

The measurements were performed over a borehole, with the transmitter and receiver 300 m apart, the receiver being 9 m (3.3%) higher than the transmitter. Curve *a* of Fig. 38 was computed by means of the topographic correction. There is a fair correlation between the breaking points of the curve and the layers of the borehole. Without topographic correction (curve *b*), the correlation deteriorates. The error committed in the determination of the depth of the Triassic limestone is 9% in the case without correction, this error significantly exceeds the depth accuracy of the MAXI-PROBE method. In field practice, the differences between transmitter and receiver elevations should be determined by levelling.

In 1981 a new topographic correction program was inserted into the processing system working on the HP-9845S and the Commodore computers. This program separates the two cases—either the transmitter or the receiver being in the higher position. This correction further increased the vertical resolution power and the accuracy of depth determination. The program is applicable up to 7% elevation differences.

Figure 39 shows an electromagnetic section, horizontal scale 5 times expanded, measured over a terrain of undulating topography. Frequency soundings were carried out 12.5 m apart. At the right hand side of the figure the steeply dipping Triassic basin floor at about 400 m depth appears on four frequency soundings. For identical vertical and horizontal scales the dip of the basin floor would be 40°. In the above example, transmitter and receiver were 600 m apart.

Determination of fault amplitudes when the overburden has horizontally changing resistivity

In the Tarján region a combination of different geoelectric methods was utilized to investigate the SW boundary fault of the coal-bearing Eocene

* Farkas I., Gyurkó P., Kakas K., Kardeván P., Rezessy G.

formations. The location of the faults can easily be traced on the conductivity maps of Fig. 4: for faults parallel with the boundary fault see map *c*; for perpendicular faults, map *d*. For a two-layer geological model the conductivity map can be transformed into a depth map, so that fault amplitudes can be determined. For the model presented the average resistivity of the series of layers overlying the Triassic basin floor on the downthrown side changes due to the appearance of the Eocene formations (denoted in orange), so that the conductivity values obtained from potential mapping cannot be properly used for determining the fault amplitude.

We also performed VES measurements along the profile and obtained a reliable picture of the Triassic limestone morphology beneath the low resistivity Oligocene layers (Fig. 4*a*). At those places, however, where the Eocene layers appear, the VES indicates some Eocene interface, as the ρ_{∞} horizon instead of the Triassic limestone. It is mentioned that the vertical electric sounding cannot contribute to any further subdivision of the upper most 100 m of the Oligocene, or of the approximately 200 m thick sediments below.

The electromagnetic frequency soundings (Fig. 4*b*) provided a more detailed resolution of the overburden, and an accurate amplitude of the major fault bounding the Eocene in spite of the laterally changing resistivity of the layers overlying the Triassic basement. The resolving power of the electromagnetic frequency soundings is significantly higher for increasing distances than that of the VES, the depth of the Triassic can also be accurately mapped, even for a laterally changing overburden. The VES carried out over the borehole at the downthrown side estimated the basement depth with a 20% error whereas the inaccuracy of the electromagnetic frequency sounding was only 2%.

Tracing of facies changes

Determination of the respective dips of a discordant sequence of layers and the detection of facies changes yield very important information for clarifying paleogeographic conditions; this information is of primary significance concerning the genesis of the raw material deposits.

In the Csetény-Szápár region electromagnetic frequency soundings were jointly carried out with seismic reflection measurements. The electromagnetic frequency soundings yield the surface of the Eocene and Cretaceous formations in accordance with the seismic results, and they provide a means for a finer subdivision of the Oligocene and Eocene formations on the basis of their specific resistivity. Superimposed on the seismic reflection depth section of Fig. 2 there are shown in different colours the layers of different resistivities. Dark green and dark brown colours denote high-resistivity Oligocene and Eocene layers, respectively, light green and light brown colours refer to the low-resistivity Oligocene and Eocene.

Towards the rim of the basin there is a change in the dip of the Oligocene layers. The high-resistivity Oligocene formation directly overlying the Eocene disappears around borehole Sz-43, very likely due to a facies change. At the left-hand side and middle part of the section the Eocene is mostly of high resistivity, only its uppermost 30–40 m has low resistivity. At the right-hand side, however, low-resistivity Eocene formations dominate.

Exploration for bauxite-bearing formations with electromagnetic frequency soundings

A characteristic property of bauxite deposits linked with deep trenches and sink-holes is that their horizontal extension is generally small compared with their depth (and, in a lucky case, with their thickness) so that the “conventional” geoelectric methods (PM, mise à la masse, VES) do not yield distinctive anomalies above such bauxite bodies. The situation gets even more complicated if the overburden consists of well conducting inhomogeneous layers (in Iharkút: Cretaceous marl; in Bakonyoszlop: Oligocene—Lower Miocene shaly formation).

The high resolution and insensitivity to lateral inhomogeneities of the MFS method render it possible to detect bauxite bodies, or bauxite-bearing formations, under such conditions. In Fig. 7 the MFS section proceeds through two bauxite-bearing structures. From the frequency-sounding curves we can determine the faults bounding the bauxite body (Németbánya–XXVth lense) at the middle part of the section, the surface of the underlying dolomite can also be mapped. The existence of these layers, their facies and resistivity differences have been verified by the well-log data of hole Nb-319 and by geochemical studies.

The accurate mapping of bauxite-bearing structures or bauxite bodies of even smaller size becomes difficult even for the MFS method, because of the distortions of the frequency-sounding curve. This distortion however is characteristic: for example an apparent specific resistivity section constructed for a given depth can indicate even such small-sized bauxite bodies (“karst wells”) as resistivity minima. The section (Fig. 7c) presents the resistivity curves corresponding to 50 and 80 m depths, respectively, using these we can detect the very small (less than 20 m wide) bauxite-filled trench at the right-hand side of the section.

Exploration of thin bauxite beds

In the SE foreground of the Gerecse Mts there are several small-sized bauxite lenses at small depths, where Eocene formations are not totally eroded by infra Oligocene denudation. The geological model however basically differs from that in the Bakony Mts. The thickness of the bauxite lenses is generally less than 10% of their depth and they cannot be connected to tectonic ele-

ments since recent tectonic movements have frequently removed the original structures linked with the origin of bauxite lenses. The electromagnetic frequency sounding section of *Fig. 40* presents such a bauxite lense of small extension and thickness.

The MAXI-PROBE electromagnetic frequency soundings yield very accurate Triassic basement depth, that is, we can determine the small depressions that are potentially bauxite-bearing. The exploration of such minor depressions cannot be carried out by any other geoelectric dc methods because of their limited vertical resolving power and depth accuracy.

2.2.3 Development of the *mise à la masse* methods*

The development, and introduction into the bauxite exploration, of the *mise à la masse* methods has been made necessary by the fact that part of the Hungarian bauxites are deposited in small cavities of the carbonate basement, they are covered by a high resistivity Eocene limestone, overlain by a low-resistivity series of Oligocene layers (*Fig. 41/a*). For such geological build-ups the mapping of basement topography cannot be solved by the PM method (Potential Mapping, see Annual Report for 1980) because of the screening effect of the Eocene limestone exerted on the field of the supply electrodes.

In our Eocene brown coal projects we also encounter situations where the mapping of the carbonate basement is more advantageous using downhole electrode methods, for example, if there are high resistivity Miocene limestone spots near the surface of the overburden, causing unfavourable signal/noise conditions for the PM method.

The basic principles, the processing technique of and the first field experiments with the downhole electrode—surface gradient mapping method were reported in the Annual Reports for 1973 and 1974. The method has become widely accepted and applied, first for bauxite in the late seventies, then for Eocene coal problems. At the same time we have also developed some new versions of the *mise à la masse* methods. What follows is a summary of our methodological development and exploration results achieved in the last decade.

Measurement principles are shown in *Fig. 41*. If there is only one hole available for the downhole electrode, the downhole—surface gradient technique is applied. One of the supply electrodes (A) is placed in the hole below the screening layer, the other (B) is kept at the surface, at an “infinite” distance. Around the borehole the pair of electrodes MN measure two, perpendicular com-

* Simon A.

ponents of the gradient of the electric field at the surface (*Fig. 41/a*). If there are two boreholes available around the study site, the so-called interiorly induced (downhole—downhole) gradient method can be used. Here, both supply electrodes are kept below the screen and the gradients of the electric field are measured on the surface in the area (*t*) between the holes (*Fig 41/b*).

Some significant details of the field technology are shown in *Fig. 42*. With open boreholes containing mud or water at the electrode depth, the downhole electrode is a simple metal rod. In “dry” holes or in boreholes to be cemented later the down-hole electrode is a special device, very similar to the sidewall sampler. From this device small metal bodies can be shot into the borehole wall to conduct the current (*Fig. 42/a*). Current is provided with a power supply unit (*Fig. 42/b*) developed in ELGI, consisting of a motor-generator and switching-, pole selecting- and measuring units. The ΔV values are measured by compact, portable compensators (*Fig. 42/c*).

There are two available methods of processing, in both of them we first compute the magnitude $|E_M|$ of the measured field strength from the measured gradients, then—by means of the electrode geometry and the geological model—we determine the magnitude $|E_0|$ of the so-called normal field strength. (Normal field is defined as the field corresponding to an ideal two-layered model, approximating the given geological structure.) Finally, we take the ratio of the magnitudes of the normal and measured field strengths:

$$\sigma_a = \frac{|E_0|}{|E_M|}.$$

This ratio is termed the apparent specific conductivity parameter, it generally provides a more meaningful picture of the topography of the high-resistivity basement than the originally measured potential gradients. With the down-hole surface gradient method a particular problem arises at the immediate vicinity of the hole where the parameter σ_a frequently indicates “spurious” anomalies (*Fig. 41/b*). Since this distortion does not appear in interiorly induced surface gradient measurements (*Fig. 41/d*) the latter method is preferable, if we are given the field possibilities.

Highs of the σ_a values correspond to basement depressions, lows to basement elevations. This general rule, of course, is somewhat modified by the changes in the mean resistivity of the overburden: increasing overburden resistivities decrease the σ_a value, their decrease increases the σ_a . Luckily, for any given map the overburden resistivity is either constant or only “slowly” changing”, i.e. the local anomalies on the σ_a maps can be attributed to basement topography, and the map can immediately be used to delineate the structural elements.

The computation of the normal values and, subsequently, of the σ_a values is carried out in a processing centre based on an HP-9815 A microcomputer,

operated in a car or in the field office (Annual Report for 1976). The final result of processing (if no depth computation is required) is an isoline σ_a map.

The methods have proved to be most efficient in the reconnaissance stage of bauxite exploration: by means of the σ_a maps we can delineate the (potentially bauxite-bearing) depressions and elevated parts, respectively, of the basement. By an optimally designed set of exploratory holes the probability of "hits" is greatly increased. As an example, consider the σ_a anomaly map obtained by the interiorly induced gradient method in the Bakonyoszlop–Ördög-árók region (*Fig. 42/d*). From among the proposed holes, hole *A* was drilled, it hit a basement depression (at 126 m depth), containing bauxite. The subsequent holes *B* and *C* were barren. Even though hole *C* hit the basement, in accordance with the σ_a map, at a relatively large depth (104 m), it was located over a small crest proceeding among smaller local depressions. In hole *B* the basement is shallow (55 m), as indicated by the σ_a picture.

The basic idea of depth computation has already been reported (Annual Report for 1980). The procedure was programmed for our field centre. The program starts out from the measured field data (ΔV), determines—by taking into due account the resistivity changes of the overburden—the depth values of the high-resistivity basement, and constructs a depth map. *Figure 42/e* shows the depth map computed from the parameter-map *42/d*; depths obtained from the previously known data of holes *D*, *E*, *F*, *G*, *H* have also been utilized. Around holes *A*, *B*, *C* the accuracy of the depth map is some $\pm 10\%$. The depth computation gives a more detailed picture of the basement structure than generally obtained from the σ_a maps, these fine details could be very important for the location of drillings.

In the last decade the Bauxite Exploration Co. and ELGI have utilized the information of the mise à la masse maps to determine drilling sites for bauxite exploration. More than ten new bauxite lenses were discovered, mostly in the Bakonyoszlop region, on the basis of the σ_a maps.

2.2.4 Direct current mathematical and physical modelling*

The investigation to be reported should be considered as a direct continuation of the preliminary studies described in §2.2.3 of ELGI's Annual Report for 1980. As the first step the *S* distributions computed over 2-dimensional ellipsoidal structures were compared with analog measurements carried out in a model tank.

In *Fig. 43* there is only an insignificant deviation between the model assumed for the mathematical computation (solid continuous line) and its physical

* Szigeti G.

realization (dotted line): the sole difference occurs in the dead zone screened by the ellipse. Results of the physical modelling are denoted by crosses, the thin continuous line represents the computed data. Obviously, both methods provided identical results.

For the interpretation of the potential maps in the exploration of basement topography and to facilitate the study of further possibilities of the method, an album of curve charts has been published. *Figures 44/a* and *44/b* show two pages of this album (scale: about 1/2 of the original) for $b/M_1 = 1.50$; that is, the width of the anomalous bodies is one and a half times their depth. Depressions and elevations are mirrorlike pictures of each other but as a comparison of the figures shows, the resolving power of the dc method is significantly better for elevations.

The album contains charts of curves for widths $b/M_1 = 0.25; 0.50; \dots; 3.00$; the proper use of the curves is explained in the Introduction.

We have succeeded in generalizing the solution found for ellipse-like anomalies for the case of two anomalous bodies. In the computations the interaction of the two anomalous bodies is rigorously taken into account, to do this, however, the shape of the anomalous bodies had to be somewhat distorted. This minor distortion causes no difficulties in the geophysical interpretation of the results since the field due to the irregularly shaped bodies in the figures is accurately computed. Consider the configuration in *Fig. 45*, deviating from a horizontally two-layered model in a set of parameters a, b, α_1 , and c, d, α_2 (α_1 and α_2 are angles measured in radians per π); the conform mapping g of this domain, subject to the conditions

$$g(\infty) = \infty \quad g'(\infty) = 1$$

can be determined as follows.

Define

$$H_{(e, f)}^{\alpha} = z_4 \circ z_3 \circ z_2 \circ z_1 : z_0 \rightarrow z_4$$

as the composition of the following elementary complex functions:

$$z_1 = -\frac{z_0}{z_0 + e^{-f}},$$

$$z_2 = e^{-i\alpha\pi} \cdot z_1,$$

$$z_3 = z_2^{\frac{1}{1-\alpha}},$$

$$z_4 = \frac{f-e}{1-\alpha} \cdot \frac{z_3}{z_3+1}.$$

Then the mapping to be determined can be written as

$$g = w_4 \circ w_3 \circ w_2 \circ w_1 : w_0 \rightarrow w_4$$

where

$$w_1 = e^{\pi W_0}$$

$$w_2 = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(w_1)$$

$$A = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(e^{c\pi})$$

$$B = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(e^{d\pi})$$

$$w_3 = H_{A, B}^{\alpha_3}(w_2)$$

$$w_4 = \frac{1}{\pi} \ln(w_3)$$

Consequently, the field–strength distribution above two separate bodies can be determined by means of the composition of a greater number of elementary complex functions. Depending on the model, the computation time does not exceed a few tens of seconds on a desktop calculator.

In *Fig. 45* the solid line denotes the field-strength distribution, after an appropriate depth transformation. The series of plots in *Fig. 46* illustrates that the anomaly pictures on the PM section due to two anomalous bodies approaching each other gradually merge into each other.

In *Fig. 47* two models are superimposed. One is a single depression, the other consists of two depressions, i.e. the trench of the first model is divided into two by a high-resistivity crest. It turns out by the method of conform mapping that the effects of the two individual anomalies are not only merged into each other, their joint effect is also much less than that of a single depression—a serious complication in the exploration task.

2.2.5 New automatic resistivity- and induced polarization measuring instruments with numeric indicator*

The two recently developed types of the DIAPIR instrument family—the D-10/R and the DIAPIR-DP—are provided with built-in programs for the preprocessing of the measured field data. For harmonic, linear and impulse-like noises these programs make possible a signal/noise improvement by a factor of 1/2–2. The measuring instruments automatically determine the integral averages of the primary and secondary signals, they compute the weighted mean of these quantities and indicate on a 4-digit display the apparent specific resistivity (ρ_{T_k}) or apparent polarizability ($P_{t_{in}}$) values:

$$\rho_{T_k} = K \frac{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{T_N} \cdot dT)}{\sum_1^N a_{iN} \int (I_{T_N} \cdot dT)} [\Omega m]; \quad P_{t_{in}} = \frac{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{t_{in}} \cdot dT)}{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{T_N} \cdot dT)} \cdot 100 (\%)$$

where $1 > a_{iN} > -1$ is the weighting coefficient
 N is the number of measuring impulses.

* Erkel A., Simon P.

The last values are connected by

$$\frac{\sum |a_{iN}|}{(N-2)} = 1$$

Since both the measuring unit and its power supply are extremely small and light and—due to the automatic indication—its operation does not require special skills, the equipment can conveniently be used for a wide variety of tasks, not necessarily of a raw material prospecting nature: in connection with road-, railway- and water-construction projects, civil engineering, archeological and cavity prospecting, flood prevention and environment protection.

The instrument for resistivity measurements is called D-10/R. The measuring equipment, together with a rechargeable NiCd cell power supply is placed in a box. For measurements requiring greater depths of penetration, the power of the supply current can be increased up to 200 W by an additional accumulator. On the measuring equipment the sounding coefficient (K) and the period time of the measurement (T_k) can be entered on a code disk. Measurements are generally performed with short ($T_k = 1.6$ s) period times, the only exception is the case when the amplitude or the time constant of the induction components becomes increased due to the great distance of the supply electrodes or when—due to the low specific resistivity—the appearance of the skin effect is expected ($AB > 1600-2000$ m).

Suggested electrode distances:

low noise areas $P = 200$ W $AB/MN = 2500-8000/100$ m
 residential areas $P = 10$ W $AB/MN = 640-1000/20$ m
 downtown areas $P = 10$ W $AB/MN = 50-100/2$ m.

Figure 48 shows a VES curve of great penetration depth, the power of the supply current was 10 W up to $AB = 2000$ m and 200 W between $AB = 2000-8000$. Even though the amplitude of the smallest measured signal has not exceeded $40-50 \mu\text{V}$, the greatest error of the specific resistivities was less than 2 per cent ($\Delta\rho \leq \pm 2\%$, $I_{\max} = 1000$ mA).

Figure 49 shows a sounding curve obtained in the centre of Budapest. The scatter of the resistivity values has only attained 5% for the largest AB distance ($I_{\max} = 50$ mA).

For the measurement of induced polarization we have developed the instrument DIAPIR-DP. Here, the procedures for signal/noise ratio improvement are also used for the secondary voltages. Charging (T_c), sampling (t_{in}) and integration times are selected by the proper code disks:

$$T_k = (T_0 + dT) \cdot 2^k, \quad t_{in} = (2n-1) \cdot dt_i, \quad dt_i = dt_0 \cdot 2^i$$

$$k = 0-7 \qquad n = 1-10 \qquad i = 1-10$$

where

$T_0 = 0.6$ s is the delay time after the current is switched on

$dT = 1.0$ s is the integration time for the primary signal
 n = serial number of the sample taken from the secondary signal
 $dt_0 = 0.05$ s is the time-base of the integration

By combining n and i we measure the apparent polarizability ($P_{t_{in}}$) value for at least 15 time instances using the same decay curve belonging to the given charging time; for example, for a charging time of $T_k = 1.6$ s (Table II).

In reconnaissance or regional surveys, where the principal aim is to delineate laterally the IP anomalies, we apply the shortest possible charging- and sampling times, in correspondence with the prevailing signal/noise ratios. At the maxima of the IP anomalies, by combining charging and sampling times, the apparent dynamic polarizability (\tilde{P}_{t_c}) diagrams can be determined. From these—by the DINPOL diagram defined by V. A. Komarov—we can infer the texture of the sulphidic mineralization. The DINPOL diagram represents the change of the apparent dynamic polarizability as a function of the logarithm of the reference time t_c :

$$\tilde{P}_{t_c} = \frac{P_{t_{in}}}{P_{\Sigma}} [\%], \quad t_c = t_{in} \sqrt{\frac{T_k + t_{in}}{t_{in}}} \text{ [ms]},$$

where

P_{Σ} is the sum of several constants, depending on charging- and sampling times and on the number of measuring impulses.

The values of T_k and t_{in} should be chosen such that the reference time instances, in a logarithmic scale and taking into account the overlaps, be about equidistantly distributed.

Figure 50 presents the decay curves and the derived DINPOL diagrams obtained over a low grade zone of disseminated sulphide mineralization. At the measurement points vertical lines indicate the magnitude of noise at the time of measurement. In spite of the fact that the signal/noise ratio drops below 2–3 in the most unfavourable cases, the apparent dynamic polarizability values determined from different charging times are fairly consistent: their scatter, computed for all measured values, is less than 10%.

In Fig. 51 the DINPOL diagram was determined in altogether 32 time instances, from decay curves measured with 6 different charging times. The amplitude of \tilde{P}_{t_c} is high (6–8%), the values tend to increase as a function of reference time—a tendency characteristic to thin vein-like sulphide mineralization (AB/MN=150/20 m, $I_{max}=100$ mA). On the basis of the presented field examples the most important advantages of our new instruments can be summarized as follows:

- with identical depths of penetration much less measuring current is required, consequently the power supply is smaller, lighter and less expensive. The built-in NiCd cell supply units supersede the petrol-engine generators, this results in further savings in fuel, weight and expenses.

- due to the decreased measuring current the cable is thinner and lighter, the smaller number of current electrodes and the shorter charging times contribute to reducing the specific measurement time.
- it is possible to determine the DINPOL diagrams from the same electrode set up, for a preliminary classification of the IP anomalies.

2.2.6 Microprocessor controlled geoelectric data acquisition and preprocessing system*

In the era of conventional geoelectric measurements with analog equipment the first quality control of the measured data was made by the observer himself who, having developed the records or plotted the VES curves, decided after visual inspection whether the results were acceptable. With digital recording the observer can inspect some short section of the selected channels, he cannot check however a multitude of channels at the same time—this could lead to the unnecessary recording of redundant information, or the information collected is insufficient so that the measurement should be repeated.

In geoelectric methods the increase in the exploration depth is greatly limited by the fact that the amplitude of useful signals decreases as the square of the penetration depth, and exponentially decreases with the broadening of the time range, and this amplitude decrease cannot be compensated by either the power of the supply current or by analog filtering or summing.

A further problem is that geoelectric surveys are carried out along previously determined profiles, spread lengths and directions are planned in advance and the time range to be applied is generally also prescribed on the basis of some estimation. Even with the most sophisticated measurement design there very likely occur a few measuring points that have missed or have not reached, within the given spread length, the exploration target. Also, it might occur that the measured data are distorted in the spread direction, or the time range is too large or too short, etc.

The above problems have been solved by the development of ELGI's new microprocessor-based system.

The equipment enables:

- setting of the input control parameters, A/D conversion, transfer and temporary storage of the digital data;
- compression of the sampled data, determination of the scattering preprocessing.

* *Erkel A., Széles G.*

The operation of the individual units is schematically shown in *Fig. 52*. Sampling, A/D conversion and data storage are carried out by the master processor. Its main functions:

- service-, calibration-, and control programs to ensure that the whole measuring and processing complex operates as specified;
- programmed control of the supply current generator and of the time series of the signals to be measured, for equidistant or logarithmic time rates;
- addition or subtraction of given signals of arbitrary magnitude and polarity with the signals appearing on the sensors, to be used for the high-resolution determination of the secondary inductive or induced polarization components;
- time-domain filtering of the pointwise measurement data to reduce the industrial noises around 50 Hz;
- linear noises, due to the drift of the zero-point of the system (amplifiers, sensors), are minimized via digital filtering;
- impulse-like noises are reduced by time varying filtering;
- signal/noise ratio determination from a single primary or secondary signal;
- for measurements using periodically repeated artificial current fields the program computes the weighted average of several impulses to create a reduced quantity of enhanced data that require a much smaller storage capacity;
- some simple parameters, such as apparent specific resistivity, polarizability, self potential, components of the telluric total ellipses, etc. are automatically computed and displayed;
- primary, or corrected data can be visually inspected on a TV monitor, the data stored in the RAM can be projected point-wise onto the screen.

The preprocessing of the corrected data is realized by the slave processor. Its main functions are

- for frequency soundings: the computation of the impedances and phase values of the basic and higher harmonics;
- for magnetotelluric measurements: optimization of the recording time by a quantitative and qualitative control of the pulsations;
- storage of the data in the EPROM, in a format suitable for further computer processing;
- for telluric measurements: computation of the isoarea values of the station ellipse;
- determination of the dynamic IP parameters;
- solution of the direct and inverse problems for VES, MTS, MFS, IPS curves, etc.

The unit, consisting of the master and slave processors, of a formatter and the RAM and ROM memories, is similarly constructed from the same hardware elements for almost all geoelectric methods. Due to the special requirements of the different geoelectric methods there are of course some necessary differences in the control, preprocessing and interpretation routines; the ways of storage of the measured and computed data also differ. Basically, the system supports the following three types of tasks:

- with very few data the measured values can simply be copied from the numerical display to the observer's log;
- if the number of data is a few hundreds a day, the data can be stored in the electronic semiconductor memory (E), as for example, in the case of the transient methods of frequency sounding;
- if a great amount of data is involved (for example MTS), sufficient storage capacity is ensured by a floppy disk.

Theoretically, the sophistication of processing and interpretation is limited only by the possible length of the programs and by the processor time. On the other hand, the processing of field data in the computer controlled unit should be decisive and sufficiently complete to give the field geophysicist the basic parameters for controlling the field work.

The advantages of the microprocessor-controlled measuring and preprocessing complex will be demonstrated through a simple example. In IP measurements the study of the secondary waveform yields additional information for the textural classification of the ore bodies causing the IP anomalies. The decay curve is divided into exponential components and the magnitude and behaviour of the dynamical parameters ($w_i - \tau_i$) are determined. With analog equipment, the 16 minute long records and 5–10 fold summations require 80–100 measured data to be processed thus we cannot measure more than 1–2 points a day. The same method is much faster using the microprocessor-based preprocessing possibility. For an actual field example:

— number of measuring impulses	$N=5$
— charging time	$T_k=32$ s
— number of measured data determined from four impulses	400
— average scatter of the corrected data	± 1.6 bit
— spectrum of the dynamical parameters	$w_1=432$ bit, $\tau_1=0.111$ s
	$w_2=313$ bit, $\tau_2=0.581$ s
	$w_3=368$ bit, $\tau_3=2.840$ s
	$w_4=452$ bit, $\tau_4=15.80$ s

The measurement required 5.33 min total time (for 6 channels this implies less than 1 min specific measurement time), 400 measured data were determined

by means of altogether 4 exponential components with an average accuracy of ± 1.6 bit. The amplitudes of the dynamic parameters (w_i) show an increasing trend as a function of the time constant (τ_i), suggesting a vein-like mineralization texture. Since the reliability of the measurements is greater than 0.3%, there is no need for repeated measurements or longer measuring times.

Without the signal/noise ratio improvement and the preprocessing provided by the microprocessor, the dynamic parameters cannot be determined from an analog measurement of the extremely low-amplitude, rapidly decaying secondary field. The preprocessing of the field data significantly improved the signal/noise ration so that the number of summations could be decreased. The realtime processing of the $w_i - \tau_i$ data accelerated the measurement time by a factor of about two so that one of the main obstacles to a more wide acceptance of the method has been eliminated.

In 1981 we completed the hardware and system development and the control measurements of the magnetotelluric and IP complexes. Completion of the control- and preprocessing program packages for the microprocessors and prolonged field-testing are due in the next two years.

2.3 WELL LOGGING INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH

2.3.1 Nuclear apparatus design*

Efforts have been made to modernize downhole tools designed in previous years for hydrocarbon exploration and production with the purpose of achieving higher pressure and temperature rating. Such modernization has embraced two types of three-channel sondes permitting the simultaneous performance of natural gamma and compensated neutron-neutron measurements. The compensated neutron-neutron measurements are used to determine porosity directly with the aid of an analog specialized processor built in the surface panel. *Table III* offers a comparison of technical data characterizing older type and modernized tools.

The sonde type KRGNN-3-200-76sHDY with a diameter of 76 mm (for its block-diagram refer to *Fig. 53*) contains a rugged electronic cartridge built of up-to-date CMOS integrated circuits. The detectors are either Model TEXLIUM proportional counters filled with He³ gas used also in previous years or NaI(Tl) monocrystals mounted on a photomultiplier with temperature rating up to 150 °C. This sonde differs from earlier models by having its scintillation detector enclosed in a double-walled Dewar which containing heat sinks to ensure several hours' operation time. The temperature delay diagram of this system is presented in *Fig. 54*. It can be seen in this figure that the maximum interior temperature is reached in 5 hours by the system. Temperature test results for the complete sonde system are shown in *Fig 55*.

The sonde type KRGNN-3-175-43sHY with 43 mm diameter uses the above mentioned electronic cartridge. No heat sinks could be used, however, due to the small dimensions of the sonde. Here a solution was found by employing a heat-resistant version of the scintillation detector system. A Hungarian made (GAMMA) NaI(Tl) monocrystals enclosed in a special casing has been mounted on a photomultiplier with high temperature rating (EMI Co., UK).

The scintillation assembly excels because of its ruggedness achieved as a result of putting the crystal and the photomultiplier on elastic supports.

* Korodi G., Liszt F., Nagy M., Repka L.

Table III Comparison of nuclear sondes

Type	KRGNN-3-150- 76sHY former	KRGNN-3-200- 76sHDY new	KRGNN-3-150- 43sHY former	KRGNN-3-175- 43sHY new
Operating temperature range	-5—+150 °C	-5—+200 °C	-5—+150 °C	-5—+175 °C
Pressure rating	49 MPa	80 MPa	49 MPa	65 MPa
Sonde diameter	76 mm			
Source—detector spacing	long channel	650 mm	600—700 mm	650 mm
	short channel	350 mm	300—400 mm	350 mm
Detectors	NaI(Tl) scintillator			
— gamma ray channel	Proportional neutron detector filled with He ³ gas			
— neutron channel	Am—Be or Pu—Be type, of 190—370 GBq yield			
Recommended	Am—Be or Pu—Be type, of 190—370 GBq yield			
Measurement range	$0-2.58 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg \cdot h}$ (0-100 $\mu r/h$)	$0-5.16 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg \cdot h}$ (0-200 $\mu r/h$)	$0-5.16 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg \cdot h}$ (0-200 $\mu r/h$)	$0-5.16 \cdot 10^{-8} \frac{C}{kg \cdot h}$ (0-200 $\mu r/h$)
	gamma	neutron		
Recommended cable	Single lead steel armour-, or two conductors of any logging cable, with hook resistance $\approx 200 \Omega$ Capacity between two conductors $\approx 1 \mu F$			

The temperature test of the complete scintillation unit is illustrated in *Fig. 56*.

Pressure rating of the sonde casing was increased by using an austenitic steel tube. Since this is not stainless steel, it was covered with a suitable protection.

2.3.2 Nuclear methodological research*

Problems of apparatus design

Methodological planning of the sonde type KRGNN-3-200-76sHDY and further shaping of its prototype were performed in cooperation between ELGI and the Oil Exploration Co. (KV Szolnok, Hungary). Following significant theoretical research, modelling work and experience gained in actual logging in Hungary the requirements for the sonde were defined as follows:

$$\text{in water standard } (\Phi_N=100\%) \quad \frac{N_l}{N_s}=0.030 \pm 0.0015$$

$$\text{in VL-214 standard } (\Phi_N=14.86\%) \quad \frac{N_l}{N_s}=0.091 \pm 0.003$$

where N_l and N_s are the count numbers measured in the long and short channel respectively.

Model tests of the developed devices were performed, calibration curves for them were plotted. Identity and the fulfillment of requirements concerning the KRGNN-3-200-76sHDY are shown in *Table IV*. Measurements were made with an Am-Be neutron source having an intensity of 185 Gbq with the sonde pressed against the wall. A summary of test results is given in *Fig. 57*, where the correction curves for mud cake are also shown. The mud cake effect was modelled by spacing the sonde at various intervals parallel to the wall of a water filled borehole.

In *Fig. 58* an attempt is made to illustrate the quality of the sonde by comparing its neutron porosity values with the results of earlier measurements by Schlumberger used as reference. The agreement is good in spite of the time and conditions differing for the two kinds of measurement.

Field calibrator device type NFC-76

Checking of neutron sondes by two standard porosity values, as well as the adjustment of the porosity calculating unit can be quickly and reliably performed at the well with the aid of the NFC-76 field calibrator.

* Andrassy L., Barath I., Lendvai P.

Our requirement for the field calibrator under the known conditions was as follows:

$$\text{for } \Phi_N = 24\% \quad \frac{N_I}{N_S} = 0.069 \pm 0.003$$

and

$$\text{for } \Phi_N = 6\% \quad \frac{N_I}{N_S} = 0.129 \pm 0.005$$

The field calibrator consists of two coaxial cylindrical rings (*Fig. 59*).

The inner element can be shifted along the longitudinal axis of the sonde thereby changing the thickness of the moderator medium covering the detector.

Calibration is made in the horizontal position of the sonde on a stand. When the inner element is pushed in, it covers the detector of the long channel only. Thus, in the two extreme positions count ratios of the channels show a deviation by about two.

When a borehole diameter of 214 mm is assumed, porosity values to be produced in terms of apparent limestone porosity are as follows:

6% — inset pulled out

24% — inset pushed in

Between the above two extremities any required porosity value can be adjusted with the aid of the calibrator.

The total weight of the device is 36 kg, length 1,100 mm, diameter 255 mm.

Mathematical solutions of the comparison of theoretical and modelled neutron fields for compensated logging systems

The modified form of the master curve sets (see Annual Report 1980) in a general case is as follows:

$$G_i(\Phi_N) = 60VC\Sigma_i^{(m)}F_i \quad (1)$$

where

$\Sigma^{(m)}$ — macroscopic cross-section

Φ_N — porosity

V — detector volume

C — source intensity

F — neutron flux

i — index designating neutron groups

($i=3$ for epithermal neutrons, $i=4$ for thermal neutrons).

For compensated measuring systems, relation (1) is written for both long and short sondes, for epithermal and thermal neutrons, and for the two cases the equations are divided by one another. Thus, the modified form of the master curve sets in a general case for compensated measuring systems is:

$$\Gamma_i(\Phi_N) = \frac{G_i(\Phi_N)}{G_s(\Phi_N)} = K \frac{[\Sigma_i^{(m)}F]_l}{\Sigma_i^{(m)}F]_s} \quad (2)$$

Indices l and s refer to the long and the short sonde respectively, K is a factor obtained from geometrical data of detector systems.

In Figs. 60 and 61 modified master curve sets are presented for epithermal and thermal neutrons in limestone and sandstone matrices. For the modified curve sets $K=1$, since the detector systems are identical in construction.

As the modified form of the master curve sets is known the normal equations may be written. The normal equations define the relationship between the ratio of count numbers determined by model measurements, the values $I(\Phi_N)$ and the factors ε_i representing the sonde effect.

The general form of the normal equations is:

$$\left(\frac{N_l}{N_s} \right)_{ij} = \varepsilon_i \Gamma_i(\Phi_N) + \zeta_i \quad (3)$$

where $j=1, 2, \dots, M$ — the number of calibration points.

The values ε_i and ζ_i of the normal equations are obtained by using the least squares method.

In using our mathematical method designed to compare theoretical and modelled neutron fields it was found that the calculation cannot reliably be performed in the full porosity range. Inaccuracy of the comparison technique increased with decreasing porosities. This phenomenon was accounted for by assuming the influence of the rock matrix on the spatial distribution of neutrons according to energy in the low porosity range in addition to the effect of low hydrogen content.

Since the utilized neutron detectors (type N 9325) are sensitive to energy, the role of epithermal neutrons increases in addition to that of thermal neutrons in the low porosity range. In order to eliminate this effect model measurements were carried out using a 1 mm thick Cd filter. This absorbs thermal neutrons, on the one hand, and when the count number after filtering is deduced from the total count measured without a filter the corrected number of thermal neutrons is received. As the result of filtering the value of the correlation factor "R" calculated by the solutions of the normal equations came nearer to 1.

With the knowledge of parameters ε and ζ calculated for model diameters 150 mm and 214 mm the comparison technique can be generalized for any diameter with the aid of linear interpolation. The general form of the transformation equation for an arbitrary borehole diameter (diameter of $d=150$ mm was accepted as a base) is as follows:

$$\Gamma_i(\Phi_N) = \left[\frac{G_l(\Phi_N)}{G_s(\Phi_N)} \right]_{ij} = \frac{\left(\frac{N_l}{N_s} \right)_{ij} - \left[\zeta_i - (d-150) \frac{\Delta \zeta_i}{\Delta d} \right]}{\varepsilon_i - \left[(d-150) \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta d} \right]} \quad (4)$$

After transformation has been executed with the knowledge of the calculated $I_1(\Phi_N)$ and borehole diameter the neutron porosity values Φ_N can be determined from the modified master curve sets.

2.3.3 Methodological investigations in the field*

In the wake of development in the field techniques of ore and coal exploration realized during the past year, work continued on

- X-ray radiometric investigations in exploratory wells on the deep level at Recsk mine with the purpose of determining the Cu content,
- investigation of ash content of coal beds in a prospect of the Nógrád Coal Mines.

After field testing a series of experimental models, regular routine work commenced with the small diameter sonic logging system designed for hard mineral exploration.

Our measurements were conducted at first in pillar and structural boreholes then in exploratory holes drilled within the framework of coal exploration projects (Liassic coal seams, at the Mecsek Mts, brown coal deposits in Nógrád county), and in holes sunk in a young, loose complex of sandy and clayey strata. Thus from the viewpoint of sonic logging a general idea was obtained about velocity conditions in various rock types. Data received from the Liassic complex of the Mecsek Mts are presented here as an illustration: coals: 2200—2500 m/s; sandstones: 3500—4000 m/s; aleurites: 2800—3500 m/s; veinstones: 5000—5800 m/s. For comparison, data of the Nógrád prospect are also presented, viz: coals: 1800—2000 m/s; aleurites: 2000—2300 m/s.

A comparison was carried out between the small diameter (42 mm) sonic system, and USA made equipment (60 and 95 mm). *Figure 62* shows the results of the comparative measurement in a borehole in the Mecsek Mts: the continuous curve was furnished by a sonde with 42 mm diameter designed by ELGI-VNIIYAGG, the dashed line indicates the log obtained with a 95 mm Schlumberger sonde. The two systems can be estimated as of identical value in spite of the difference in the energy of their transmitters.

In the course of bauxite exploration in mines experimental measurements were made in order to determine Fe contamination in the bauxite. Our experiments were carried out with the existing X-ray radiometric equipment (type KRGE-1-50-36X) in dry and water filled holes in energy selective mode of operation (1 KeV energy window adjusted for the range of 5.5–6.5 KeV).

* Bagi R., Karas Gy., Szalma S., Szunyogh F.

A log obtained in a dry hole compared with chemical analysis, is presented in *Fig. 63*.

Comparison of logs obtained in the same hole in dry and water filled condition proves unambiguously that due to the presence of microcaverns measurements performed in dry holes only are suitable for quantitative interpretation.

2.3.4 Industrial analysis of raw materials and technological samples of the cement industry*

Requirements of cement plants and favourable experience gained exploiting the industrial rapid analyser type MTA 1527-2000 designed in 1980 with the purpose of analysing clay materials moved us to expand our investigations to other primary materials and products of the industry.

Quality requirements for limestone, as well as for the chemical composition of base material mixtures and clinker produced in the intermediate phases of the technological process of cement manufacture demand the constant checking of the composition. The components are determined by the neutron-activation (NAA) and X-ray fluorescent (XRF) techniques described earlier. For these tasks specialized equipment was developed permitting the determination of Al_2O_3 , SiO_2 , CaO and Fe_2O_3 in strongly varying ranges of measurement (*Table V*).

Because of the widely varying concentration of components the optimal conditions of irradiation, i.e. generation and measurement, had to be established separately for each group of materials. With technical conditions being optimized for serial measurements of the industry within the given measurement ranges the mean errors of *Table VI* should be taken into account.

In addition to rapidity and accuracy meeting industrial requirements a great advantage of the measuring system is that the equipment can be located in the proximity of given controlling points of technological processes in cement plants. Rapid analyses performed in the intermediate phases of the production process permit immediate operative intervention resulting in increased efficiency of the given production cycle and improved quality of the final product.

* Horváth H., Renner J., Siklós A.

3 EARTH PHYSICS RESEARCH

3. EARTH PHYSICS RESEARCH*

Geomagnetic variations were recorded in the well established manner of previous years and obligations of information supply for home and abroad were continuously fulfilled by the Tihany Observatory. There were no changes in instrumentation compared with the past year.

Average values of the absolute geomagnetic measurements carried out once a week are as follows: $D = 1^{\circ}18'$

$$H = 21,466 \text{ nT}$$

$$Z = 42,220 \text{ nT}$$

$$F = 47,355 \text{ nT}.$$

To replace points of the national magnetic base network ruined or damaged due to increasing industrial activity new stations were established. To ensure reliable connection with the base network and the normal field of neighbouring countries measurements were performed at 15 sites in Austria and at 16 sites in Czechoslovakia. Preliminary processing of survey data has been carried out; final processing and adjustment of the network will continue in 1982.

Within the scope of *magnetosphere investigations* the regular hourly recording of whistlers continued, but the analog VLF receiver which has been uninterruptedly operated for over a decade is deteriorating thereby leading to frequent breakdowns.

Record sections containing whistlers were subjected to processing. Spectral analyses and digitization of sonograms were performed. The digitized data systems were used to compute electron density profiles. The archive was further enlarged by the collected measured materials and the building of a data bank continued with the computation results.

In cooperation with the Technical University of Budapest we continued to define the technical and operational characteristics of an automatic whistler receiver and preprocessing equipment by using hardware means; the bulk of this has already been prepared. Experimental records for short periods were made with the input stages of this equipment and our experience suggests that

* Csapó G., Hegymegi L., Lomniczi T., Márton E., Pollhammer M., Sárhidai A., Szabó Z., Tóth P., Varga P.

the equipment is capable of recognizing whistlers and it may start operation in the course of 1982 at the Observatory.

Within the scope of *earth tide investigations*, in 1981 we continued observations started at the beginning of 1980 according to a joint programme at Tihany Observatory using the recording gravimeter of the Department of Physical Geodesy of Darmstadt Technical University. In Graz we have completed the gravity earth tide observations which commenced in June 1980 in cooperation between Austria and Hungary. A report was given on this work at the IXth International Earth Tide Meeting (New York). In the second half of the year—continuing our observations of 1979 and 1980—we recorded changes in gravity due to the lunisolar effect in the Observatory of Cosmic Geodesy at Penc.

At the observation station established in the cave of Mátyás-hill we introduced the regular measurement of rock deformation in 1981, using the extensometer built in the first half of 1980. The 21 m long extensometer was located in approximately E–W direction and supplied with an independent calibration unit. The detection of movements is realized by capacitive sensors. Relative resolution of the instrument is 10^{-9} – 10^{-10} (Fig. 64). The sensitivity and stability of the detector instrument permits one to observe long period tectonic movements in addition to earth tide observations and to determine the magnitude of the horizontal component of recent crustal movements. Changes due to earth tides recorded with the extensometer in the Mátyás-hill cave can best be matched to the theoretical tidal curve, if the values of Love numbers are taken to be $h=0.6$ and $l=0.06$. Since these numerical values show good agreement with the values appearing in the theoretical earth models it can be stated that the deformations are reliably recorded by our instrument.

With the help of Molodensky's theory we have made calculations to determine stresses caused in the earth's interior by tidal effects. It was established that their distribution along the earth's radius depends on the earth model used for the calculations. Such relationship holds, however, for deeper layers only, it does not play any significant role within the first one thousand kilometers counted from the surface. The stress caused by the lunisolar effect is the highest along steep faults of N–S strike and—corresponding to the nature of this phenomenon—its magnitude depends on the geographical latitude. The results of our theoretical calculations will be used in the future in processing the data of our extensometer measurements.

In the field of *geodetical gravimetry* in order to determine the personal errors of operators we investigated the measurements conducted several years ago, where four different operators had carried out observations with 4 Sharpe and Worden gravimeters along a triangle with Δg values of individual sides over 100 mgal. In the course of this measurement programme each side was measured by all operators with each gravimeter. The results are compiled in *Tables VII* and *VIII* which lead to the conclusion that independently of the

weight of measurements (determined from the standard deviation of readings taken by individual operators) and of the closing error certain operators measured consistently higher or lower values than the average; in extreme cases the deviation between individual operators may reach even 80—90 μgal .

In the course of the year we developed further the program system compiled with the purpose of processing gravity base lines and base networks; the flow diagram is shown in *Fig. 65*. With the help of this modernized program system we re-processed the measurements of the Carpathian polygon which was repeated after an interval of 5 years and it was obtained as a result that over the line Cracow—Pécs there occurred no change for 5 years in excess of the measurement error.

Measurement of the *II*nd order gravity base network which began in 1980 was continued; in the course of the year the values of 185 connections were determined. As a preparation for the measurement of the Uniform Gravity Base Network (EGH) we elaborated an optimization procedure based on the matrix of the weight coefficients in order to optimize the Hungarian section of the network. The procedure was used for the planned Hungarian section of the EGH. The study revealed the weak points of the network. To ensure the homogeneity of the network the configuration was changed in accordance with the requirements of optimization.

Paleomagnetic investigations

In cooperation between Yugoslavia and Hungary samples were collected in Istria and the areas of the Mecsek Mts and the Transdanubian Central Range. The results of paleomagnetic investigations of Istria (covering approximately 300 samples from the collection of 1980–81) were reported at the IAGA meeting at Edinburgh in August 1981.

With regard to geological base sections we have continued our investigation of the geological base section No. 1 of the Mogyorós hill at Sümeg. About 50 samples were taken along an approximately 50 m long section. Additions were made to the scale of polarity changes determined in 1980. The results obtained over the new section reaffirmed the correlation which had been recommended earlier (*Fig. 66*).

Samples were taken from the whole exposed thickness of the Albian base section of Eperkés hill at Olaszfalu (25 layers). The samples that furnished results showed normal magnetization without exception (13 samples). This is in agreement with our existing knowledge suggesting that in the Albian stage the polarity of the magnetic field was similar to the recent one.

The third investigated geological base section was the middle Triassic section of the Malom valley at Felsőörs. Here one sample was processed for every second layer suitable for sampling. The main purpose was to check the suitability of the material for paleomagnetic investigation. It can be stated

that the magnetization of the Triassic rocks of the Malom valley is very complicated, it is probably carried by hematite which underwent magnetization in several phases. Several samples of each bed are required to obtain a reliable picture of the polarity.

The deep gallery of Halimba-3 and the open works at Gánt and Szóc provided a means of studying the paleomagnetism of bauxite and accompanying rocks. The magnetization of bauxites—as was expected—proved to be very complicated, but the combined use of demagnetization by alternating field and thermal treatment furnished promising initial results. The overlying and underlying formations are simpler from the viewpoint of magnetization, but the age of their magnetization can sometimes be proved to be younger than their stratigraphical age (e.g. Gánt). The first measurements of the magnetization of bauxites show that the sample number of bauxites must be a multiple of samples collected of normal sedimentary rocks in order to achieve significant results.

Examples of ELGI's activities abroad

*International Geological Expedition in Mongolia**

As in previous years ELGI continued its operations in the course of 1981 in Mongolia by engaging a Group of Geological Mapping (sub-contracted by MÁFI) and a Group for Geophysical Survey within the framework of the International Geological Expedition. Both groups carried out their exploration activities with the purpose of prospecting with integrated methods for copper and other mineral resources in the S. Gobi region on the basis of the decision taken at the 87th session of the Executive Committee of the Council for Mutual Economic Assistance.

The task of the geophysical survey was to assist the geological mapping (scale: 1:50,000) by an integrated geophysical survey for the investigation of the structural conditions. Where there were indications of ore, detailed geological and geophysical investigations (scale: 1:10,000) were carried out to delineate the extent of ore fields and to study the type of mineralization.

Field survey by various geoelectric (VES, IP, resistivity profiling), seismic and geomagnetic methods were completed at the end of the year and the processing of survey results, as well as their geological interpretation started.

*Measurements with MAXI-PROBE abroad***

At the 43rd EAEG meeting in Venice, ELGI demonstrated a MAXI-PROBE electromagnetic system. This system was shown in operation at the park in front of the exhibition building. Even when surrounded by electric wires, tubes and other metal objects it was possible to find transmitter and receiver positions enabling a successful measurement to be carried out. A sharp break point is observed at a depth of 58 m on the curve of frequency sounding presented in *Fig. 67*, where rock resistivity strongly increases. Comparison with the log recorded in a borehole sunk at 1 km from the site of our measurement led to the conclusion that the mentioned break corresponds to the boundary between beds flooded by salt water and fresh water.

In 1981 at the request of the Niedersächsisches Landesamt für Boden-

* Zsille A.

** Farkas I., Kakas K.

forschung, MAXI-PROBE test measurements were carried out in several areas in South Bavaria.

The frequency sounding curve shown in *Fig. 68* was measured over a bore-hole. The drilling penetrated granite at a depth of 312 m. The resistivity vs. depth curve of frequency sounding indicates the surface of granite at 314 m.

Further boundaries can also be assumed within the granite, that can probably be related to changes in rock quality. The drilling penetrated only 20 m into the granite thus there was no possibility to correlate layer boundaries within it.

The test section shown in *Fig. 69* was measured with the purpose of contouring the relief of the Mesozoic carbonate basement. Except for frequency sounding point No. 26, three layers can be revealed:

- a near-surface low resistivity bed with depths changing between 25 and 29 m,
- a medium resistivity bed overlying the carbonate basin floor,
- high resistivity carbonate basement with depth changing between 34 and 39 m.

In a depression of the high resistivity carbonate basement at sounding No. 26, a 28 m thick fourth bed was revealed having a resistivity higher than that of overlying strata.

*Seismic Prospecting in Greece**

ELGI continued its cooperation started in 1980 with the Public Petroleum Corporation of Greece (DEP). In the framework of a contract concluded by proxy of the NIKEX Hungarion Foreign Trading Co, a seismic reflection survey was carried out in the northern part of Greece, in W. Thrace.

The measurements produced good results. In combination with the Vibroseis crew an ELGI-designed mobile seismic preprocessing centre based on an R-10 type computer worked at the site. The use of the R-10 centre ensured many advantages in an area completely unknown from the viewpoint of the Vibroseis technique.

The R-10 centre permitted the determination of the optimum survey parameters (spread arrangement, frequency of sweep and the number of vertical summing) in the following manner: a coloured plot was made according to energy with the plotter of the R-10 centre using individual test seismograms. Such a plot is presented in *Fig. 70/a* where the energy content of records can be studied from the coloured plots of seismograms recorded with sweeps of various frequencies. The next step was band filtering of individual seismograms (*Fig. 70/b*). Changes in the number of vertical summings and the location

* Kónya A.

of the vibrator point along the spread were investigated in a similar manner. Concerning the latter, further useful information was received by processing the first measured section into two stacking sections so that in the first version only channels near the vibrator were involved, whereas in the second version only distant channels were used. Time elapsing between measurement and processing is determined in practice by the time taken to determine static corrections. In certain instances the stacking section was followed by filtering or migration procedure. Though the quality of such preprocessing in the field lags behind the processing in big centres, the extraordinarily quick construction of sections at the site of operations offers an opportunity to modify the network of profiles in agreement with the geological structure.

* * *

The present stock of our *Library* amounts to 23,365 volumes of books and periodicals, as well as 27,146 miscellaneous items. In 1981 our stock was increased by 478 books, 372 volumes (2,270) of periodicals, 1,370 documentary publications, 270 folders on instruments. Our collection of periodicals was enlarged by 5 new titles. As a result of international exchange of publications the Library received 511 publications and dispatched 1,330 publications to 556 addresses in 59 countries.

* * *

In 1981 the following *publications* were issued:

1. Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1980
2. Geophysical Transactions, vol 27.
3. Annual Report 1979 of the Tihany Geophysical Observatory
4. Study of the Earth Tides (Bulletin of KAPG, No. 4).



ГODOVОЙ ОТЧЕТ
ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. ЛОРАНДА ЭТВЕША ЗА 1981. Г.

1 ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

1 ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

План полевых работ, проведенных ЭЛГИ в 1981 г. представлен на *рис. 1*.

В рамках „регионального исследования Задунайского среднегорья“ проводились рекогносцировочные работы по поискам угольных и бокситовых месторождений, применялась Система управления разведочными работами (СУРР) и кроме этого ЭЛГИ участвовал в эксплуатационной фазе разведки на уголь путем проведения сейсморазведки высокой разрешающей способности.

С использованием результатов геофизических наблюдений в отчетном году было заложено 158 скважин (общий метраж — 17 430 м); в том числе 141 скважина бурилась на боксит и 17 на уголь. 27 скважин (19%) вскрыли промышленную залежь боксита, а 10 скважин (59%) — промышленный запас угля. Перспективными оказались 28 скважин, вскрывших проявления полезных ископаемых (18% от общего количества скважин).

В 1981 г. была начата систематическая региональная разведка *эоценовых угольных залежей* в районе Задунайского среднегорья в рамках сотрудничества ЭЛГИ с Венгерским геологическим институтом. При этом приоритет был придан трем участкам, прилегающим к площадям работающих шахт, в которых горные работы требуют дополнительных запасов в ближайшем будущем. Примеры приводятся здесь для двух из указанных участков. В бассейне Четень—Сапар, где угольные пласты не связаны с карбонатным триасовым основанием, для их прослеживания были проведены сейсмические профили МОВ. По глубинному разрезу, построенному с миграцией (*рис. 2*) кроме триасового основания и поверхности мела, подстилающей угленосную толщу, выделяется также граница раздела эоцена с олигоценом и вырисовывается тектоническое строение.

На *рис. 3* представлены результаты рекогносцировочной съемки другого участка, западной части так назыв. горы Маркуш. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести представляет собой результат детальной гравиметрической съемки. С юго-востока данный район работ ограничивается площадью работающих шахт, а с других направлений — непродуктивными скважинами. Район включает в себе шахту Бокод II.

В центре карты дугообразная зона минимума выделена как перспективный район, подлежащий дальнейшей разведке другими геофизическими методами.

Продолжалась разведка юго-восточного передового прогиба гор Герече с использованием системы СУРР (см. Годовой отчет за 1979 г.). Геологическая интерпретация геофизических наблюдений угольного поля Тарьян представлена на *рис. 4*. По единообразно интерпретированным и введенным в память ЭВМ разрезам скважин были построены геологические разрезы различного направления с использованием всех имеющихся геофизических данных (*рис. 4/a*). Опорным горизонтом для геофизических методов является поверхность триасового основания; по основной части района работ данная поверхность представляет собой подошву угольных и бокситовых залежей. По методам отраженных волн и электромагнитного многочастотного зондирования можно расчленить покровную толщу, что позволяет определить возраст сбросов (*рис. 4/b*). На карте *рис. 4/c, 4/d* и *4/e* показана система сбросов, около сброса, ограничивающего угольное поле с юго-запада, определенная по данным метода потенциального картирования. На карте *рис. 4/f* представлены тектонические блоки, выявленные с использованием всех существующих геолого-геофизических данных.

Геофизическая информация позволила

- выделить сбросы амплитудой, превышающей 30 м и коррелировать их;
- определить наклоны основания и угленосной толщи в различных блоках;
- определить — в благоприятных случаях — возраст сбросов и углы их наклона.

В эксплуатационной фазе разведки на уголь над главным штреком шахт Надьедьхаза проводились сейсморазведочные наблюдения высокой разрешающей способности. При этом задачей было определить местоположения и амплитуды сбросов. При проектировании этих работ и при геологической интерпретации полученных результатов были использованы геологические разрезы (*рис. 5/a*). Временной разрез с поправками за фазу и форму записи (*рис. 5/b*) и временной разрез с миграцией (*рис. 5/c*) могут использоваться для геологической интерпретации. Разрешающая способность разреза в горизонтальном и вертикальном направлениях составляет ок. 5—10 м. Сбросы амплитудой 1—5 м, выявленные при прохождении выработок, выделяются по сейсмическому разрезу только в исключительных случаях (7^{25} , 8^{63} , 12^{78}). Сопоставляя сейсмический разрез с геологическими видно, что разрез МОВ более правильно отражает местоположения и возраст ряда сбросов и некоторые сбросы, явно

выраженные на сейсмическом разрезе, не были известны ранее, несмотря на густую сеть скважин.

В рамках программы „Разведка сенонских бурых углей в районе гор Баконь“ выполнялась вторая фаза региональных работ в районе Шюмег—Укк—Дьепюкаян. Методика изучения промежуточных пластов была разработана путем комбинации сейсмического метода отраженных волн и электромагнитного многочастотного зондирования.

Развитие разведки на бокситы иллюстрируется рис. 6. Данный выступ был впервые околонтурен гравиметрическим методом. Ограничивающие его сбросы выделяются на картах остаточных аномалий поля силы тяжести. По результатам сейсмических наблюдений КМПВ по профилям проведенным перпендикулярно простиранию выступа, дополненных вертикальным электрическим зондированием, выступ разделяется на три части:

- на западную террасу залегающую на глубинах 100—200 м, и перспективную на бокситы, для изучения которой была пробурена скважина № Cseh-14:
- на центральный участок, поднимающийся близко к поверхности;
- на восточную часть, где карбонатное основание триасово-юрского возраста погружается по крутым сбросам.

После пробурения указанной скважины, по профилю были проведены электромагнитные частотные зондирования (рис. 6/с). С использованием результатов последних была выполнена детальная геологическая интерпретация и заложена скважина Cseh-15. Эта скважина вскрыла основание на глубине, предсказанной геофизикой, даже вблизи сброса.

Детальная геофизическая съемка была проведена в южной, юго-восточной части Ихаркутского месторождения бокситов. Для использования карт масштаба 1:2000 хорошим примером служит история разведочных работ в районе скважины № Nb—319 (рис. 7). В результате завершения первого этапа работ в 1980 г. была составлена карта *a*. По предложению геофизиков была пробурена скважина № Nb—319, прошедшая 91 м боксита. Задачей второго этапа работ было околонтуривание бокситоносной структуры. Полученные результаты представлены на карте *b*. Для выяснения более тонких деталей были проведены наблюдения по методу электромагнитного частотного зондирования (рис. 7/с). По данным последних можно было проследивать даже почти вертикальные стены доломитов.

В рамках программы изучения района гор Веленце работы продолжались региональными структурными и рудопоисковыми методами. План геофизических измерений представлен на рис. 8. На местах аномалий, выделяющихся на картах ΔZ ранее проведенных магнитометрических

наблюдений, была начата детальная съемка ΔT по сети 50×100 м (рис. 9) По некоторым профилям проводились работы по решению обратной задачи (рис. 10). Магнитометрическая съемка ΔT будет продолжаться в 1982 г.

Для интерпретации гравиметрических данных была составлена карта аномалий Буге с использованием плотности $\sigma = 2 \cdot 65 \cdot 10^3$ кг/м³, характерной для гранитов. Карта остаточных аномалий (рис. 11) не зависит от топографии и содержит значительный объем полезной информации о гранитном плутоне:

- зоны гравитационных минимумов соответствуют структурным линиям;
- узкая зона минимума, дугообразно ограничивающая зону развития гранитов, по всей вероятности связана с тектонической зоной, в которой граниты внедрились в более древние палеозойские формации;
- эти палеозойские формации характеризуются более высокой плотностью, чем граниты, следовательно серия положительных аномалий отражает их присутствие, даже в тех местах, где они не обнажаются;
- предполагается, что с юго-запада граниты ограничиваются структурной линией, протягивающейся с северо-востока к юго-западу.

Для дальнейшего изучения района развития гранитов, были проведены магнитотеллурические зондирования и экспериментальные электромагнитные частотные зондирования. Полученные результаты представлены на рис. 12 вместе с результатами геологической интерпретации ранее проведенного сейсмического профиля МОВ № Go—13 (см. Годовой отчет за 1980 г.). Экспериментальные работы позволили сделать следующие выводы:

- по данным МЧЗ можно расчленять неогеновую толщу;
- основание неогеновых отложений хорошо прослеживается;
- толща метасоматитов поддается расчленению по данным МЧЗ.

Результаты сейсморазведочных работ МОВ иллюстрируются разрезом Go—21 (рис. 13) протягивающимся с северо-запада к юго-востоку. Для повышения разрешающей способности метода, полевая техника была изменена по сравнению с предыдущими годами: по профилям применялись пункты взрыва в центре стоянки (0,2 кг ВВ) (рис. 13/а) и пункты взрыва в конце стоянки (2,0 кг ВВ) (рис. 13/б), с шестикратным перекрытием. Геологически интерпретировать разрез не легко: согласно геологическому разрезу толща метасоматитов неоднородна, но не слоистая; все же в интервале глубин от 200 до 300 м по сейсмическому разрезу выделяются хорошо отражающие горизонты. Данные промысловой геофизики подтверждают наличие изменяющихся физических параметров. Стратигра-

фические исследования проводятся и в настоящее время и их результаты могут выявить эту проблему. Под поверхностью диоритов ($\delta_{E'}$, отмеченной красным цветом) также намечаются слоистость и проявления сбросов.

Начаты петромагнитные и палеомагнитные анализы андезитов, диабазов и гранитов. По первым результатам анализов можно судить о том, что андезито-вулканическая активность происходила перед тем, как закончилось относительное смещение Европы и Африки, вероятно в третичный период. Намагниченность, характерная для диабазов, подобна намагниченности андезитов, но это не означает, что они одинакового возраста. Методические исследования, проведенные на гранитах, дали положительные результаты: несколько раз повторяемое терморазмагничение приводит к удалению дополнительной остаточной магнитности.

В процессе рудопоисковых работ продолжалась детальная съемка по методу ВП, начатая в 1979 г., в восточной части гор Веленце. Была сделана попытка определить возмущающие тела по величинам кажущейся возбуждаемости (P_a) (рис. 14). Метасоматиты, как правило, вызывают интенсивные аномалии.

В *Северной Венгрии* комплексная геофизическая съемка выполняется в двух районах: в *центральной и западной частях гор Матра* проводятся региональные структурные и рудопоисковые работы. На площади ок. 165 км² гравиметрическая сеть была сгущена с целью достижения плотности 16 пунктов/км² в центральной части и 10 пунктов/км² в краевых участках. По данным 1980 г. была построена карта аномалий Буге с использованием плотности $\sigma = 2,4 \cdot 10^3$ кг/м³ (рис. 15). Аномалия — за исключением локальных аномалий, вызываемых возмущающими телами, залегающими на мелких глубинах — оказывается очень симметричной. Это может быть связано с выступом фундамента или с интрузией высокой плотности, или же с обоими эффектами.

Региональная съемка методом ВП продолжалась на площади 54 км², прилегающей к району работ 1980 г. с севера и запада. На карте рис. 16 видно, что аномалии P_a ооконтурены за исключением восточного участка. Величины удельного сопротивления изменяются в пределах от 50 до 100 ом·м. Значительно заниженные по сравнению с ними величины сопротивления связаны, по всей вероятности, с разложением глинистых минералов. В соответствии с ранее проведенными наблюдениями, аномалии ВП коррелируются с структурными элементами: над краевыми сбросами вулканических структурных элементов, как правило, наблюдаются аномалии ВП и они совпадают с участками сейсмических разрывов, характеризующимися отсутствием отражений.

В соответствии с программой „*Региональная геологоразведочная съемка района гор Аггтелек—Рудабанья*“, представляющего собой продолже-

ние зоны Дарно — были продолжены комплексные геофизические работы. Карты аномалий Буге были построены для всей зоны Дарно с использованием величин плотности $\sigma = 2,0$ и $2,6 \cdot 10^3$ кг/м³, а затем были вычислены остаточные аномалии с применением фильтров левого среза, характеризующихся параметрами $s = 250$ м $\kappa = 3$ и $s = 500$ м, $\kappa = 3$, соответственно. Единственная величина плотности не может применяться для всего района. Полученные карты (как напр. карта, представленная на *рис. 17*) содержат большой объем полезной информации о строении района.

Была проведена детальная магнитометрическая съемка для выявления возмущающего тела магнитной аномальной зоны простирающейся с юго-запада к северо-востоку на протяжении более 5 км, почти параллельно оси антиклинали Йошвафэ. При этом применялись две модели: отражающие простое и сложное магнитны тела, соответственно. На *рис. 18* приведены результаты вычисления для случая сложных тел; они хорошо согласуются с наблюдаемыми аномальными величинами. Несмотря на то, что при вычислениях учитывался топографический эффект, погрешности параметров, представленных в *таблице I* могут достигать ± 20 %.

В местах рудопроявлений были проведены электроразведочные и магнитометрические исследования. На *рис. 19* представлен один из комплексных геофизических разрезов. Поскольку по профилю не намечались аномалии ВП и величины восприимчивости оказываются также низкими, здесь можно ожидать только слабое магнетитовое оруденение. Полученные результаты, кроме выяснения перспектив рудоносности, могут использоваться также для геологического картирования.

Для изучения железорудных тел в районе Рудабанья, проводилась детальная съемка ΔT . На карте аномалий (*рис. 20*) намечаются распределение и мощность железной руды до глубины 300 м. При сопоставлении магнитных аномалий с большим количеством существующих буровых данных можно сделать вывод о том, что тела железной руды подобные типу Рудабанья, характеризующиеся восприимчивостью ок. $250 \cdot 10^{-6}$ cgs при глубине их залегания, не превышающей 25 м, и мощностью более 10 м, могут быть выявлены магнитометрической съемкой. Этот вывод подтвержден теоретическими вычислениями.

В области *водопоисковых работ* было завершено геофизическое изучение конуса наносов реки Марош и подобные работы начаты в двух дополнительных районах. Из результатов, полученных в районе реки Марош, в качестве примера приводятся два графика $\rho_a - P_a$: один для скважины Keвермес—II/P (*рис. 21/A*) и другой для скважины Tótkomlós—III/P (*рис. 21/B*). По графикам намечаются стратиграфические различия между восточным (Кевермеш) и западным (Тоткомлош) районами.

В районе *острова Мохач* задачей геофизической съемки, планируемой на несколько лет, является получение данных о конусе наносов Дуная,

как первичного источника воды, и о мезозойском карбонатном основании, как вторичном источнике воды для регионального водоснабжения южной Венгрии, в частности города Печ и его окружности. Мощность толщи грубозернистых наносов была определена методами ВЭЗ и ВП (рис. 22/А). По данным инженерногеофизических зондирований конус наносов расчленяется на три хорошо коррелируемых слоя (рис. 22/В). По этим же данным можно судить о том, что приповерхностный слой дает защиту против загрязнения.

Мезозойское основание залегает на земной поверхности в северном участке района работ, в то время как в районе города Мохач оно находится на глубине 600 м. При помощи метода ВЭЗ поверхность основания хорошо прослеживается; его удельное сопротивление равняется нескольким сотням ом, следовательно предполагается, что выветрелая, трещиноватая верхняя зона основания оказывается хорошим водоемом.

Терраса и конус наносов реки Раба является объектом геофизической съемки, проектируемой на 2 года. На первом этапе изучался южный участок района площадью ок. 80 км² вертикальным электрическим зондированием, профилированием и зондированием по методу ВП, а также инженерногеофизическим зондированием. Несмотря на сложные условия залегания плейстоценовых и верхнепаннонских отложений, осадочную толщу можно расчленить на пять слоев, не включая почву (рис. 23): слой террасовых отложений, конус наносов, глинистый опорный слой, нижний песчано-глинистый слой и глинистая подошва. Из этих слоев перспективными с точки зрения водоносности могут оказаться террасовые отложения, конус наносов и, в частности, нижний песчано-глинистый комплекс.

2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

2.1 СЕЙСМОРАЗВЕДКА

2.1.1 Площадная съемка в районе Жамбекского бассейна*

В районах со сложным геологическим строением интерпретация данных, получаемых по отдельным профилям, связана с затруднениями, поэтому повышенный интерес предьявляется к широкополосным и площадным съемкам. Первый широкополосный разрез был построен в 1972 г. по профилю МК—2 (73).

В Жамбекском бассейне площадная съемка более значительного объема была выполнена впервые в 1980—81 гг. по поручению Центрального геологического управления и Государственного комитета по техническому развитию. (Разведочные работы проводятся в этом районе уже несколько лет и полученные результаты были описаны в отчетах за предыдущие годы). После соответствующей методической подготовки была обеспечена возможность получения материала в качестве, удовлетворяющем требованиям проектирования горных работ. Хотя мелкие тектонические элементы, влияющие на разработку, не выявляются, но при проектировании главных штреков получаемые нами данные в комплексе с данными бурения могут хорошо использоваться.

В выделенном районе работ угольная толща эоцена залегает на глубине 400—500 м, при мощности угольных пластов ок. 10—20 м. Район характеризуется холмистым рельефом и подвергается сельскохозяйственному возделыванию, в связи с чем работы проводились поздней осенью и ранней весной, чтобы причинять как можно меньше ущербов. Площадь района работ составляет ок. 1 км². Схема системы наблюдений представлена на *рис. 24*. Применялась блочная система с шагом между сейсмоприемниками 25 м, с сетью пунктов взрыва 125×150 м. Наблюдения проводились при помощи 60-канальной аппаратуры типа DFS—V. Сеть ОГТ шагом 12,5 м обеспечивает удовлетворительные результаты при максимальной частоте 80 гц, до 30° (*рис. 25*). В разработанной основной системе наблюдений к одному пункту взрыва относится 480 каналов. Это соответствует расстоянию между пунктом взрыва и сейсмоприемником до 400 м (В этом случае критическое отражение рассматривается как пре-

* Драхош Е., Шипош Й., Д. Леринц К., Майкут Т., Ранер Г., Жадань Э.

дел; при $\bar{V} = 2000$ м/с, $\bar{V}_h = 4500$ м/с максимальное расстояние пункт взрыва — сейсмоприемник $\sim h$.) Было предусмотрено четырехкратное перекрытие. Поскольку в системе наблюдений перекрывающиеся блоки не применялись, проводились и наблюдения на расстояниях, превышающих максимальное расстояние пункт взрыва — сейсмоприемник, в связи с чем кратность перекрытий кажется большей.

Упругие колебания возбуждались взрывом в скважинах. Для получения записей на больших частотах применялись возможно малые заряды ВВ (0,2—1,0 кг Паксита 1У). Заряды были всегда заложены под подошвой зоны малых скоростей. Для этой цели использовалась карта мощности ЗМС, полученная по ранее проведенным работам. Примеры полевых записей приведены на *рис. 26*.

Предварительные статические поправки были получены путем экстраполяции величин поправок, определенных по временам в пункте взрыва и съемок ЗМС.

Полученные данные обрабатывались на ЭВМ ЕС 1035 с использованием системы программ СЦС—3. Система программ, разработанная организациями-участницами Координационного центра „Интернефтегеофизика“ была впервые использована для обработки данных площадной съемки. Для этой цели система была дополнена и отдельные ее программы были переделаны. В 1981 г. основной целью было построение суммоменты в произвольном направлении.

Схема обработки представлена на *рис. 27*. Для обеспечения обработки большого объема данных были изменены программа статических поправок (СТАТ) и программа исключения первых вступлений (МУТЕ). Была разработана программа, вычисляющая для каждого канала координаты места сейсмоприемников, пункта взрыва и ОГТ (X, Y), расстояние сейсмоприемник-пункт взрыва и его азимут. Эти данные записываются в заголовку канала. Программа может использоваться при любой — регулярной или нерегулярной — системе. Направление или направления интерпретируемых разрезов могут выделяться в соответствии с локальной структурой. Регулировкой параметров программы выбора каналов вдоль интерпретируемых профилей выделяется равномерная двумерная разбивка на интервалы. Входящие в эти интервалы глубинные точки принимаются за ОГТ, которые собираются программой выбора каналов. Ход дополнительной обработки совпадает с процедурой нормальной обработки.

Кинематические поправки определяются с использованием функции скоростей, использованной в процессе предыдущих наблюдений. По выбранным отрезкам профилей проводилось суммирование с постоянной скоростью. Для увеличения кратности перекрытий в суммирование были вовлечены три параллельных профиля (*рис. 28*).

Качество суммомент исправлялось вводом поправок за форму сигналов

и за фазу. Таким способом выравнивались формы сигналов суммируемых каналов и исправлялись ошибки статических и кинематических поправок (рис. 29). После применения программы коррелируемость горизонтов значительно улучшается. Кроме этого более выразительно выделяется слоистость толщи эоценовых, олигоценых и миоценовых отложений.

Записи подвергались фильтрации в различных диапазонах частот (рис. 30), на основании чего были выбраны варианты, использованные для интерпретации. Изготовлена программа миграции-волнового уравнения (аппроксимация под 45°), сопряженная с системой программ СЦС—3, и она была использована для временного разреза, представленного на рис. 30. Варианты разрезов без фильтрации и с фильтрацией в полосе, подобной временному разрезу, приведены на рис. 31. Грабневидная структура на поверхности триаса явно выделяется в варианте разреза с миграцией, при фильтрации в полосе 20—40 гц. Диффракции исключаются этим способом.

Применение программ требует затраты вычислительного времени 11 сек. на глубинную точку, без миграции. В процессе обработки данных получены разрезы общим объемом 160 км в меридиональном направлении (обозначение Е) и в широтном направлении (обозначение К). В 1982 г. предусмотрено осуществление площадной миграции.

Результаты геологической интерпретации временных разрезов показаны на рис. 32. По меридиональным профилям Е 49—53 отдельные структурные элементы хорошо прослеживаются; расстояние между профилями равно 12,5 км. Кроме крупного сброса, выделяющегося по южным концам профилей, выявляются более мелкие сбросы. Поверхность триасовых отложений лучше всего прослеживается в центральной полосе 20—40 гц, а олигоценые и миоценовые покровные отложения — в полосе более высоких частот (40—80 гц).

2.1.2 Изучение сбросов в шахтах сейсмическим методом*

Внедрению сейсмического метода для изучения тектонического строения в условиях глубоких шахт предшествовали теоретические исследования по изучению ведомых волн (см. Годовой отчет за 1980 г). Результаты этих теоретических исследований, а также созданная между тем аппаратурная база позволили начать в 1981 г. фактические работы в шахтах.

Сейсморазведочный метод так называемых пластовых волн основывается на изучении рассеянных ведомых волн, распространяющихся в уголь-

* Бодоки Т., Циллер Э., Тэреш Э. (Ноградские угольные шахты)

ной залежи как в волноводе. Ведомые или пластовые волны разделяются на две группы сигналов, на рассеянные волны Релея, состоящих из волн $P-SV$ и на рассеянные волны Лява, состоящие из волн SH . При проведении измерений в шахтах мы стремимся записывать главным образом последние волны, так как о составляющей, характеризующейся самой низкой групповой скоростью и самой большой амплитудой — называемой в литературе фазой Эри — известно, что почти вся ее энергия распространяется в пределах угольной залежи, в связи с чем содержащаяся в ней информация относится к внутренней структуре залежи.

Метод шахтных наблюдений над пластовыми волнами распространен в двух вариантах. Один из них это так называемое сейсмическое просвечивание пласта при записи прямых вступлений пластовых волн, а второй вариант — это метод отраженных пластовых волн, записывающий отраженные ведомые волны.

На практике два вышеуказанных варианта применялись попеременно, но в производственном порядке пока можем применять только метод просвечивания пласта. Сущность последнего заключается в записи прямых пластовых волн, проходящих через изучаемое рабочее поле. Для этого, конечно, необходимо, чтобы изучаемая часть залежи имела не менее чем две открытые стороны. В случае, если записанная пластовая волна оказывается полной, т. е. имеются все составляющие частот, включая и фазу Эри, то залежь должна быть непрерывной в интервале между источником и местом записи, так как если залежь прерывается тектоническим или другим нарушением, составляющие пластовой волны, энергия которых концентрируется внутри залежи, рассеиваются на месте нарушения и выходят из залежи, вследствие чего они будут отсутствовать из наблюдаемых сигналов. Так, по отсутствию высокочастотных составляющих — в первую очередь составляющих волн Лява — можно судить о наличии нарушения, прерывающего путь луча. Спектр отсутствующих составляющих позволяет судить о размерах нарушения (амплитуде сброса).

В качестве примера на *рис. 33* представлена карта результатов просвечивания пласта. В районе работ, между двумя почти меридиональными выработками было предусмотрено создание фронта, однако, западная выработка прошла уже в начале два сброса. Поскольку в восточной выработке эти сбросы не были встречены, возможно, что они протягиваются с северозапада к юговостоку по всему подготавливаемому полю. В связи с этим для выяснения положения сбросов были проведены работы по сейсмическому методу просвечивания пластов.

Наблюдения проводились с использованием двухкомпонентных горизонтальных сейсмоприемников и цифровой суммирующей аппаратуры $ESS-01-24$. Для возбуждения колебаний применялись заряды 50—100 г.

Интерпретация осуществлялась вручную, базируясь при этом на фазу Эри. Участки, которые просвечивались беспрепятственно, которые просвечивались частично, и которые вовсе не поддались просвечиванию, однозначно оконтурили возможные положения сбросов. Как это видно на карте, сбросы проходят почти параллельно связывающим выработкам и прекращаются приблизительно на 80—100 м от восточной выработки. Кроме этого проведенные работы показали, что южнее сбросов угольное поле не нарушено и дополнительными сбросами не следует считаться.

2.1.3 Геолого-геофизический вычислительный центр на базе ЭВМ ЕС 1035*

В 1979 г. была приобретена исходная конфигурация геолого-геофизического вычислительного центра на базе ЭВМ ЕС—1035. К концу 1981 г. был выполнен основной объем работ по расширению конфигурации, благодаря которым ЭВМ общего предназначения стала специализированной для геофизических целей системой (существующая конфигурация представлена на *рис. 34*).

Основные переделки сводятся к следующему:

- а) Была произведена замена всего процессора; новый процессор имеет — вместо старой ферритовой оперативной памяти емкостью 512 килобайт — полупроводниковую память емкостью 1 мбайт, построенную на чипах 4 килобайт каждый. Между тем завод-изготовитель переделал процессор, благодаря чему он имеет уменьшенные габариты, а его работа одновременно усовершенствована:
 - быстродействие увеличено приблизительно на 17%;
 - набор команд дополнен 8 командами;
 - один из его селекторных каналов способен работать в блочно-мультиплексном режиме;
 - достоверность системы, как показывает накопленный до сих пор опыт, повышена, а ремонты облегчаются за счет значительного увеличенного набора запасных частей.
- б) Вспомогательная память ЭВМ с прямым доступом была дополнена системой дисков производства BASF общим объемом 360 Мбайт (блоки, отмеченные на *рис. 34* цифрами 2 и 3). Тем самым объем вспомогательной памяти ЭВМ с прямым доступом увеличился до 480 Мбайт. Каждая из систем BASF 6012 содержит 2 самостоятельных диска, причем система обслуживает каждый диск как два самостоятельных логических диска типа IBM 2314 29 Мбайт.

* Черчик Ф., Касаш М., Шипош Й., Зилахи-Шебеш Л.

- в) Внедрен первый каскад системы дистанционной обработки данных типа VIDEOTON VT с 4 терминалами (рис. 34, блоки 12, 13 и 14), которые позволяют разрабатывать и записывать программы в режиме CRJE (Conversational Remote Job Entry). Может осуществляться пакетная обработка данных с терминалов.
- з) Плоттер типа CALCOMP, отмеченный на рис. 34 цифрами 15 и 16, был приобретен и сопряжен с ЭВМ в первую очередь для черчения карт. Плоттер подключен к процессору ЭВМ через управляющее устройство дистанционной обработки данных (блок 12 на рис. 34) в неавтономном режиме. Для этого к управляющей системе VT 55 000 было необходимо подключить новый эмулятор, управляющий плоттером. Работе программирования плоттера CALCOMP способствует то обстоятельство, что наиболее часто применяемые операции (связывание двух точек прямой, черчение знаков в произвольных размерах и положениях) выполняются управляющим устройством самостоятельно, с использованием собственного микропроцессора. Программное обеспечение HCBS (Horst Computer Basic Software), поставленное вместе с ЭВМ, содержит все подпрограммы, облегчающие составление программ. Сопряжение с операционной системой осуществляется программой BTAM I/O, поставленной с плоттером.
- д) Плоттерная система типа VERSATEC, работающая в автономном режиме при ширине используемой бумаги 36" (блоки 23, 24 и 25 на рис. 34) предназначен в первую очередь для представления сейсмических разрезов, но с использованием управляющего ей устройства VERSAPLOT 07 без перезаписи можно пользоваться программами плоттера CALCOMP.

Значительными достоинством системы является ее взаимозаменяемость с ЭВМ IBM 370/145. Благодаря этому можно просто подключить к ней аппаратные элементы, не выпускаемые в ЕС, а также использовать системы геофизических программ, применяемых в операционных системах ЭВМ IBM и ЕС. Из операционных систем было успешно испытано несколько вариантов (ЕС OS/MFT 4.1, IBM OS/MFT 21.8). В настоящее время используется исключительно система OS/VS1 ЭВМ IBM с системой доступа BTAM к системе дистанционной обработки данных. Выбор системы OS/VS1 обоснован тем, что ее возможности лучше всего соответствуют нашим целям и ресурсам, так как:

- одновременно могут проходить 16 программ (у нас целесообразно использовать одновременно 5 программ). Степень использования ЭВМ в значительной мере увеличивается при выполнении программ, требующих большой объем вычислений (напр. сейсмических), а

также прочих программ с конкурентным мультипрограммированием;

- виртуальный подход к использованию памяти позволяет применять программы, суммарная потребность которых в объеме памяти значительно превышает фактический объем памяти;
- опыт показывает, что при прохождении геофизических программ возникает сравнительно небольшая потребность в перелистывании;
- в соответствии с оптимальным использованием ЭВМ, ресурсы распределяются динамично;
- система включает в себе прием SPOOLING, обеспечивающий оптимальное использование вводных и выводных устройств;
- система выполняет сравнительно небольшой объем системно-административных операций, благодаря чему она может использоваться с высокой эффективностью.

В течение 1981 г. была достигнута трехменная работа машины. Основными областями ее применения являются:

а) Обработка сейсмических данных, занимающая приблизительно 2/3 всего времени. Обработка осуществляется в основном с помощью закупленных систем программ. Приобретены две системы программ, включающих в себе основные операции производственной обработки данных:

- у Координационного центра СЭВ „Интернефтегеофизика“ приобретена система программ СЦС—3;
- у фирмы Petty—Ray (США) закуплена основная система программного обеспечения.

Закупка этих двух систем программ позволила в короткое время после ввода ЭВМ ЕС 1035 приступить к обработке сейсмических данных, причем разработчикам матобеспечения можно было поручить решение специальных задач (напр. элементы трехмерной обработки, цветное представление результатов и т. п.).

б) Подсчет запасов полезных ископаемых. Система данных Центрального геологического управления о запасах полезных ископаемых была перезаписана на ЭВМ ЕС 1035 с использованием эмулятора МИНСК—32, входящего в комплект поставки ЭВМ ЕС 1035. Начиная с 1982 г. основной объем вычислений по учету запасов полезных ископаемых выполняется уже на ЭВМ ЕС 1035.

в) Программы для обработки магнитотеллурических данных и кривых ВЭЗ. Применяются собственные программы интерпретации

магнитотеллурических данных, а также программы вертикального электрического зондирования с использованием программ фирмы US Geological Survey.

- г) Экономические и прочие области применения. На ЭВМ ЕС 1035 решаются также некоторые задачи управления институтом и учета, напр. обработка данных о персональном составе, о трудовых делах и т. д. Для этой цели была использована система интерактивного обслуживания базы геологических данных фирмы US Geological Survey называемая GRASP (Geologic Retrieval And Synopsis Program), которая была приспособлена к ЭВМ ЕС 1035 при содействии эксперта USGS.

2.2.1 Некоторые новые методические и экономические аспекты применения комплекса метода теллурических токов и магнитотеллурического метода*

В Геофизическом институте им. Этвеша комплексное применение теллурических и магнитотеллурических наблюдений внедрено уже больше чем десять лет тому назад. Но цифровая аппаратура типа ТЕМ—80, изготовленная в 1980 г. (см. Годовой отчет за 1980 г.) и обработка данных наблюдений на вычислительной машине типа НР—9845 открыли новые возможности в этой области. Эти возможности оказываются тем более полезными, чем больше геоэлектрическая модель исследуемого района отличается от горизонтально слоистого и однородного в горизонтальном направлении строения. Проведен целый ряд вычислений магнитотеллурических моделей для различных типов неоднородностей (грабены, сбросы, антиклиналы, наклонные экранирующие объекты) и в настоящее время из литературы известно, по интерпретации какой из кривых зондирования, полученных в главном направлении, можно определить глубину основания высокого сопротивления или кровли экранирующего объекта и т. д. для данной структуры. Подобная принципиальная проблема возникает, естественно, при применении любого электроразведочного и электромагнитного метода, но, парадоксальным образом, при этих методах для получения хороших результатов необходимо выяснять структурные направления до проведения наблюдений, в то время, как работы по магнитотеллурическому методу можно провести в любых двух перпендикулярных между собой направлениях, причем кривые зондирования получаются для главных направлений, называемых Е- и Н-поляризацией.

В 1981 г. был разработан метод для ЭВМ НР—9845, позволяющий определять условия проводимости в главных направлениях, а также направления анизотропии по данным метода ТТ (по полевым наблюдениям продолжительностью 30—40 минут). На *рис. 35* и *36* представлены так

* Немешти Л., Чэргей Й.

называемые абсолютные эллипсы для двух различных районов; величины эллипсов приведены к базовой станции. Направление эллипсов характеризует локальные (рис. 35) или региональные (рис. 36) структурные линии, степень их растянутости — анизотропию в горизонтальном направлении, а площадь — суммарную продольную проводимость под пунктом наблюдений. Разработанная программа строит различные карты (напр. карту отношений больших осей A_B/A_M^* , отношений малых осей B_B/B_M^* , направлений больших осей A^{-1} , $A^{-1/2}$ и т. д.), из которых интерпретатор может выбрать карту, соответствующую модели. Стандартные карты A^{-1} или $A^{-1/2}$ метода ТТ могут рассматриваться как геометрическая средняя величин проводимости, измеряемых в двух главных направлениях. В связи с этим очевидно, что они тем менее пригодны напр. для выяснения рельефа основания, чем менее геологическое строение соответствует горизонтально однородному, т. е. чем больше абсолютные эллипсы отклоняются от окружности. В соответствии с известной литературой, для районов типа рис. 35, для определения рельефа основания более точные данные получаются по отношению проводимости по Н-поляризации (в направлении малых осей), в то время, как для районов типа рис. 36 — по отношению проводимостей по Е-поляризации (в направлении больших осей). Особый интерес представляет собой второй случай, поскольку в самом районе работ рельеф основания не обосновывает такую направленность, параллельную долине реки Хернад. Однако, если смотреть на обстановку в восточном и западном направлениях, то с востока объект высокого сопротивления представлен андезитами гор Земплен, а с запада — поднятием основания по крупному сбросу (основание приближает здесь поверхность земли на несколько сот метров). Следовательно, рассматриваемый район исследований представляет собой часть центрального участка длинного грабена. При такой модели для определения основания более достоверным является направление большой оси по Е-поляризации. Направленность теллурических эллипсов, а также отношение их больших осей были подтверждены магнитотеллурическими полярными диаграммами. Об этом свидетельствует и *рис. 37*, на котором величины проводимости по кривым МТЗ по Е-поляризации, полученные в долине реки Хернад, сопоставлены с величинами больших осей нормированных теллурических абсолютных эллипсов, полученных в тех же пунктах.

Так, для рассматриваемых районов работ для построения карт глубины основания были использованы не обычные карты A^{-1} или $A^{-1/2}$, а теллурические параметры, полученные в соответствующих направлениях

* A_B и B_B ; A_M и B_M — большая и малая ось абсолютного эллипса базовой и подвижной станций, соответственно.

осей, что позволило применять комплекс метода ТТ и магнитотеллурического метода в условиях сложного геологического строения.

Полученные результаты считаются нами значительными, так как в связи со все более сложными задачами разведки применимость метода ТТ в определенных районах стала сомнительной, причем предпочтение было придано магнитотеллурическому методу, который в 20—30 раз дороже, но чувствительный в отношении горизонтальной анизотропии, вызываемой структурными воздействиями. Благодаря возможности управления зависимостью информации от направления также в методе ТТ, комплексное применение метода ТТ и магнитотеллурического метода получило дополнительное значение. При применении комбинированного метода расходы составляют лишь 25%, а затрата времени — 10% от расходов и затрат времени, соответственно, возникающих при применении одного метода МТЗ, причем объем геологической информации гораздо больше по сравнению с затратами.

Вышеописанные методические экспериментальные работы были выполнены в долине реки Хернад при материальной и моральной поддержке предприятия ОКГТ, а в районе гор Виллань — при поддержке предприятия МЭУ, за что авторы выражают свою благодарность.

2.2.2 Примеры применения электромагнитного метода*

Выявление границы раздела крутого наклона

Точное определение наклона круто падающего горизонта представляет собой задачу, весьма важную для подсчета запасов полезных ископаемых и для проектирования горных работ, но трудно решаемую наземными геофизическими методами. При благоприятных условиях эта задача может решаться методом магнитного частотного зондирования, благодаря его высокой разрешающей способности в горизонтальном направлении и высокой точности определения глубины.

Результаты электромагнитного частотного зондирования аппаратурой МАХ1—PROBE зависят от рельефа поверхности земли. Для повышения точности определения глубины, в системе программ обработки данных предусмотрен ввод топографических поправок. Практическая эффективность этой операции была проверена тестовыми измерениями. Измерения проводились над скважиной при разное датчик-приемник равном 300 м. Разность между высотными отметками пунктов датчика и приемника было 9 м (3,3 %), причем на более высоком пункте был расположен приемник.

* Фаркаш И., Дьюрко П., Кардеван П., Резеши Г.

Кривая, *a* представленная на *рис. 38* была получена после ввода топографических поправок. Отмечается хорошая корреляция между пунктами разлома кривой и границами раздела разреза скважины. Если в кривую не вводятся топографические поправки (кривая *b*), то эта корреляция ухудшается. В последнем случае погрешность определения глубины залегания триасовых отложений составляет 9%, что в значительной мере превышает точность определения глубины аппаратурой MAXI—PROBE. В связи с этим в процессе полевых работ необходимо определить разность, высотных отметок между пунктами датчика и приемника путем нивелировки.

В 1981 г. в систему обработки данных на вычислительных машинах HP—98453 и Commdoge была встроена новая программа ввода топографических поправок. В то время, как до сих пор использовался лишь один способ ввода поправок, теперь уже различаются два случая, а именно, когда более высоко располагается датчик и ниже приемник, и наоборот. Благодаря этому дополнительно повысились вертикальная разрешающая способность метода и точность определения глубины. Программа способна учесть разности высот равных 7%.

Электромагнитная кривая, представленная на *рис. 39* была получена с пятикратным увеличением в горизонтальном направлении, в районе с изменчивым рельефом. Частотные зондирования выполнялись через каждые 12,5 м. Сильно наклонный триасовый фундамент, залегающий на глубине ок. 400 м в правой части рисунка, выявлен 4 зондированиями на различных глубинах. При применении одинаковых масштабов в вертикальном и горизонтальном направлениях, наклон фундамента получается равным 40°. При наблюдениях разнос между приемником и датчиком был 600 м.

Определение амплитуды сброса при горизонтально изменяющемся сопротивлении покровной толщи

Исследование сброса, ограничивающего угленосную эоценовую толщу с юго-запада в районе Тарян проводилось несколькими электроразведочными методами. На картах проводимости, приведенных на *рис. 4*, отчетливо выделяются места сбросов, параллельных граничному сбросу (карта *d*) и перпендикулярных ему (карта *c*). При двухслойной геологической модели карта проводимости может быть преобразована в карту глубин и при этом можно определить амплитуду сбросов. Для представленной модели средняя величина сопротивления толщи, перекрывающей триасовое основание, изменяется из-за наличия эоценового комплекса (отмеченного оранжевым цветом) на погруженном крыле. В связи с этим величины проводимости, полученные по методу потенциального картирования не годятся для правильного определения амплитуды сбросов.

По профилю было выполнено также вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), позволившее достоверно выделить поверхность триасовых известняков как горизонт бесконечного сопротивления под олигоценовыми отложениями низкого сопротивления (рис. 4/а). На участке, где появляются пласты эоценовых отложений для ВЭЗ горизонтом бесконечного сопротивления является уже не поверхность триасовых известняков, а некоторый промежуточный горизонт эоценовой толщи. Было также обнаружено, что методом ВЭЗ не расчлняются ни верхний 100-метровый интервал олигоцена, ни подстилающая его толща мощностью ок. 200 м.

Электромагнитное частотное зондирование, проведенное для определения точного положения и амплитуды сброса (рис. 4/б) позволило более подробно расчлнить покровную толщу и точно определить амплитуду крупного сброса, ограничивающего эоценовую толщу, несмотря на то, что сопротивление комплекса, перекрывающего триасовое основание, изменилось. Видно, что разрешающая способность электромагнитного частотного зондирования с увеличением глубины значительно лучше по сравнению с ВЭЗ, причем ЭМЧЗ позволяет точно определить глубину залегания триасового комплекса даже при наличии изменяющейся в горизонтальном направлении покровной толщи. По ВЭЗ, выполненному над скважиной, пробуренной на погруженном крыле сброса, глубина основания была определена с погрешностью 20%, в то время, как погрешность метода ЭМЧЗ по определению глубины была всего 2%.

Выявление фациальных изменений

Определение наклонов пластов, залегающих один над другим под различными углами и выявление фациальных изменений дают полезную информацию для выяснения палеогеографической обстановки района работ, по которой можно делать важные выводы об условиях образования залежей полезных ископаемых.

В районе работ Четень—Сапар электромагнитное частотное зондирование было проведено в комплексе с сейсморазведочным методом отраженных волн. Результаты электромагнитного частотного зондирования отражают границу раздела эоценовых и меловых отложений в полном согласии с результатами сейсморазведки, и кроме того, позволяют расчлнять толщу олигоцена и эоцена по величинам удельного сопротивления. На разрезе МОВ, представленном на *рис. 2* разными цветами показаны пласты разных сопротивлений. Темно-зеленый и темно-коричневый цвета соответствуют олигоцену и эоцену высокого сопротивления, а светло-зеленый и светло-коричневый — олигоценовым и эоценовым отложениям низкого сопротивления. Из разреза видно, что к краям бассейна наклон олигоценовых пластов изменяется. Олигоценовая толща высокого сопротивления, непосредственно перекрывающая эоценовые отло-

жения, вблизи скважины Sz—43 исчезает, вероятно в связи с фаціальными изменениями. В левой и центральной частях разреза преобладают эоценовые отложения низкого сопротивления.

Изучение бокситоносных структур электромагнитным частотным зондированием

Для бокситовых залежей так называемого ворончатого типа характерны малые размеры в горизонтальном направлении по сравнению с их глубинами (и в благоприятных случаях также с мощностью боксита), в связи с чем стандартными электроразведочными методами (как потенциальное картирование, скважинный метод потенциального картирования, ВЭЗ) над такими бокситовыми телами получаются лишь небольшие, безличные аномалии. Положение дополнительно осложняется, если покровная толща слагается хорошо проводящими неоднородными пластами (как напр. в районе Ихаркут — меловые мергели, в Баконьослопе — олигоценовая, нижнемиоценовая глинистая толща).

Высокая разрешающая способность метода МЧЗ и его незначительная чувствительность к боковым неоднородностям позволяют выделять бокситовые тела или бокситоносные структуры и при таких условиях. Кривая МЧЗ, представленная на *рис. 7* проходит над двумя подобными бокситоносными структурами. По кривым МЧЗ можно выделить как сбросы, ограничивающие бокситовое тело в центре кривой (Неметганья-XXV), так и поверхность подошвы доломитов. Каротажные кривые скважины Нб—119 и результаты геохимических исследований подтвердили присутствие этих пластов, характеризующихся различными вещественным составом и удельным сопротивлением.

Выявление еще более мелких бокситоносных структур или бокситовых тел затрудняется даже при применении метода МЧЗ, так как кривые зондирования искажаются. Однако, эти искажения являются характерными и диаграмма кажущихся удельных сопротивлений, построенная для данной глубины может отражать даже малые бокситовые тела в виде минимума сопротивлений. На *рис. 7/с* представлены кривые сопротивления, относящиеся к глубинам 50 и 80 м. По этим кривым выделяется даже бокситоносная воронка шириной не более 20 м в правой части рисунка.

Изучение тонких бокситовых залежей

В юго-восточном переводе прогибе гор Герече, по денудированной поверхности эоценовой толщи на небольших глубинах имеется несколько бокситовых линз малых размеров. Однако, данная модель геологического строения значительно различается от моделей строения района Баконь. Мощность бокситовых линз только иногда превышает 10% от глубины их залегания и они не приурочиваются к тектоническим элементам, по-

скольку молодые тектонические движения часто уничтожили структурные элементы, игравшие роль в образовании бокситовых линз. На *рис. 40* показана кривая электромагнитного частотного зондирования, на которой выделяется подобная бокситовая линза малых размеров как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Электромагнитные частотные зондирования аппаратурой „МАХІ—PROBE“ позволят очень точно определять глубину залегания триасового основания, и тем самым выявлять мелкие прогибы, которые могут оказаться бокситоносными. Изучение подобно мелких прогибов невозможно другими электроразведочными методами постоянного тока, поскольку их разрешающая способность в вертикальном направлении и точность определения глубины по ним недостаточно высоки для этой цели.

Из *рис. 40* видно, что бокситовая линза не протягивается до молодого сброса, выделяющегося на левом участке кривой и, что олигоценые отложения характеризуются спокойным залеганием.

2.2.3 Наземные наблюдения при помещении питающего электрода в скважине*

Наземные электроразведочные методы постоянного тока с скважинным электродом были разработаны в связи с тем, что в условиях Венгрии некоторые из бокситовых залежей приурочены к воронкам карбонатного основания, перекрытым эоценовыми известняками высокого сопротивления, а затем толщей олигоценых отложений низкого сопротивления (*рис. 41/a*). При таком геологическом строении рельеф основания эффективно не может изучаться при помощи метода потенциального картирования (ПК), описанного в годовом отчете за 1980 г. и успешно применяемого в прочих случаях, в связи с экранирующим воздействием эоценовых известняков на поле наземных питающих электродов.

При поисках эоценовых буроугольных залежей также встречается геологическое строение, при котором карбонатное основание прослеживается более эффективно с помощью методов скважинного электрода, напр. если в поверхности покровной толщи присутствуют миоценовые известняки, вызывающие неблагоприятные отношения сигнал/шум для метода потенциального картирования.

В годовых отчетах за 1973 и 1974 гг. были изложены основные принципы скважинного метода потенциального картирования (СМПК), приемы обработки получаемых данных и результаты первых полевых экспериментальных работ по этому методу. Во второй половине семидесятых

* Шимон А.

годов метод СМПК стал широко применяемым методом поиска бокситовых месторождений и угольных месторождений эоценового возраста. В то же время были разработаны и другие варианты методов скважинных электродов. Ниже в сводном виде будут изложены результаты методических и поисковых работ, проведенных за прошедшее десятилетие.

Методика наблюдений иллюстрируется *рисунком 41*. Если для помещения скважинного электрода имеется лишь одна скважина, то наблюдения проводятся по СМПК. Один из питающих электродов (А) помещается в скважине под экранирующим слоем, а второй (В) — на поверхности земли на „бесконечном“ удалении. В районе скважны (t) парой электродов (MN) измеряются две перпендикулярные между собой составляющие градиента наземного электрического поля (*рис. 41/a*). Если вблизи изучаемого района имеются две скважины, то проводится так называемое градиентное картирование со внутренним возбуждением (ГКВ). В этом случае помещая оба питающих электрода в скважинах под экранирующим слоем, градиенты наземного электрического поля измеряются вышеуказанным образом в районе между скважинами (t) (*рис. 41/b*).

Основные элементы полевой техники представлены на *рис. 42*. Если скважина остается открытой и в интервале, в котором помещен скважинный электрод имеется буровой раствор или вода, то скважинный электрод представлен простым металлическим стрежнем. В „сухой“ или позже цементируемой скважине в качестве скважинного электрода применяется устройство, подобное грунтоносу, сущность которого сводится к тому, что из него для подвода тока, в стенку скважины можно втреливать металлические тела (*рис. 42/a*). Это устройство было разработано экспертами ЭЛГИ в сотрудничестве с специалистами предприятия OFKFV.

Ток для измерения получается от источника, состоящего из генератора с двигателем внутреннего сгорания, и из разработанного в ЭЛГИ комплекса переключения тока, переключения полюсов и измерения (*рис. 42/b*). Величины ΔV измеряются малогабаритными переносными компенсаторами (*рис. 42/c*).

В обоих вариантах обработки данных по измеренным градиентам вычисляется абсолютная величина измеренной напряженности поля $|E_M|$, а затем, по данным системы электродов и геологической модели — абсолютная величина так называемой нормальной напряженности поля $|E_0|$. (Под нормальной напряженностью поля подразумевается напряженность поля идеальной двухслойной модели, близкой к полевой модели.) Наконец вычисляется отношение абсолютной величины нормальной напряженности поля к абсолютной величине измеренной:

$$\sigma_k = \frac{|E_0|}{|E_M|}$$

Тем самым получается параметр так называемой кажущейся удельной проводимости, который отражает рельеф основания высокого сопротивления более наглядно по сравнению с измеренными величинами градиента потенциала, за исключением непосредственной близости скважины при наблюдениях по СМПК, где по параметру σ_k часто получаются „ложные аномалии“ (рис. 41/б). При применении метода ГКВ такое искажение не вызывается (рис. 41/д), поэтому, если возможно, то применяется этот метод.

Над прогибами основания параметр σ_k приобретает максимальные, а над поднятиями основания — минимальные значения. На эту картину влияют также изменения средней величины сопротивлений покровной толщи: при ее увеличении значения σ_k уменьшаются и наоборот. Однако, поскольку в пределах площади одного планшета карты сопротивление покровной толщи считается постоянным или „изменяется медленно“, на карте параметра σ_k небольшие в горизонтальном направлении аномалии, вызванные рельефом основания, как правило, хорошо распознаются и карта может непосредственно использоваться для оконтуривания структурных элементов и для выделения мест для заложения скважин.

Вычисление нормальных величин, а затем параметра σ_k осуществляется на месте полевых наблюдений в автомашине или в вычислительном центре на базе микровычислительной машины НР—9815А, находящемся в центре полевой партии (см. Годовой отчет за 1976 г.). Окончательным результатом обработки данных — если не вычисляются глубины — является карта изолиний по параметру σ_k .

Вышеописанные методы оказались наиболее эффективными на этапе рекогносцировочной съемки поиска бокситов: с помощью карты σ_k можно выделить (потенциально бокситоносные) прогибы основания и его приподнятые участки. При соответствующей ориентации поисковых скважин в значительной мере увеличивается вероятность обнаружения залежей. В качестве примера можно привести карту аномалий σ_k , полученную в районе Баконьослоп—Эрдегарок (рис. 42/а). Из предложенных скважин была пробурена скважина А, вскрывшая боксит в прогибе основания (на глубине 126 м). Позднее пробуренные скважины В и С оказались непродуктивными. В соответствии с картой σ_k скважина С вскрыла основание также на сравнительно большой глубине (104 м), но она попала как-раз на небольшой выступ, протягивающийся между дополнительными прогибами. На месте скважины В, в согласии с картой σ_k , основание залегает на мелкой глубине (55 м).

Принцип вычисления глубин был описан в Годовом отчете за 1980 г. С тех пор была разработана соответствующая система программ для полевого вычислительного центра. По данным полевых наблюдений

(величинам ΔV) программа определяет глубины залегания основания высокого сопротивления с учетом изменения сопротивления покровной толщи, а затем строит карту. На рис. 42/с представлена карта глубин, подсчитанных по карте рис. 42/d, которая была построена с использованием данных предварительно пробуренных скважин D, E, F, G, H. Карта глубин отражает глубину основания, вскрытую скважинами A, B, C, с точностью в среднем 10%. Такое вычисление глубины дает более точную картину о строении основания по сравнению с картой σ_k . Знание более тонких деталей имеет большое значение при заложении детализирующих скважин.

За прошедший почти десятилетний период данные наземных наблюдений с скважинным электродом учитывались предприятием по разведке бокситов и Геофизическим институтом при заложении ряда поисковых скважин. Больше чем десять новых бокситовых линз (в частности в районе Баконьослоп) были выявлены по картам σ_k . Эти методы, кроме этого, использовались в комплексной геофизической съемке, направленной на выделение мест под бурение скважин для выявления новых бокситовых залежей или для оконтуривания уже выявленных несколькими скважинами залежей.

2.2.4 Математическое и физическое моделирование для методов постоянного тока*

Исследования в этой области проводились в соответствии с целевыми установками, описанными в пункте 2.2.3 Годового отчета за 1980 г.

Сначала распределение значений S, подсчитанных над эллипсообразными структурными формами, было сопоставлено с данными измерений, проведенных на физической модели.

На рис. 43 отклонение между моделью, принятой для математических расчетов (сплошная жирная линия) и физическим осуществлением (пунктирная линия) оказывается незначительным, поскольку это приходится на „мертвое“ пространство, экранируемое эллипсом. Результаты физического моделирования обозначены x-ами, причем тонкая сплошная линия, связывающая эти обозначения, представляет собой результат вычислений. Видно, что оба метода дают вполне совпадающие результаты.

Для интерпретации карт величин потенциала, построенных для изучения рельефа основания, был составлен альбом палеток. На рис. 44/a и 44/b представлены отдельные листы этого альбома (в уменьшении на 1/2), для $b/M_1 = 1,50$, т. е. для случая, когда ширина тел в полтора раза

* Сигети Г.

больше глубины. Выступы и прогибы представляют собой зеркальное изображение друг друга. Из сопоставления рисунков видно, что разрешающая способность методов на постоянном токе значительно лучше при наличии выступа.

В альбоме содержатся палетки для величин ширины $b/M_1 = 0,25; 0,50; \dots 3,00$ и в Введении дается описание пользования ими.

Решение, найденное для эллипсообразного возмущающего тела обобщено также для случая двойного возмущающего тела. В методе вычислений взаимодействие обоих тел, вызывающих аномалию, учитывается математически строго. Это достигнуто за счет определенного искажения возмущающего тела, но это не затрудняет геофизическую интерпретацию результатов, так как поле неправильных возмущающих тел, выделяющихся на карте, вычисляется точно.

Конформное отображение для области, отклоняющейся от горизонтально-слоистой двухслойной модели *рис. 45* в форме, характеризующейся параметрами a, b, α_1 и c, d, α_2 (где α_1 и α_2 — π -овые части угла, измеряемого в радианах) и которое удовлетворяет условию

$$g(\infty) = \infty \quad g'(\infty) = 1$$

записывается в нижеследующей форме.

Пусть будет

$$H_{(e, f)}^z = z_4 \circ z_3 \circ z_2 \circ z_1 : z_0 \rightarrow z_4$$

функцией композиции (косвенной функцией) следующих элементарных комплексных функций:

$$z_1 = -\frac{z_0}{z_0 + e - f},$$

$$z_2 = e^{-i\alpha_1 \pi} \cdot z_1,$$

$$z_3 = z_2 \frac{1}{1 - \alpha_2},$$

$$z_4 = \frac{f - e}{1 - \alpha_1} \frac{z_3}{z_3 + 1}.$$

В этом случае искомое отображение получается в виде

$$g = w_4 \circ w_3 \circ w_2 \circ w_1 : w_0 \rightarrow w_4$$

где

$$w_1 = e^{\pi w_0}$$

$$w_2 = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(w_1)$$

$$A = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(e^{c\pi})$$

$$B = H_{e^{a\pi}, e^{b\pi}}^{\alpha_1}(e^{d\pi})$$

$$w_3 = H_{A, B}^{\alpha_2}(w_2)$$

$$w_4 = \frac{1}{\pi} \ln(w_3)$$

Так распределение напряженности поля над двойными конфигурациями указанных рисунков, можно определить при помощи композиции некоторого количества элементарных комплексных функций и настольной вычислительной машиной эта операция может быть выполнена с затратами минимального машинного времени, равном, в зависимости от модели, нескольким десяткам секунд.

На рис. 45 сплошной линией представлено распределение напряженности поля, преобразованное соответствующим образом в глубины.

На серии рис. 46 можно проследивать, как сливается картина аномалий приближающихся друг к другу возмущающих тел по диаграмме ПК.

На рис. 47 одна над другой представлены две модели. Одна из них соответствует прогибу, а другая состоит из двух прогибов, т. е. предыдущий прогиб разделяется на две части выступом высокого сопротивления. Преобразования свидетельствуют не только о том, что воздействия двух конфигураций сливаются, но и, что двойной прогиб характеризуется значительно меньшей аномалией, что сильно затрудняет решение задачи.

2.2.5 Автоматические цифровые устройства нового типа для измерения сопротивления и возбужденной поляризации*

Разработаны два новых типа серии аппаратуры: D—10/R и DIAPIR—DP которые снабжены встроенными программами предварительной обработки первичных полевых данных наблюдений, позволяющими улучшить отношение сигнал/шум на полтора — два порядка в отношении гармоничных, линейных шумов и помех импульсного характера. Измерительные устройства автоматически измеряют интегральную среднюю величину первичных и вторичных сигналов, их средневзвешенную величину и представляют величины кажущихся удельных сопротивлений (ρ_{T_k}) или кажущейся поляризуемости ($P_{t_{in}}$):

$$\rho_{T_k} = K \frac{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{T_N} \cdot dT)}{\sum_1^N a_{iN} \int (I_{T_N} \cdot dT)} [\Omega m]; \quad P_{t_{in}} = \frac{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{t_{in}} \cdot dT)}{\sum_1^N a_{iN} \int (U_{T_N} \cdot dT)} \cdot 100 (\%)$$

где:

$1 > a_{iN} > -1$ — коэффициент взвешивания,
 N — количество импульсов.

* Эркел А., Шимон П.

Между этими величинами действительно соотношение:

$$\frac{\sum |a_{iN}|}{(N-2)} = 1$$

Поскольку как измерительная аппаратура, так и источник питания характеризуются весьма малыми габаритами и весом, а благодаря автоматическому представлению данных обслуживание аппаратуры не требует никакой специальной классификации она особенно выгодно может использоваться также для решения задач, не связанных с поиском месторождений полезных ископаемых, которые возникают при строительстве шоссейных и железных дорог, гидротехническом, надземном, подземном строительстве, археологических исследованиях, защите от наводнений, охране окружающей среды и т. п.

Аппаратура для измерения сопротивления носит типовое обозначение D—10/R. Измерительное устройство вместе с источником мощностью 10 вт встроено в общем кожухе. При изучении больших глубин мощность питающего тока может быть увеличена до 200 вт путем подключения аккумуляторного источника. На измерительном устройстве коэффициент зондирования (K) и период измерения (T_k) устанавливаются кодом. Измерения выполняются, как правило, с коротким ($T_k=1,6$ сек) временем возбуждения. Его обосновано увеличивать только в том случае, если из-за большого расстояния питающих электродов увеличивается амплитуда или постоянная времени индукционной составляющей, или если из-за низкого удельного сопротивления предполагается наступление скин-эффекта ($AB > 1600—2000$ м).

Рекомендуемые расстояния электродов:

в районах с низким

уровнем шумов

$$P = 200 \text{ вт}, \quad AB/MN = 2500—8000/100 \text{ м}$$

вблизи городов

$$P = 10 \text{ вт}, \quad AB/MN = 640—1000/20 \text{ м}$$

в центрах городов

$$P = 10 \text{ вт}, \quad AB/MN = 50—100/2 \text{ м}$$

На *рис. 48* представлена кривая ВЭЗ большой глубинности, полученная при мощности питающего тока равной 10 вт до разносов $AB=2000$ м и 200 вт при разносах AB от 2000 до 8000 м. Несмотря на то, что наименьшая амплитуда измеренного сигнала не превышала 40—50 МКВ, максимальная разность величин удельного сопротивления была меньше чем два процента ($\Delta \rho \leq \pm 2\%$, $I_{\text{макс}} = 1000$ ма).

На *рис. 49* показана кривая зондирования, полученная в центре Будапешта. Разность величин сопротивления достигла 5% только при максимальном разносе AB ($I_{\text{макс}} = 50$ ма).

Для измерения вызванной поляризации была разработана аппаратура типа DINPOL—15, в которой приемы улучшения отношения

сигнал/шум применяются и для вторичных напряжений. Для выбора времени возбуждения (T_k), времени опрашивания (t_{in}) и времени интегрирования служат диски кодирования:

$$T_k = (T_0 + dT) \cdot 2k; \quad t_{in} = (2n - 1) \cdot dt_i, \quad dt_i = dt_0 \cdot 2^i \quad \text{времена}$$

$$k = 0 - 7 \quad n = 1 - 10 \quad i = 1 - 10 \quad \text{положения переключателя}$$

где:

$T_0 = 0,6$ сек — время задержки после включения тока;

$dT = 1,0$ сек — время интегрирования первичного сигнала;

n = номер по порядку выборки, взятой из вторичного сигнала;

$dt_0 = 0,05$ сек — масштаб времени интегрирования.

Путем комбинирования величин n и i по кривой затухания, относящейся лишь к одному времени возбуждения, кажущаяся поляризуемость ($P_{t_{in}}$) может быть измерена не менее чем в 15 моментах, в соответствии с ниже приводимой таблицей (Табл. II).

При рекогносцировочной или региональной съемке, когда основной задачей является оконтуривание аномалий ВП в горизонтальном направлении, при наблюдениях применяются самые короткие времена возбуждения и опроса, соответствующие отношению сигнал/шум, характерному для данного района. В максимумах аномалий ВП, путем комбинирования времен возбуждения и опроса, можно определить диаграммы кажущейся динамической поляризуемости (\tilde{P}_{t_c}), по которым с использованием метода, разработанного В. А. Комаровым, можно судить о текстуре сульфидного оруденения. Диаграмма DINPOL представляет собой зависимость изменения кажущейся динамической поляризуемости от логарифма момента приведения (t_c):

$$\tilde{P}_{t_c} = \frac{P_{t_{in}}}{P_{\Sigma}} (\%), \quad t_c = t_{in} \sqrt{\frac{T_k + t_{in}}{t_{in}}} \quad (\text{ms}),$$

где:

P_{Σ} — сумма постоянных, зависящих от времени возбуждения и опроса, а также количества измеряемых импульсов, которые можно заранее вычислить.

Величины T_k , t_{in} выбираются с таким расчетом, чтобы в логарифмическом масштабе времена приведения были получены в квазиравномерном распределении, учитывая также соответствующие перекрытия.

На рис. 50 приведены кривые затухания, полученные над зоной вкрапленного сульфидного оруденения с низким содержанием сульфидов, а также определенные по ним диаграммы DINPOL. Вертикальные линии в пунктах измерения означают величину суммарного шума в момент

измерения. Несмотря на то, что отношение сигнал/шум в самом неблагоприятном случае уменьшается ниже 2—3, величины кажущейся динамической поляризуемости, определенные при различных величинах возбуждения, характеризуются хорошим совпадением; учитывая все измеренные величины, их среднеквадратичное отклонение остается ниже 10%.

На рис. 51 по кривой затухания, полученной при шести различных временах возбуждения, диаграмма DINPOL была определена всего в 32 моментах. Амплитуда \tilde{P}_c велика (6—8%), величины увеличиваются в зависимости от времени приведения, что характерно для прожилкового сульфидного оруденения ($AB/MH=150/20$ м, $I_{\text{макс}}=100$ ма).

По приведенным примерам полевых измерений основные преимущества новых типов аппаратуры сводятся к следующему:

- При одинаковой глубинности исследования можно применять измерительный ток пониженной интенсивности, благодаря чему можно использовать существенно меньшие по размерам, более легкие и менее дорогостоящие источники. При применении источников со встроенными ячейками NiCd нет надобности использовать бензомоторные генераторы, что приводит к значительной экономии горючего и финансовых средств.
- Благодаря использованию более токного и легкого кабеля в связи с использованием менее интенсивного тока, меньшего количества питающих электродов, а также более короткому времени возбуждения, сокращается время измерений.
- По аномалиям ВП при одной и той же стоянке электродов можно определять диаграммы DINPOL, служащие для предварительной классификации.

2.2.6 Электроразведочная аппаратура для записи и предварительной обработки данных, управляемая микропроцессором*

При стандартных электроразведочных наблюдениях, проведенных при помощи аналоговой аппаратуры, данные сначала оценивались самым оператором, который, после появления записей или построения кривых ВЭЗ сам решал о том, удовлетворительны-ли полученные результаты или нет. При цифровой записи, хотя оператор может проверять определенные интервалы поступающих на отдельные каналы сигналов, оценивать результаты одновременно по многим каналам он не в состоянии, в связи с чем он либо собирает дополнительную информацию, которую в процессе обработки уже не нужно использовать, либо информация оказывается недостаточной, в связи с чем наблюдения следует повторить.

* Эркел А., Селеш Г.

В электроразведочных методах увеличение глубинности исследований в значительной мере ограничивается за счет того, что амплитуда полезных сигналов уменьшается квадратично с увеличением глубинности и почти экспоненциально при расширении интервала времени, причем это уменьшение нельзя компенсировать ни мощностью источников, ни аналоговой фильтрацией или суммированием.

Дополнительное затруднение возникает в связи с тем, что наблюдения проектируются по заранее выделенным профилям, с определенными направлениями и величинами разносов и интервал времени наблюдений определяется также, как правило, предварительной оценкой. Даже при самом тщательном проектировании невозможно исключить попадание ряда пунктов наблюдений вне изучаемого объекта при заданном разносе. Часто имеют место и случаи, когда в заранее заданном направлении стоянок данные наблюдений искажаются, интервал времени записи оказывается слишком длинным или коротким, и т. п.

Для решения вышеперечисленных затруднений в ЭЛГИ начаты работы по разработке аппаратуры, управляемой микропроцессором.

При помощи разрабатываемой аппаратуры предполагается:

- установить автоматику, необходимую для наблюдений преобразовать аналоговые сигналы в цифровой код, обеспечить оборот и временное хранение цифровых данных;
- обеспечить уплотнение данных, вычисление пределов погрешностей и предварительную обработку данных.

Работа отдельных блоков аппаратуры иллюстрируется блоксхемой, представленной на *рис. 52*.

Получение выборок, преобразование данных в цифровой код и их хранение осуществляются управляющим процессором. Основные операции сводятся к следующему:

- программы сервиза, калибровки и проверки для обеспечения нормальной работы всей измерительной и обрабатывающей системы;
- программное управление генератором питающего тока, а также временным масштабом измеряемых сигналов, как при линейном так и при логарифмическом масштабе времени;
- добавление к получаемым сигналам или вычет из них сигналов произвольной величины и произвольного знака, в связи с чем составляющие вторичной индуктивной или вызванной поляризации определяются с высокой разрешающей способностью;
- фильтрация данных точечных измерений по интервалу времени, благодаря чему снижаются промышленные помехи частотой ок. 50 гц;

- приведение к минимуму линейных шумов, вызываемых смещением нуля измерительной системы (усилителей, датчиков) посредством цифровой фильтрации;
- уменьшение шумов характера импульсов посредством фильтрации, изменяющейся во времени;
- определение отношения сигнал/шум по единственному первичному или вторичному сигналу;
- при применении методов с искусственным, периодически повторяющимся полем тока, по средневзвешенной величине большого числа импульсов получается ряд исправленных данных ограниченного количества, который уже не требует использования дорогостоящих регистраторов большой мощности;
- вычисление и представление таких простых параметров, как кажущееся удельное сопротивление, поляризуемость, естественный потенциал, величины составляющих эллипсов метода ТТ и т. д.;
- для визуальной проверки либо первичных, либо исправленных рядов данных служит телевизионное видеоконтрольное устройство, на экран которого в точечном изображении можно представить данные, хранящиеся в RAM-ах.

Предварительная обработка исправленных данных наблюдений осуществляется вспомогательным процессором. Его основные операции сводятся к следующему:

- вычисление основных и высших производных, а также фазовых величин при частотном зондировании;
- оптимизация времени записи при магнитотеллурических наблюдениях с количественной и качественной проверкой пульсаций;
- хранение данных в форме EPROM, удобной для дополнительной их машинной обработки;
- вычисление величин изоареал базисного эллипса при наблюдениях методом ТТ;
- определение динамических параметров ВП;
- решение прямых и обратных задач для кривых ВЭЗ, МТЗ, МЧЗ и т. п.

Устройство, состоящее из главного и вспомогательного процессоров, из образователя формата и из запоминающих устройств RAM, ROM, построено практически для всех электроразведочных методов одинаковым образом, из одних и тех же аппаратурных элементов. В зависимости от потребностей различных электроразведочных методов следует изменять программное обеспечение управления, предварительной обработки и интерпретации, а также способ хранения наблюденных и рассчитанных

величин, для чего в аппаратуре предусмотрены три различные возможности:

- при весьма небольшом количестве данных наблюдаемые величины можно переписывать с цифрового дисплея в полевой журнал;
- для ежедневной записи несколько сотен данных рекомендуется использовать электронное полупроводниковое запоминающее устройство (Е), напр. при применении методов переходных процессов или частотного зондирования;
- для массовой записи данных, как напр. при магнитотеллурическом зондировании, достаточной мощностью обладает соответствующий диск.

Объем работ по обработке или интерпретации данных ограничивается только продолжительностью выполнения программ; основным условием для каждого метода является, чтобы обработка данных наблюдений в полевой аппаратуре была выполнена с такой детальностью, чтобы получить однозначные параметры, необходимые для направления исследований.

Преимущества аппаратуры для измерения и предварительной обработки, управляемой микропроцессором, иллюстрируются ниже единственным примером. При наблюдениях методом ВП изучение формы вторичного сигнала приводит к получению дополнительной информации для определения текстуры рудных тел, вызывающих аномалии кажущейся поляризации. Окончательной целью является разложение кривой затухания на экспоненциальные составляющие и определение величины и изменения так называемых динамических параметров ($w_i - \tau_i$). При применении аналоговой аппаратуры, по записи длиной 16 минут и при 5—10-кратном накоплении можно обрабатывать всего 80—100 данных наблюдений, т. е. выполнить работы на 1 или 2 пунктах наблюдений. При применении предварительной обработки данных микропроцессором, эта же работа выполняется существенно быстрее. В данном конкретном случае параметры измерений и результаты были следующими:

— количество измерительных импульсов	$N = 5$
— продолжительность возбуждения	$T_k = 32$ сек
— количество данных, полученных по четырем импульсам	400
— среднеквадратичное отклонение исправленных данных	$\pm 1,6$ бит

— спектр динамических параметров:

$$w_1 = 432 \text{ bit}, \tau_1 = 0,111 \text{ s}$$

$$w_2 = 313 \text{ bit}, \tau_2 = 0,581 \text{ s}$$

$$w_3 = 368 \text{ bit}, \tau_3 = 2,840 \text{ s}$$

$$w_4 = 452 \text{ bit}, \tau_4 = 15,80 \text{ s}$$

Затраты времени для измерения были равны 5,33 мин. (учитывая наличие 6 каналов и удельное время измерения короче 1 минуты), причем 400 данных измерений всего с 4 составляющими можно было определить с средней точностью $\pm 1,6$ бит. Амплитуда динамических параметров (w_i) характеризуется тенденцией увеличения в зависимости от постоянной времени (τ_i), что позволяет судить о текстуре жильного оруденения. Достоверность измерений лучше, чем 0,3%, в связи с чем нет надобности повторить измерения или же увеличить продолжительность наблюдений.

Без улучшения отношения сигнал/шум и проведения предварительной обработки данных с помощью микропроцессора определение динамических параметров не может осуществляться аналоговым измерением весьма малоамплитудного и быстро изменяющегося во времени вторичного поля. Предварительная обработка данных наблюдений позволяет существенно улучшить отношение сигнал/шум, следовательно уменьшить количество накоплений и наконец, при обработке данных $w_i - \tau_i$ в реальном масштабе времени, можно сократить время наблюдений приблизительно на два порядка, что способствует широкому распространению метода.

В 1981 г. в ЭЛГИ были разработаны и испытаны элементы аппаратуры для магнитотеллурического метода и метода ВП. После снабжения микропроцессора программами управления и предварительной обработки данных, длительное полевое испытание будет проведено в 1982—83 г.

2.3.1 Разработка аппаратуры радиоактивного каротажа*

За отчетный год проводилось усовершенствование скважинных приборов, разработанных уже в предыдущих годах для изучения нефтегазовых скважин, с целью повышения их стойкости к давлению и температуре. Усовершенствованию подвергались два типа трехканальных зондов, позволяющих одновременно проводить ГК и компенсированный ННК. По данным компенсированного ННК, при помощи специализированного аналогового процессора, встроенного в наземной аппаратуре, непосредственно получают величины пористости. В *таблице III* сопоставлены технические характеристики зондов до и после их усовершенствования.

Зонд типа KRGNN—3—200—76sHDY диаметра 76 мм (схема его представлена на *рис. 53*) включает в себе электронное устройство, построенное на самых современных интегральных схемах CMOS в единой сеточной системе и характеризующееся высокой вибростойкостью. Детекторы состоят из применявшегося и до настоящего времени пропорционального счетчика TEXLIUM, заполненного газом He³ и из монокристалла NaI (Tl), монтированного на фотоумножитель максимальной теплостойкости 150 °С. Зонд различается от старого типа тем, что сцинтилляционный счетчик расположен в сосуде Дюара с двойной стенкой, теплоотводящие приспособления которой обеспечивают проведение измерений продолжительностью в несколько часов. Диаграмма задержки тепла системы приведена на *рис. 54*. Из рисунка видно, что максимально допустимая внутренняя температура достигается системой полсе истечения 5 часов. Результаты измерения температуры для всей системы зонда представлена на *рис. 55*.

В зонде типа KRGNN—3—175—45sHY диаметра 43 мм применяется описанная выше электронная схема. Однако, применение в нем теплоотводящей системы невозможно за счет его весьма малого диаметра. Здесь эта задача была решена путем применения теплостойкого варианта сцинтилляционного счетчика. На фотоумножитель высокой теплостой-

* Короди Г., Лист Ф., Надь М., Репка Л.

Таблица III. Сопоставление ядерных зондов

Тип	КRGNN-3-150- -76sHY старый	КRGNN-3-200- -76sHDY усовершенствованный	КRGNN-3-150- -43sHY старый	КRGNN-4-175- -43sHY усовершенствованный
Теплостойкость	от -5 до +150 °С	от -5 до +200 °С	от -5 до +150 °С	от -5 до +175 °С
Прочность на давление	49 МПа	80 МПа	49 МПа	65 МПа
Диаметр зонда	76 мм			
Расстояние между детек- тором и источником	длинный канал	650 мм	600—700 мм	650 мм
	короткий канал	350 мм	300—400 мм	350 мм
Детекторы — гамма излучения — нейтронов	сцинтиляционная система пропорциональные трубки, заполненные газом He ³			
Применяемый источник излучения	Am—Be или Pu—Be 190—370 GBq			
Диапазон измерения гамма излучения нейтронов	$0 - 2,58 \cdot 10^{-8} \frac{C/kg}{h}$ (0—100 мкр/ч)	$0 - 5,16 \cdot 10^{-8} \frac{C/kg}{h}$ (0—200 мкр/ч)	$0 - 5,16 \cdot 10^{-8} \frac{C/kg}{h}$ (0—200 мкр/ч)	$0 - 5,16 \cdot 10^{-8} \frac{C/kg}{h}$ (0—200 мкр/ч)
	1—40 % пористости			
Применяемый каротажный кабель	одножильный бронированный или вде жилы любого многожильного кабеля с сопротивлением шлейфа $\leq 200 \Omega$ и емкостью между двумя жилами ≤ 1 мкФ			

кости, разработанный английской фирмой EMI смонтирован специально бропированный кристалл NfJ(TI) производства венгерского завода ГАММА.

Сцинтилляционный счетчик обладает высокой вибростойкостью, что достигнуто упругой подвеской кристалла и фотоумножителя.

Результаты проверки теплостойкости всего сцинтилляционного блока показаны на *рис. 56*.

Устойчивость кожуха зонда против давления повышена путем применения аустенитной стальной трубки. Поскольку эта сталь неустойчива к коррозии, трубка снабжена соответствующим предохранительным покрытием.

2.3.2 Разработка методики радиоактивного каротажа*

Методические вопросы разработки аппаратуры

Методическое проектирование зонда типа KRGNN—3—200—76sHDY и дополнительное формирование изготовленного прототипа осуществлялись Геофизическим институтом совместно с Предприятием по разведке нефти (г. Солнок). В результате значительного объема теоретической работы и моделирования, а также учета накопленного в Венгрии опыта, требования, предъявляемые к зонду были сформулированы следующим образом:

$$\text{в водяном эталоне } (\Phi_N = 100\%) \quad \frac{N_h}{N_r} = 0,030 \pm 0,0015$$

$$\text{в эталоне VL—214 } (\Phi_N = 14,86\%) \quad \frac{N_h}{N_r} = 0,091 \pm 0,003$$

где:

N_h и N_r — количество импульсов, измеренных на длинном и коротком каналах, соответственно.

Разработанные приборы были испытаны на моделях и были построены калибровочные кривые. Идентичность зондов типа KRGNN—3—200—76sHDY и удовлетворение предъявленных к ним требований иллюстрируются *таблицей IV*. Измерения проводились с использованием источника нейтрона Am-Be интенсивностью 185 GBq причем зонд был прижат к стенке скважины. Результаты измерений представлены в сводном виде на *рис. 57*, на котором показаны и диаграммы поправок за глинистую корку. Эффект глинистой корки моделировался путем помещения зонда параллельно стенке скважины, заполненной водой, на различных расстояниях.

* Андрaши Л., Барат И., Лендваи П.

На рис. 58 иллюстрируется качество зонда путем сопоставления величин нейтронной пористости, определенных по каротажной кривой, с результатами ранее проведенных измерений Шлумберже, использованными в качестве эталонных данных. Данные хорошо совпадают, несмотря на то, что измерения проводились в различное время и при различных условиях.

Градуировочное полевое устройство типа NFC—76

Двухточечная полевая проверка нейтронных зондов и регулировка устройства для вычисления пористости выполняются быстро и достоверно при помощи полевой контрольной аппаратуры.

К этой аппаратуре, при известных условиях, были предъявлены следующие требования:

$$\Phi_N = 24\% \quad \frac{N_h}{N_r} = 0,069 \pm 0,003$$

и

$$\Phi_N = 6\% \quad \frac{N_h}{N_r} = 0,129 \pm 0,005$$

Полевое контрольное устройство состоит из двух коаксиальных цилиндрических колец (рис. 59).

Внутренний элемент может смещаться по продольной оси зонда, в связи с чем изменяется мощность среды, перекрывающей детектор.

Калибровка проводится при горизонтальном положении зонда, помещенного на стойке. При вдвинутом положении внутреннего элемента покрывается только детектор длинного канала. Так, при двух предельных положениях отношения числа импульсов каналов характеризуются приблизительно двойным отклонением.

Принимая диаметр скважины равным 214 м, величины пористости, выраженные в единицах кажущейся пористости известняков, получаются равными:

$$\begin{aligned} 6\% & \text{ — при вытянутой вкладке} \\ 24\% & \text{ — при вдвинутой вкладке} \end{aligned}$$

В интервале между этими предельными величинами калибратором можно установить любую величину пористости.

Вес устройства — 36 кг, длина — 1100 мм, диаметр — 255 мм.

Математические решения сравнения теоретических и моделированных полей нейтронов для компенсированных измерительных систем

Измененная форма теоретических кривых (см. Годовой отчет за 1980 г.) в общем случае имеет следующий вид:

$$G_i(\Phi_N) = 60VC \Sigma_i^{(m)} F_i \quad (1)$$

где:

$\Sigma^{(m)}$ — макроскопическое эффективное сечение;

Φ_N — пористость;

V — объем детектора;

C — интенсивность источника;

F — поток нейтронов;

i — индекс, которым обозначаются группы нейтронов, ($i=3$ относится к сверхтепловым нейтронам, а $i=4$ — к тепловым нейтронам).

При компенсированных измерительных системах соотношение (1) записывается для длинного и короткого зондов, как для сверхтепловых, так и для тепловых нейтронов, и уравнения разделяем одно на другое. Так, измененная форма теоретических кривых в общем случае, при компенсированных измерительных системах сводится к следующему:

$$I_i(\Phi_N) = \frac{G_{h_i}(\Phi_N)}{G_{r_i}(\Phi_N)} = K \frac{[\Sigma_i^{(m)} F]_{ih}}{[\Sigma_i^{(m)} F]_{ir}} \quad (2)$$

Индексы h и r обозначают длинный и короткий зонды, соответственно, а K представляет собой коэффициент, получаемый по геометрическим данным детекторных систем.

На рис. 60 и 61 представлены измененные теоретические кривые для сверхтепловых и тепловых нейтронов при матрицах известняка и песчаника. У этих кривых $K=1$, поскольку детекторные системы имеют аналогичное строение.

Зная измененную форму семейства теоретических кривых записываются нормальные уравнения. Нормальные уравнения определяют связь отношения чисел импульсов по модельным измерениям с величинами $I(\Phi_N)$ и факторами ε_i , представляющими собой эффект зонда.

Нормальное уравнение в общем виде записывается следующим образом:

$$\left(\frac{N_h}{N_r} \right)_{ij} = \varepsilon_i I_i(\Phi_{N_i}) + \zeta_i \quad (3)$$

где $j=1, 2, \dots, M$ — количество калибровочных пунктов.

Величины ε_i и ζ_i получаются по нормальным уравнениям с использованием метода наименьших квадратов.

При применении математического метода, разработанного для сопоставления теоретического и моделированного полей нейтронов опыт показал, что по всему диапазону пористости вычисление нельзя проводить достоверно. Погрешность метода сопоставления увеличивается в направлении к низким величинам пористости. Предполагается, что причина этого явления заключается в том, что в диапазоне низких вели-

чин пористости на пространственное распределение нейтронов по энергии влияет, кроме низкого содержания водорода, также матрица самих горных пород.

Поскольку применяемые детекторы нейтронов (типа N 9325) чувствительны к изменению энергии, в диапазоне низких величин пористости, кроме тепловых нейтронов, увеличивается роль и сверхтепловых нейтронов. Для исключения этого явления проводились измерения на моделях с использованием фильтра Cd толщиной 1 мм. Этот фильтр, с одной стороны, поглощает тепловые нейтроны, а с другой стороны, если вычесть из числа импульсов, измеренных без применения фильтра, число импульсов, полученных после фильтрации, получается исправленное число тепловых нейтронов. В результате фильтрации величина коэффициента корреляции „r“ вычисленный при решении нормальных уравнений, ближе к единице.

Зная параметры ϵ и ξ , вычисленные для моделей диаметра 150 мм и 214 мм, метод сопоставления можно обобщить для любых диаметров посредством линейной интерполяции. Уравнение преобразования для произвольного диаметра скважины (причем исходным принят диаметр $d=150$ мм) имеет следующий общий вид:

$$\Gamma_i(\Phi_{N_i}) = \left[\frac{G_h(\Phi_N)}{G_r(\Phi_N)} \right]_{ij} = \frac{\left(\frac{N_h}{N_r} \right)_{ij} - \left[\xi_i - (d-150) \frac{\Delta \xi_i}{\Delta d} \right]}{\epsilon_i - \left[(d-150) \frac{\Delta \epsilon_i}{\Delta d} \right]} \quad (4)$$

Проводив преобразование, зная величины Γ_{ij} и диаметр скважины, по измененным теоретическим кривым можно определить нейтронную пористость Φ_N .

2.3.3 Полевые методические работы*

Как продолжение полевых методических работ, выполненных в предыдущих годах в области разведки рудных и угольных месторождений, в отчетном году проводились работы по

- рентгенорадиометрическим исследованиям, направленным на определение содержания Си горных пород в глубоких разведочных скважинах района Речк;
- изучению содержания золы в угольных пластах в районе Ноградских угольных шахт.

* Баги Р., Караи Д., Салма Ш., Суньог Ф.

С использованием аппаратуры АК малого размера, разработанной для изучения месторождений твердых полезных ископаемых — после полевого испытания опытных образцов — были начаты производственные полевые работы.

Измерения проводились сначала в опорных и структурных скважинах, а затем в скважинах, пробуренных в рамках программы разведки угольных месторождений (в районе Мечек — лейасовые каменные угли, в районе Нограда — бурые каменные угли), а также в скважинах, пробуренных в толще молодых, рыхлых песчано-глинистых отложений. Таким образом был получен обзор о средних скоростях для различных типов горных пород. Интересно сравнить величины, полученные в указанных двух районах: в лейасовой толще Мечекского района для каменных углей получена скорость 2200—2500 м/сек, для песчаников — 3500—4000 м/сек, для алевролитов — 2800—3500 м/сек, для жильных пород — 5000—5800 м/сек; в Ноградском районе — для каменных углей — 1800—2000 м/сек, для алевролитов — 2000—2300 м/сек.

Кроме этого было проведено сравнение аппаратуры АК малого диаметра (42 мм) с соответствующими устройствами производства США (диаметров 60 и 96 мм). На рис. 62 показаны результаты сравнительных измерений, выполненных в одной из Мечекских скважин. Сплошной линией представлена кривая зонда 42 мм конструкции ЭЛГИ—ВНИИЯГГ а пунктиром — кривая, полученная зондом 95 мм фирмы Шлумберже. Обе системы могут считаться равноценными, несмотря на разность в энергии источников.

В связи с разведкой бокситовых залежей в горных условиях, были проведены экспериментальные работы для определения примеси железа в бокситах. Исследования проводились с использованием существующего рентгенорадиометрического устройства (типа KRGE—1—50—36х), в сухих и заполненных водой скважинах, в энергоселективном режиме работы (энергетическое окно 1 кэв было установлено на диапазон 5,5—6,5 кэв). Результаты каротажа одной из сухих скважин сопоставлены с результатами химического анализа на рис. 63.

Сопоставление данных измерений, проведенных в одной и той же скважине при ее сухом и заполненном водой состояниях однозначно показывает, что в связи с наличием микроаверн, количественной интерпретации можно подвергать только данные каротажа, полученные в сухих скважинах.

2.3.4 Промышленный анализ исходных материалов для производства цемента и их технологических проб*

Исходя из положительного опыта работы с промышленным автомат-анализатором типа МТА 1527—2000, созданного в 1980 г. для анализа глинистых материалов, а также из потребностей цементных заводов, исследования были распространены на анализ прочих исходных материалов и продуктов этой отрасли промышленности.

Требования, предъявляемые к качеству определения химического состава известняков, а также смеси веществ, создающейся в промежуточных фазах технологического процесса производства цемента и клинкера вызывают необходимость постоянной проверки состава. Соответствующие составляющие определялись методами ранее уже описанного нейтронно-активационного анализа (НАА) и рентгенофлюоресцентным методом XRF. Для решения этих задач были разработаны аппаратные устройства, предназначенные для определения Al_2O_3 , SiO_2 , CaO и Fe_2O_3 в весьма различных диапазонах (*Таблица V*).

В связи с изменением величин составляющих в широком диапазоне, для каждой группы веществ было необходимо разработать оптимальные условия облучения, возбуждения и измерения.

При промышленных серийных измерениях в оптимальных технических условиях, в заданных диапазонах измерения возникают средние погрешности, приведенные в *таблице VI*.

Значительное преимущество измерительной системы, кроме быстроты действия и точности, удовлетворяющей требованиям промышленности, заключается в том, что она может устанавливаться в непосредственной близости заданного контрольного пункта технологических процессов. Экспресс-анализы, выполняемые в промежуточных фазах производственного процесса, позволяют немедленно осуществить оперативное вмешательство, благодаря чему увеличивается к. п. д. данного производственного цикла и повышается качество окончательного продукта.

* Хорват Х., Реннер Я., Шиклош А.

3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

3. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ*

В Тиханьской обсерватории, подобно предыдущим годам, продолжалась запись *вариаций геомагнитного поля* и систематически выполнялись обязанности по передаче данных венгерским и международным организациям. Аппаратурная оснащенность обсерватории не изменилась по сравнению с предыдущими годами.

Средние величины абсолютных измерений геомагнитного поля, еженедельно проведенные в 1981 г. приведены ниже:

$$\begin{aligned}D &= 1^{\circ} 18' \\H &= 21\,466 \text{ нТ} \\Z &= 42\,220 \text{ нТ} \\F &= 47\,355 \text{ нТ}\end{aligned}$$

Вместо пунктов государственной опорной геомагнитной сети, которые со временем уничтожились или стали непригодными на воздействие расширяющейся промышленной деятельности, были созданы новые станции. Для достоверной привязки сети к опорным сетям, т. е. нормальному полю соседних стран в Австрии проводились наблюдения в 15 пунктах, а на территории Чехословакии — в 16 пунктах. Предварительная обработка данных наблюдений закончена, окончательная их обработка и выравнивание сети будут закончены в 1982 г.

В области *исследования магнитосферы* продолжались работы по почасовой записи свистящих атмосфериков, но аналоговая приемная аппаратура сверхнизкой частоты непрерывно работающая уже больше десятилетия, все чаще выходит из строя. Интервалы записей, содержащие свистящие атмосферерики, обрабатывались. Проводились спектральный анализ и преобразование сонограмм в цифровой код. По системе цифровых данных были вычислены профили плотности электронов. Собранным материалом наблюдений был дополнительно расширен архив, а с использованием результатов вычислений продолжалось создание банка данных.

* Чапо Г. Хельмеги Л., Ломници Т. Мартон—Салаи Э. Поллхаммер М., Шархиди А. Сабо З. Тот П. Варга П.

В сотрудничестве с Будапештским техническим университетом продолжалось определение технических и рабочих характеристик автоматической аппаратуры для записи и предварительной обработки свистящих атмосфериков с использованием в основном уже изготовленного аппаратурного оснащения. Со входными устройствами аппаратуры были проведены опытные работы, результаты которых показывают, что аппаратура способна распознавать свистящие атмосферик и она, по всей вероятности, в течение 1982 г. может начать свою работу в обсерватории.

В области изучения земных приливов в 1981 г. продолжались наблюдения, проводящиеся с начала 1980 г. по совместной программе в Тиханьской обсерватории с использованием регистрирующего гравиметра, принадлежащего Кафедре физической геодезии Дармштадтского технического университета. В г. Граце были завершены гравиметрические наблюдения над земными приливами, начатые в июне 1980 г. в рамках австро-венгерского сотрудничества. О результатах этих работ был прочитан доклад на IX-ом международном симпозиуме по земным приливам (Нью-Йорк). Во второй половине года — для продолжения наблюдений 1979—1980 гг. — проводилась запись изменения поля силы тяжести, вызванные лунно-солнечным эффектом, в Обсерватории космической геодезии в г. Пенц.

На станции наблюдений, созданной в пещере Матяшхедь, в 1981 г. были начаты работы по изучению деформации горных пород с использованием экстензометра, созданного в первой половине 1980 г. Экстензометр длиной 21 м, снабженный самостоятельным градуировочным устройством, был расположен приблизительно в широтном направлении. Изучение смещений осуществляется емкостным датчиком, относительная разрешающая способность которой составляет $10^{-9} - 10^{-10}$ (рис. 64). Чувствительность и устойчивость устройства позволяет прослеживать, кроме земных приливов, также длиннопериодные тектонические смещения и определять величину горизонтальной составляющей современных движений земной коры. Изменения, вызываемые земными приливами и записываемые экстензометром в вышеуказанной пещере, лучше всего коррелируются с теоретической кривой приливов, если величины волн Лява принимаются равными $h=0,6$ и $l=0,06$. Поскольку эти численные величины хорошо согласуются с величинами, входящими в теоретическую модель Земли, можно сделать заключение о надежности записи деформаций разработанной нами аппаратурой.

По теории Молоденского проводились вычисления для определения напряжений, возникающих во внутренней части Земли на воздействие приливов. При этом был сделан вывод о том, что распределение этих напряжений по радиусу Земли, зависит от модели Земли, использованной для вычислений. Однако, эта зависимость действительна только для

более глубоких слоев, а в интервале первой тысячи километров считая с дневной поверхности, она не играет существенной роли. Напряжение, вызываемое лунносолнечным эффектом, оказывается самым значительным по меридиональным, крутым линиям разломов и его величина — в соответствии с природой самого явления — зависит от географической широты. Результаты теоретических вычислений будут в дальнейшем использоваться при обработке измерений, проведенных экстензометром.

По *геодезической гравиметрии*, для определения объективных погрешностей, допускаемых операторами, изучался материал наблюдений, проведенных несколько лет тому назад 4 гравиметрами типа Шарп и 4 гравиметрами типа Уорден четырьмя операторами по треугольнику, по отдельным граням которого величина Δg превысила 100 мгл. В процессе этих работ каждый из операторов проводил наблюдения по каждой грани с использованием каждого гравиметра. В таблицах *VII* и *VIII* представлены результаты, сущность которых заключается в том, что независимо от веса измерений (определенного по среднеквадратическим отклонениям отсчитанных отдельными операторами показаний) и от невязки, определенные операторы систематически измеряли завышенные или заниженные величины по сравнению со средней величиной; в крайнем случае отклонение между показаниями, отсчитанными различными операторами, может достигать 80—90 мкгл.

В течение отчетного года проводилось усовершенствование системы программ, созданной для обработки гравиметрических опорных линий и опорной сети, блок-схема которой представлена на *рис. 65*. С использованием усовершенствованной системы программ были вновь обработаны данные наблюдений, повторяемых по Карпатскому полигону каждые 5 лет, причем было сделано заключение, что по линии Краков—Печ за 5 лет не произошли изменения, превышающие погрешность измерений.

Продолжались наблюдения по гравиметрической сети II-го класса, начатые в 1980 г. В течение года были определены величины в 185 узлах. Для подготовки наблюдений по Единой Гравиметрической Опорной Сети был разработан оптимальный метод, основывающийся на изучении матрицы весовых коэффициентов, с целью оптимизации венгерского участка сети. Данный метод применялся по проектируемому венгерскому участку сети. В результате исследований были выявлены слабые места сети. Для обеспечения однородности сети конфигурация была изменена в соответствии с требованиями оптимизации.

Палеомагнитные исследования

В рамках югославско-венгерского сотрудничества на территории Истрии и в районе горы Мечек и Задунайского среднегорья был проведен сбор проб горных пород. О результатах палеомагнитных исследований

на пробах с территории Истрии (материал сбора проб за 1980—1981 гг., в объеме ок. 300 проб) был прочитан доклад на конференции JAGA в Англии, в августе 1981 г.

Продолжались работы по опорному геологическому профилю Модьоршдомб № 1 в районе Шюмег. По участку 50 м были взяты ок. 50 образцов. По магнитной полярности была дополнена шкала смены зон, определенная в 1980 г. Результаты, полученные по новому участку, подтвердили ранее предложенную корреляцию (рис. 66).

По всей вскрытой альбской толще опорного разреза Оласфалу, Эперкешедь были взяты образцы (25 пластов). Образцы, по которым получен результат, характеризуются, все без исключения, (13 образцов) нормальной намагниченностью. Это согласуется с существующими познаниями, по которым в альбском ярусе полярность геомагнитного поля была подобной как в настоящее время.

Третьим геологическим опорным профилем, по которым проводились исследования, был среднетриасовый разрез в районе Маломвэлдь. Здесь, из каждого второго слоя, пригодного для взятия образцов, обрабатывались по 1 образцу. Задача заключалась в определении пригодности образцов для палеомагнитного анализа. При этом был сделан вывод о значительной сложности намагниченности триасовых отложений района Маломвэлдь, носителем которой является гематит, намагничивавшийся, по всей вероятности, в нескольких фазах. Из каждого пласта нужно будет иметь больше образцов, чтобы получить достоверную картину о полярности.

По программе палеомагнитного изучения бокситов и вмещающих их пород, анализу были подвергнуты образцы, взятые из подземной разработки Халимба—3 и из открытых выработок Гант и Сэц. Намагниченность бокситов — как это и ожидалось — оказалась весьма сложной, но комплексное применение размагничения на переменном поле и термо-размагничения позволило получить обнадеживающие начальные результаты. Отложения кровли и подошвы более просты по намагниченности, но возраст намагниченности иногда моложе их стратиграфического возраста (напр. в Ганте). Первые измерения, проведенные на бокситах, показывают, что для получения значимых результатов из бокситов необходимо взять и анализировать гораздо больше проб, чем из нормальных осадочных отложений.

Примеры деятельности ЭЛГИ за-границей

*Международная геологическая экспедиция в Монголии**

Подобно предыдущим годам, в 1981 г. продолжались разведочные работы в Монголии в рамках Международной геологической экспедиции партией геологического картирования (созданной Геологическим институтом как подрядчиком) и комплексной геофизической партией. Обе партии работали, в соответствии с решением 87 сессии Исполнительного Комитета СЭВ, для комплексного выявления месторождений меди и прочих полезных ископаемых на территории Южной Гоби.

Задача комплексной геофизической партии заключается в дополнении геологического картирования (масштабов 1:50 000 и 1:10 000) комплексными геофизическими методами, с одной стороны для улучшения интерпретируемости геологического картирования, изучения условий строения, а с другой стороны, для более подробного изучения размеров и строения оруденений, путем проведения детальной комплексной геофизической съемки параллельно детальному геологическому картированию и буровым работам. Полевые работы, проведенные различными электроразведочными (ВЭЗ, ВП, метод сопротивлений), сейсморазведочными и магнитометрическими методами, были закончены к концу года и начата обработка и геологическая интерпретация полученных данных наблюдений.

*Работы за-границей с аппаратурой MAXI—PROBE***

Во время 43 сессии ЕАЕГ в Венеции была продемонстрирована электромагнитная система MAXI—PROBE и в парке, окружающем здание выставки, были проведены показательные измерения. Даже в условиях присутствия электролиний, трубопроводов и прочих металлических объектов, удалось найти такое положение датчика и приемника, при котором можно

* Жилле А.

** Фаркаш И., Какаш К.

было успешно выполнить наблюдения. По кривой частотного зондирования, представленной на *рис. 67* против глубины 58 м получен резкий излом кривой, где удельное сопротивление горных пород значительно увеличивается. Сопоставив кривую с каротажной кривой скважины, удаленной на 1 км от места наблюдений, был сделан вывод о том, что данный пункт кривой соответствует границе раздела сред, обводненных соленой и пресной водой, соответственно.

В 1981 г. по поручению Нижнесаксонского управления по почвоведению в некоторых районах Южной Баварии были проведены тестовые измерения с использованием аппаратуры MAXI—PROBE.

Кривая частотного зондирования, показанная на *рис. 68* была получена над скважиной. На глубине 312 м этой скважиной были вскрыты граниты. По кривой ЧЗ „удельное сопротивление — глубина“ поверхность гранитов отбивается на глубине 314 м.

В комплексе гранитов предполагается наличие дополнительных границ раздела, которые, по всей вероятности, связаны с изменением состава гранита. Скважина прошла комплекс гранитов только в 20 м-ом интервале, следовательно не было возможности коррелировать границы раздела в пределах гранитной толщи.

Тестовая кривая на *рис. 69* была построена для изучения рельефа мезозойского карбонатного фундамента. За исключением пункта № 26, выделяются три пласта:

- пласт низкого сопротивления, залегающий близко к поверхности, в интервале от 25 до 29 м;
- пласт среднего сопротивления, перекрывающий карбонатное основание;
- карбонатное основание высокого сопротивления, глубина залегания которого изменяется в пределах от 34 до 39 м.

При зондировании в пункте № 26 в прогибе карбонатного основания был выявлен четвертый слой мощностью 28 м, сопротивление которого выше сопротивления вышележащих пластов.

*Сейсморазведка в Греции**

В отчетном году ЭЛГИ продолжал работы в рамках сотрудничества с Национальным нефтяным предприятием Греции (DEP), начатого в 1980 г. По контракту, заключенному при содействии Внешнеторгового предприятия НИКЕКС проводились сейсморазведочные работы методом отраженных волн в северной части Греции, в Западной Трации.

* Коля А.

В процессе работ были получены хорошие результаты. Совместно с вибросейсмической партией в поле работал также центр предварительной обработки сейсмических данных, на базе ЭВМ типа ЕС—1010, разработанной в ЭЛГИ. Применение центра ЕС—1010 оказалось весьма эффективным в районе, совсем неизученном с точки зрения вибросейсмических наблюдений. При помощи этого центра можно было определить оптимальные параметры наблюдений (конфигурацию установки, частоту свипа и число вертикальных накоплений) следующим образом. Сначала плоттером центра были представлены сигналы с окраской по энергии с использованием экспериментальных единичных сейсмограмм. Пример показан на *рис. 70/a*, на котором, по цветному представлению сейсмограмм, полученных по вибросигналам различной частоты, можно изучать содержание энергии в записях. Следующим шагом является полосно-заграждающая фильтрация различных сейсмограмм (*рис. 70/b*). Подобным образом изучались изменение количества вертикальных накоплений и смещение пункта стоянки вибратора по установке. Для последнего получена дополнительная полезная информация благодаря обработке данных первого профиля в виде двух разрезов ОГТ, с таким расчетом, чтобы при составлении первого разреза были учтены только каналы, близкие к вибратору, а при построении другого — только удаленные каналы. Промежуток времени между наблюдениями и обработкой определяется практически только временем, необходимым для определения статических поправок. За построением разреза ОГТ следовала фильтрация или обработка с миграцией. Хотя качество полевой предварительной обработки данных не достигает качества обработки, проводимой на крупных центрах, но исключительно быстрое построение разрезов на местности позволяет изменять сеть профилей в процессе работ в соответствии с геологическим строением.

После завершения работ в Западной Трации был проведен небольшой объем работ экспериментального характера в Западной Греции, при весьма сложных геологических условиях. Наблюдения по трем профилям показали, что вибросейсмический метод позволяет получать удовлетворительные результаты даже при сильно нарушенном геологическом строении.

В фонд Библиотеки в настоящее время входят 23 365 книг и журналов и 27 146 прочих публикаций.

В 1981 г. фонд был дополнен 478 книгами, 372 выпусками (2270 шт) журналов, 1370 документационными изданиями и 270 проспектами приборов. Фонд журналов был увеличен на 5 различных новых журналов. В рамках международного обмена публикациями было получено 511 изданий и выслано 1330 изданий в 59 стран, в 556 адресов.

За отчетный год Библиотека обслуживала всего 6099 читателей/абонентов.

* *
 * *

В 1981 г. были опубликованы:

1. Годовой отчет Венгерского геофизического института им. Этвеша за 1980 г.;
2. Геофизический Бюллетень, вып. 27;
3. Годовой отчет Тиханьской геофизической обсерватории за 1979 г.;
4. Изучение земных приливов (Бюллетень КАПГ, № 4).

