

Annual Report of the Hungarian

Geophysical Institute 'Roland Eötvös for 1977

Годовой отчет Венгерского Геофизического Института Им. Р. Этвеша за 1977 г.

A Magyar Állami
Eötvös Loránd
Geofizikai Intézet
1977. évi
jelentése



1978



A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET

1977. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'
FOR 1977.

ГODOBOЙ OTCET BEHГEPCKOГO ГEOФИЗИЧECKOГO
ИHCTИTУTА ИM. P. ЭTBЕША
ЗА 1977 Г.

Szerkesztő
Sz. Kilényi Éva

ETO (UDC) 550.3 (061.6) (439 Budapest) (058)

HU ISSN 0524-8655

Felelős kiadó: Müller Pál
Összeállította: Nagy Magdolna
Grafikai szerkesztő: Németh Lajos

TARTALOM

1 FÖLDTANI KUTATÁSOK.....	9
1.1 Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli Középhegységben	11
2 A Börzsöny hegység felépítésének és ércesedésének geofizikai kutatása	19
3 A Darnó nagyszerkezeti öv geofizikai kutatása	34
4 Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata	42
5 A Balaton-partvidék mérnökgeofizikai térképezése	48
6 Víz- és mérnökgeofizikai kutatások	50
7 Geofizikai kutatás az Alföldön	54
8 A Mecsek hegység szerkezeti elemeinek geofizikai kutatása	57
9 Karszt- és termálvíz-kutatás	59
2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK	64
2.1 Szeizmikus módszer- és műszerkutatás	65
migrációs eljárás továbbfejlesztése; tengeri feldolgozó rendszer szárazföldi alkalmazása; vibrációs terepi kísérletek; digitális sekély-szeizmikus berendezés; off-line színes plotter rutinszerű használata	
2 Geoelektromos módszer- és műszerkutatás	73
DIAPIR-mérések értelmezése; váltóáramú gerjesztett potenciálmérő berendezés; nagyteljesítményű és -lehatolású szulfidérc-kutató berendezés; geoelektromos mérések feldolgozásának automatizálása; terepi számítócentrum	
3 Mélyfúrási geofizikai módszer- és műszerkutatás.....	84
nukleáris műszerfejlesztés; nukleáris módszerfejlesztés; kis átmérőjű kombinált szondák; K-3000 terepi digitális karotázisberendezés programcsomagja; Karotázs Értelmező Rendszer; tengerkutatási program	
3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK	99
a mágneses tér komponenseinek időbeli változása; ionoszféra-, magnetoszféra-kutatás; földi árapály; paleomágneses vizsgálatok; geodéziai gravimetria	
FÜGGELÉK	113
külföldi kutatások; kiadványok; könyvtári szolgálat	
Annual Report of the Hungarian Geophysical Institute "Roland Eötvös" for 1977.....	115
Годовой отчет Венгерского геофизического института им. Р. Этвеша за 1977. г.	149

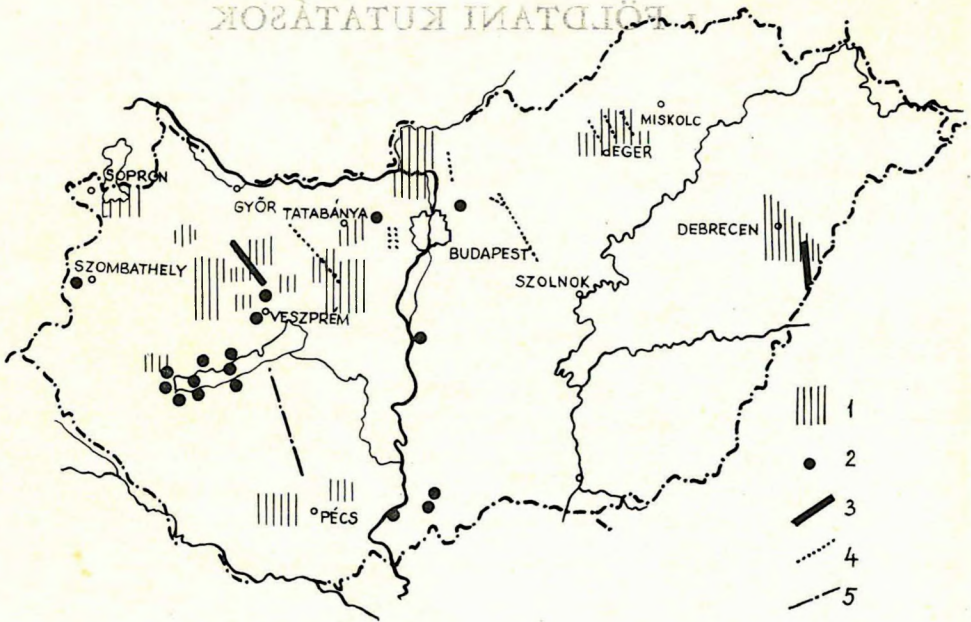
CONTENTS

1	GEOPHYSICAL PROSPECTING	117
2	INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH	125
2.1	Seismic	127
	further development of migration stacking; on-shore application of the off-shore real time data processing system; VIBROSEIS field experiments; summing type seismic equipment for engineering applications; routine use of off-line colour plotter	
2	Geoelectric.....	131
	interpretation of IP measurements with DIAPIR equipment; AC IP equipment; high power equipment for the exploration of deep sulfide ores; automatization of geoelectric data processing; field computer centre	
3	Well-logging	136
	nuclear instrumental research; nuclear methodological research; combined probes in solid mineral exploration; field methodological investigations; computer program package for the K-3000 type digital field equipment; interpretation system KÉR; XRF analysis in Ocean Research Program	
3	EARTH-PHYSICAL RESEARCH	142
	time variations of the magnetic field; ionospheric, magnetospheric research; gravity tidal recordings; paleomagnetic research; geodetic gravimetry	
	APPENDIX.....	146
	prospecting abroad; publications; Library	

СОДЕРЖАНИЕ

1 ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ	151
2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	157
2.1 Сейсморазведка	158
Усовершенствование метода миграции; применение морской системы обработки данных в условиях суши; опытные полевые работы по методу «Вибросейс»; цифровая сейсморазведочная аппаратура для изучения небольших глубин; производственное применение цветного плоттера, работающего в автономном режиме	
2.2 Электроразведка	163
Интерпретация данных, получаемых методом «Диапир»; аппаратура переменного тока для метода ВП; аппаратура большой мощности и глубинности для изучения залежей сульфидных руд; автоматизация обработки электроразведочных данных; полевой вычислительный центр	
2.3 Промысловая геофизика	169
Разработка аппаратуры РК; разработка методов РК; комбинированные зонды малого диаметра; система программ для цифровой каротажной аппаратуры типа К-3000: «Система интерпретации каротажных данных»; программа морских исследований	
3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	175
Временные вариации магнитного поля; исследование ионосферы, магнитосферы; изучение земных приливов; палеомагнитные исследования; геодезическая гравиметрия	
ДОПОЛНЕНИЕ	185
Геофизические работы за-границей; публикации; работа библиотеки	

I FÖLDTANI KUTATÁSOK



1. ábra Az ELGI terepi kutatásai

- 1 — ásványi nyersanyagok komplex kutatása
- 2 — mérnök- és sekélyvízföldtani kutatások
- 3 — földkéreg- és litoszféra-kutatás
- 4 — szeizmikus kutatás
- 5 — magnetotellurikus szelvény

Fig. 1 Field work 1977

- 1 — integrated prospecting for minerals
- 2 — hydrogeological and civil-engineering projects
- 3 — crustal and lithospheric investigation
- 4 — seismic field work
- 5 — magneto-telluric work

Рис. 1. Полевые работы ЭЛГИ

- 1 — Поиски полезных ископаемых комплексными работами;
- 2 — инженерногеофизические и гидрогеологические исследования на мелких глубинах;
- 3 — изучение строения земной коры и литосферы;
- 4 — сейсморазведочные работы;
- 5 — магнитотеллурический профиль

I. I KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁS A DUNÁNTÚLI KÖZÉPHEGYSÉGBEN*

A Dunántúli Középhegységben a MÁFI-val és a Bauxitkutató Vállalattal összehangolt program szerint folytattuk a rendszeres és komplex geofizikai méréseket. Ezekkel elsősorban a triász időszi képződmények szerkezeti felépítését és mélységét határoztuk meg és egyben az alapt. lep. jellegű ásványi nyersanyagok (bauxit, barnakőszén) prognózisához és a karszavíz-vizsgálatok tervezéséhez szolgáltatunk adatokat. Reflexiós és geoelektromos módszerrel méréseket végeztünk a kréta időszi köztes széntelepek kutatására. Megkíséreltük az olajpala, lignit és kvarcithomok kimutatását is

A Központi Földtani Hivatal megbízásából 1977-ben 10 területen, a Bauxitkutató Vállalat megbízásából 4 területen mértünk.

A munka legnagyobb részét a geofizikai *előkészítő* mérések tették ki. A mérési területek:

1. a Keszthelyi-hegység Ny-i előtere (Hévíz);
2. A Bakony hegység Ny-i előtere;
3. A Velencei-hegység környéke.

Áttekintő mérések voltak:

4. Szentgál—Városlőd térségében,
5. a Gerecse DK-i és ÉNy-i peremén, és

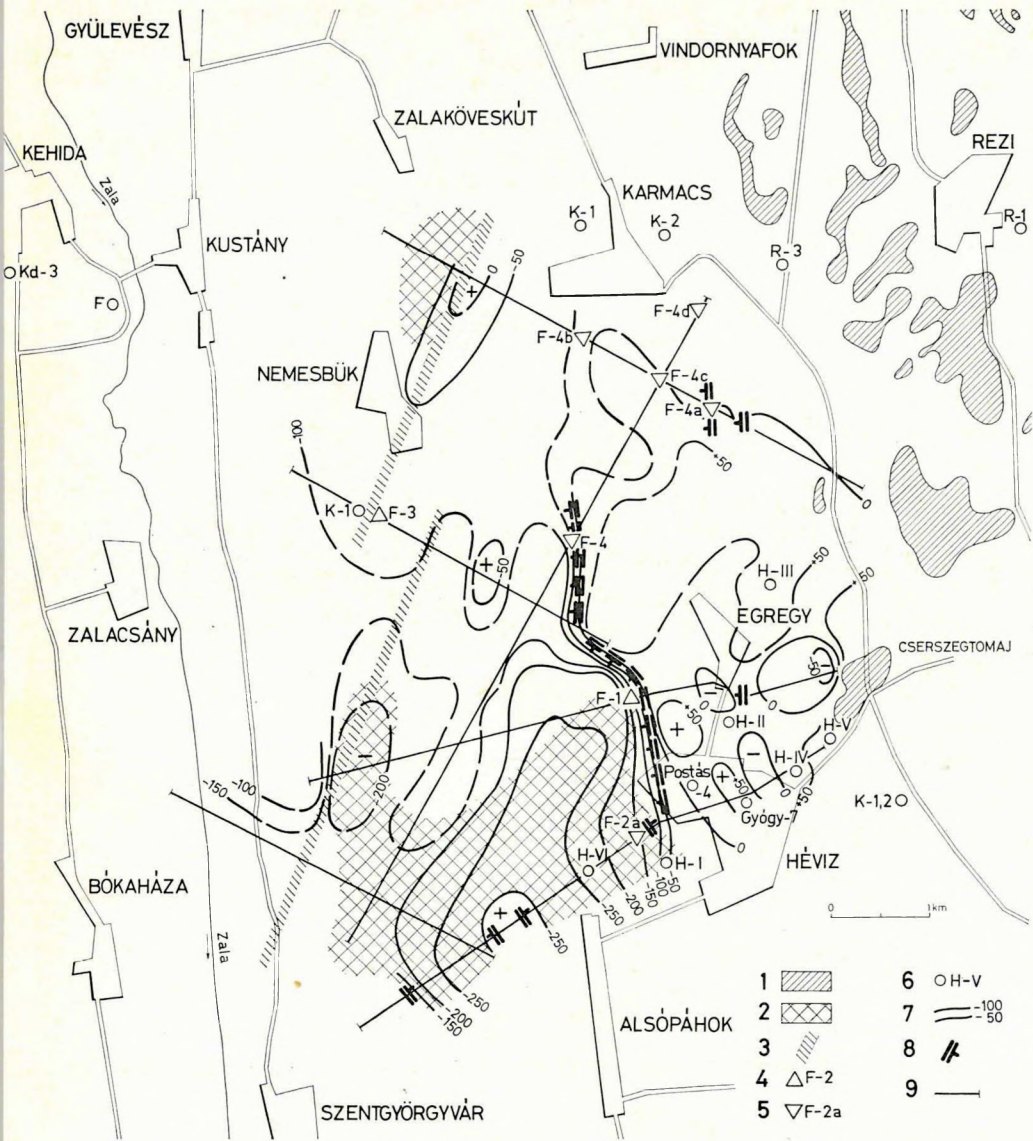
Részletes mérések:

6. Mindszenthálla környékén kvarcithomok,
7. Óskü környékén lignit,
8. a Kemenesháton olajpala-kutatás céljából.

A Bauxitkutató Vállalat megbízásából részletes méréseket végeztünk:

9. Bakonybél—Nagytevel—Hubertlak,
10. Bakonyoszlop,
11. Iszkaszentgyörgy és
12. Mindszentspuszta (Vértes-perem) környékén.

* Hoffer E., Kakas K., Nyitrai T., Pápa A., Pintér A., Ráner G., Rezessy G., Szabadvári L., Tóth Cs.



2. ábra A felső triász dolomit mélységtérképe Hévíz környékén
 1 — felső triász dolomit d_{T_3n} ; 2 — a felső triász márga feltételezett elterjedése; 3 — feltételezett törésvonal az aljazatban; 4 — első fázisra javasolt fúrás; 5 — második fázisra javasolt fúrás; 6 — fúrás; 7 — a felső triász dolomit tsz.a.-i mélysége; 8 — geofizikai mérések kimutatott vctő; 9 — komplex geofizikai vonal

Fig. 2 Contour map of upper Triassic dolomite in the vicinity of Hévíz
 1 — upper Triassic dolomite d_{T_3n} ; 2 — supposed distribution of upper Triassic marl; 3 — supposed fault in the basement; 4 — bore-hole proposed for the first phase of the drilling project; 5 — bore-hole proposed for the second phase of the drilling project; 6 — existing bore-hole; 7 — depth of upper Triassic dolomite below sea level; 8 — fault determined by geophysics; 9 — integrated geophysical profile

A KFH megbízásából két módszertani kísérleti témán dolgoztunk: a fúróluk-elektrodás felszíni gradiens- (FFG-) mérésekkel célunk a produktív kutató- és földtani alapfúrások környezetében a szerkezeti vonalak (vetők csapásirányának) tisztázása volt; a kis mélységű bauxittöbrök kimutatására pedig reflexiók kísérleteket végeztünk.

Néhány eredmény az 1977. évi mérési területekről:

A Keszthelyi-hegység Ny-i előtere

A Hévíz környékén végzett komplex geofizikai mérések célja a karsztvíz-megfigyelő és hévízutánpótlást biztosító fúrások helyének kijelölése volt. A hegység Ny-i peremén mélyített számos sekélyfúrás (Karmacs—1, és —2, Rezi—1—3, a cserszegtomaji fúrások, valamint a Hévíz környéki H—II, —III, —IV és —V) csak hideg karsztvizet, a hegységtől távolabbi fúrások közül a Kehidánál levő Kd—3, a kustányi F jelű, a nemesbükki K—1 és a hévízi H—I fúrás ad meleg vizet. A hévízi tóforrás vize kevert. Feltételezhető, hogy a melegvíz-utánpótlás Ny-ról történik.

A komplex geofizikai mérések adataiból megszerkesztettük a felső triász dolomit mélységtérképét (2. ábra). Hévíz Ny-i határában vetőrendszert mutattunk ki, amely mentén a Hévíz területén még a tengerszint mélységében levő felső triász dolomit kb. —200 m tsz.a.-i mélységbe süllyed. Ebben a vetőzónában van a korábban telepített H—I fúrás, amely 37 °C-os meleg vizet adott. Ez arra utal, hogy a meleg víz valószínűleg a Hévíz Ny-i határában húzódó ÉÉNy—DDK csapású, geofizikai mérésekkel kimutatott vetőzóna mentén áramlik. A felső triász dolomitből álló medencealjzat kisebb mélyedéseit márga tölti ki. A márga jelenlétére a terület ellenállás- és határsebesség-viszonyaiból következtettünk. A mérések befejezése óta a H—1 szelvényen az F—2 javasolt fúrás (3. ábrán H—VI-tal jelölve) a megadott mélységben valóban márgát ért. A fúrás a próbaszivattyúzás alkalmából a dachsteini típusú mészkőből néhány 100 l/perc mennyiségű és kb. 38 °C-os meleg vizet adott. A javasolt F—2a, F—1, F—4 és F—4a fúrások a területen kimutatott vető melegvízadó-képességét, a meleg víz áramlásában játszott szerepét hivatottak tisztázni.

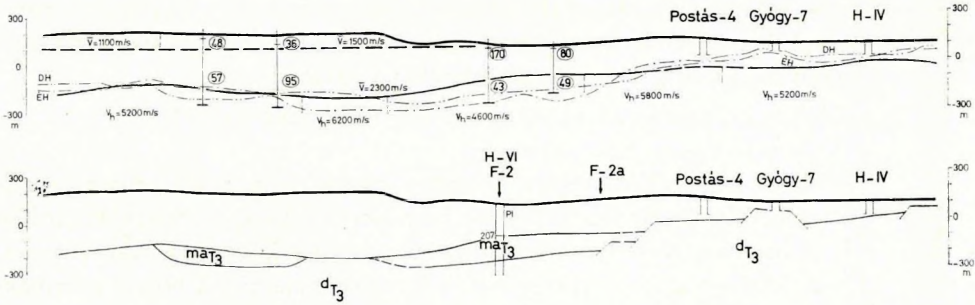
Az F—4b fúrást szintén egy kisebb vetőre javasoltuk. Az F—4c és az F—4d fúrásoktól az aljzat minőségére vonatkozó adatokat várunk, a geofizikai értelmezés ui. a terület É-i részén több problémát vetett fel. Az F—3 fúrást az aljzatot el nem ért, de meleg vizet adó nemesbükki K—1 fúrás közelébe, az aljzatban feltételezhető törésvonalra javasoltuk.

Рис. 2. Карта глубин залегания верхнетриасовых доломитов в районе Хевиз

1 — верхнетриасовые доломиты d_{23n} ; 2 — зона предполагаемого развития верхнетриасовых мергелей; 3 — линия предполагаемого сброса в фундаменте; 4 — место предлагаемое для бурения скважины на первом этапе; 5 — место предлагаемое для бурения скважины на втором этапе; 6 — скважина; 7 — глубина залегания верхнетриасовых доломитов под уровнем моря; 8 — сброс, выявленный геофизическими работами; 9 — профиль комплексных геофизических работ

Hi-1

0 500m



3. ábra Hi-1 földtani-geofizikai szelvény

Fig. 3 Geological-geophysical cross section Hi-1

Рис. 3. Геолого-геофизический разрез по профилю Hi-1

A Bakony hegység Ny-i előtere

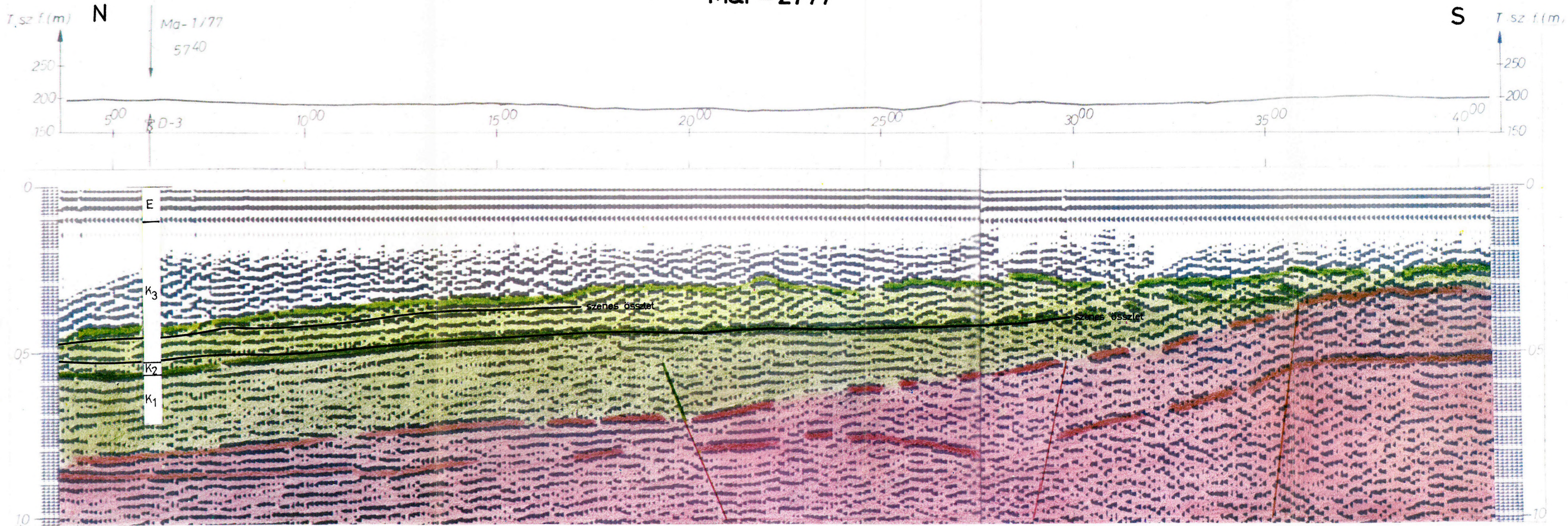
A Bakony Ny-i peremén a Ganna, Magyarpolány, Bakonygyepes környéki mérések eredményeként feltételezhetően a preausztriai medencealjzat domborzatáról kaptunk regionális képet; ezenkívül felső kréta időszaki határfelületeket is meghatároztunk. A kutatást a terület szénperspektivitása indokolja. A Magyarpolány 37 és 38 sz. fúrásokban a felszíntől 370, ill. 640 m mélységben szenes összletet harántoltak. A széntelepek, a Devcsér—3 fúrás szerint, DNy-i irányban is megvannak, de itt már 1000 m körüli mélységben.

A kutatásban gravitációs, geoelektromos, szeizmikus-refrakciós és reflexiós vibroseiz mérési módszereket alkalmaztunk. Az eredményekből megállapítható, hogy a terület nagyobb részén a feltételezett preausztriai medencealjzat a felszíntől 600 m-nél nagyobb mélységben van, és csak Ganna—Tapolcafő, Magyarpolány és Bakonyjákó környékén emelkedik ennél magasabbra. A reflexiós mérések a kréta összletben levő határfelületekről is jó eredményt szolgáltatottak. Jó reflexiót kaptunk a Devcsér—3 fúrásnál a kréta széntelepes összlet fekvőjéről és a preausztriai (itt triász időszakinak feltételezett) medencealjzat mélységéből (4. ábra). A fúrástól DK-re az Ajkarendek irányában húzódó szelvényen a reflektáló felületek határozott emelkedése figyelhető meg 2200 m hosszú szakaszon. A szelvény 30° — 35° közötti szakaszán a feltételezett alsó kréta időszaki rétegösszlet elvékonyodik.

Szentgál—Városlőd térsége

A Városlőd és Csehbánya közötti terület átnézetes geofizikai mérései elsősorban a bauxitra reményteljes szerkezeti elemek kimutatására írá-

Mar - 2/77

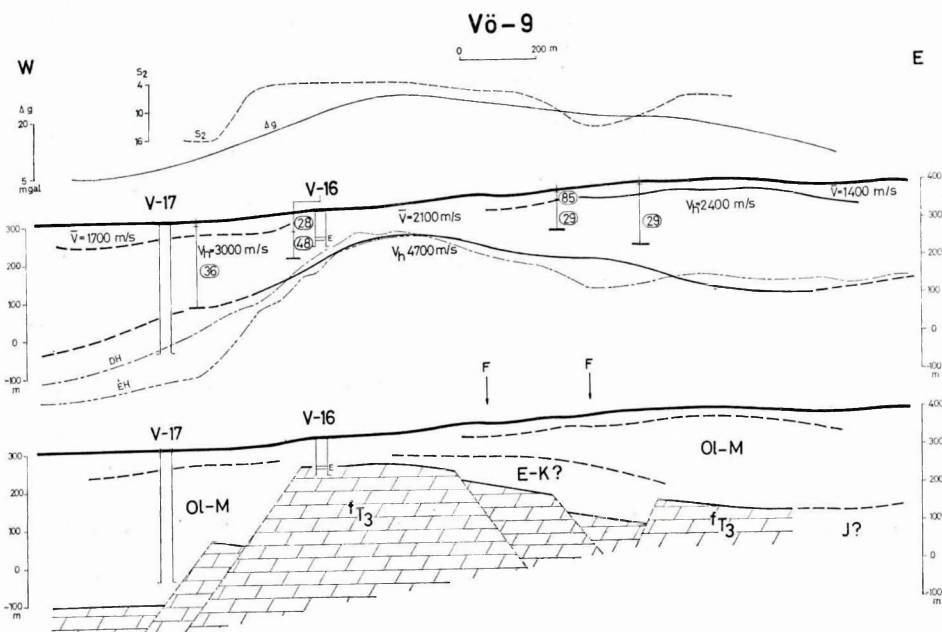


4. ábra Mar-2/77 reflexiós időszelvény

Fig. 4 Reflection time section Mar-2/77

Рис. 4. Временный разрез МОВ по профилю Mar-2/77

nyultak. A területre jellemző földtani geofizikai eredmények a Vö—9 komplex szelvényen láthatók (5. ábra). A területen végighúzódnó triász gerincvonulat szembetűnő; Ny-i oldala meredek, kb. 400 m-es vetővel határolt, K felé a triász időszakai medencealjzat fokozatosan, több vető mentén mélyül. A gerincvonulat K-i oldalán a geofizikai paraméteradatok alapján feltételezhetjük, hogy a triász földolomitra eocén vagy eocénkréta képződmények települtek. Ez a fedőösszlet a geofizika jelezte teraszokon, esetleges tektonikai árkokban, a felhalmozódott bauxitot az oligocénben ismert erőteljes eróziótól megvédhette. A kérdés tisztázásához néhány 200—300 m mélységű földtani szerkezetkutató fúrásra lenne szükség (F-jelű fúrások). A kutatási terület ezen részén medencealjzatot ért fúrást eddig nem mélyítettek.



5. ábra Vö—9 földtani-geofizikai szelvény

Fig. 5 Geological-geophysical cross section Vö-9

Рис. 5. Геолого-геофизический разрез по профилю Vö-9

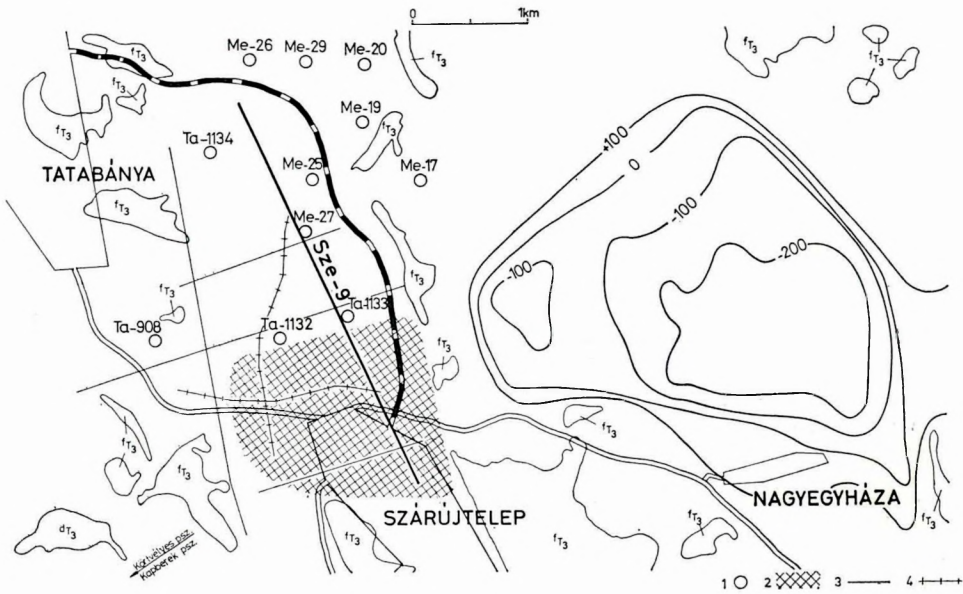
A Gerecse hegység Ny-i és a Vértes hegység ÉNy-i pereme

A Szárujtelep és Tatabánya közötti medencében mélyített fúrások (6. ábra) ipari minőségű és vastagságú nyersanyagot nem harántoltak, csak kisebb vastagságú barnaköszentet és áthalmazott bauxitot jeleztek. Ennek ellenére a terület vizsgálata indokolt, mert

— még több km²-nyi reménybeli területen egyáltalán nincs fúrás;

-- az áthalmozott dolomittörmelék létezését e területen korábban nem vizsgálták (az utolsó mélyfúrást 1966-ban mélyítették).

A fúrások közötti területeket gravitációs mérések alapján telepített szeizmikus szelvényekkel és geoelektromos szondázásokkal vizsgáltuk.



6. ábra A Szárújtelep és Tatabánya között végzett mérések helyszínrajza
1 — mélyfúrás a kutatási területen; 2 — mélyfúrásos kutatásra javasolt terület; 3 — geofizikai vonal; 4 — reflexiós vonal

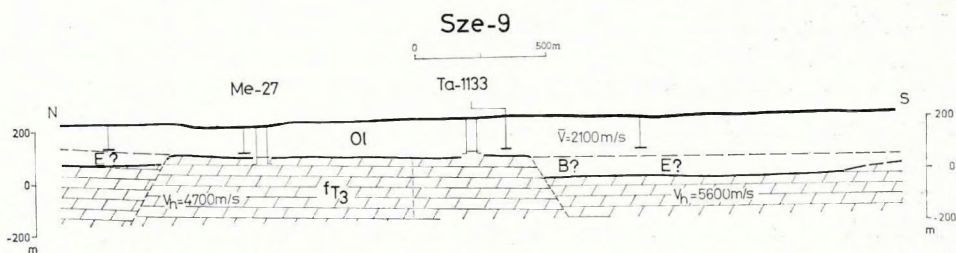
Fig. 6 Location of the geophysical survey between Tatabánya and Szárújtelep
1 — bore-hole; 2 — area proposed for drilling project; 3 — geophysical profile; 4 — reflection seismic profile

Рис. 6. План работ, проведенных в районе между населенными пунктами Саруйтелеп и Татабання
1 — глубокая скважина в районе работ; 2 — участок, предлагаемый под бурение глубоких скважин; 3 — геофизический профиль; 4 — сейсморазведочный профиль МОВ

Az eocén széntelepes rétegcsoportot is magába foglaló mészköves, márgás kifejlődésű rétegcsoport a komplex geofizikai szelvényeken a geoelektromos és szeizmikus határfelület mélységbeli eltéréseként ismerhető fel. A Ta—1133 fúrás 0,2 m szén és 5,7 m áthalmozott bauxitot harántolt. Mélyfúrásos kutatásra elsősorban az ettől D-re eső területet javasoljuk, amelynek kedvező szerkezeti helyzetét a Sze—9 szelvény jól mutatja (7. ábra).

Az áthalmozott dolomittörmelék kutatására reflexiós méréseket is végeztünk. A mélyebb reflektáló szintek földtani értelmezésére — a bauxitkutatásra is kedvező helyen — mélyfúrást javasolunk.

A helyszínrajzon bemutatott terület DNy-i folytatásában, Körtvélyespuszta és Kapberek-puszta környékén a geoelektromos (VLF- és PM-) mérések bauxitfelhalmozódásra is alkalmas kis mélyedéseket jeleztek.



7. ábra Sze-9 földtani-geofizikai szelvény

Fig. 7 Geological-geophysical cross section Sze-9

Рис. 7. Геолого-геофизический разрез по профилю Sze-9

Olajpala- (alginit-) kutatás a Kemenesháton

A hazai alginit felfedezésekor (1973—74, MÁFI) nyilvánvalóvá vált, hogy az olajpala a felső-pannoniai bazaltkitörések krátertavaiban képződött. A pulai és gércei lelőhelyek megismerése után jogos feltételezés

volt, hogy a Kemeneshát más területein is lehetnek a felszínközelsben olyan bazaltgyűrűk, amelyekben krátertő kialakulhatott.

Ezért 1975-ben megkezdődtek a Kemeneshát ÉK-i területén (Marsaltó—Malomsok) az olajpala-kutatást célzó geofizikai-földtani vizsgálatok. Az akkor elvégzett felszíni mágneses és geoelektromos mérések eredményei alapján telepített mélyfúrások bentonitos összetétel harántolása után érték el a bazalttufa-összetételt, de olajpalát nem tártak fel.

A terület DNy-i irányú továbbkutatása során azonban — Várkesző—Egyházaskesző térségében — a Vkt-1 fúrás (MÁFI, 1976) olajpalát ért. 1977 tavaszán a Geofizika n. p. Brno légi geofizikai szolgálata helikopteres mágneses méréseket végzett. A mérések eredményeképpen elkészült a totális mágneses tér (ΔT) intenzitásának izovonalas térképe (8a. ábra). Várkesző—Egyházaskesző környékén bonyolult mágneses anomáliarendszer van, amely több önálló anomáliára bontható fel. Ezek közül néhánynak izometrikus, másoknak lineáris az alakja. A legnagyobb (Várkesző és Egyházaskesző közötti) izometrikus anomália értéke 2000 γ . Ennek területén van az olajpala, amelynek földtani-geofizikai szelvényét a 8b. ábra mutatja.

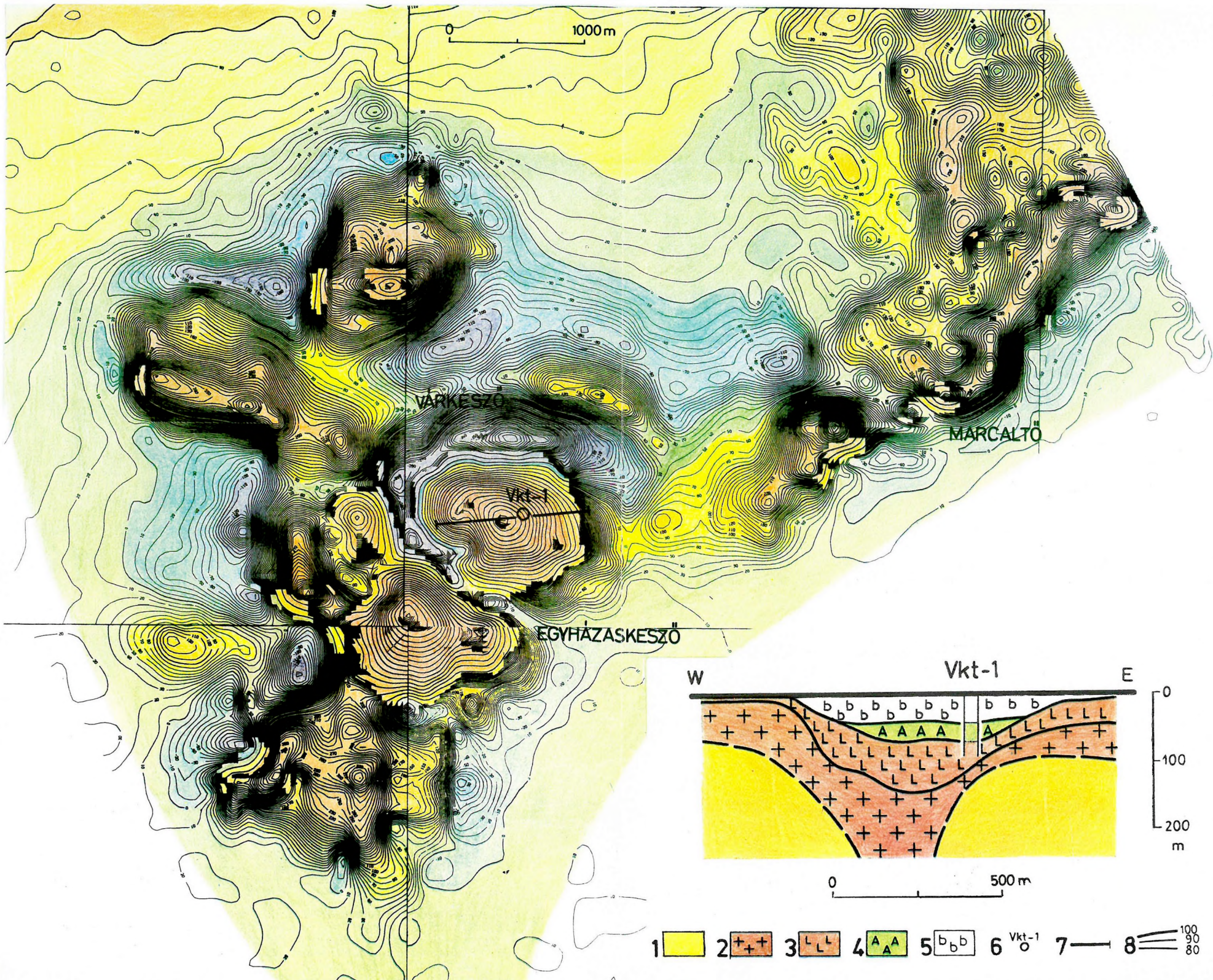
A mágneses anomáliarendszer vizsgálatát az ELTE Geofizikai Tanszékével együttműködve végeztük. A kráter szerű hatók számított anomáliateréhez statisztikus paraméterbecslő eljárással hasábokat illesztet-

tünk, és ennek paramétereit vizsgáltuk, összevetve a krátermodell paramétereivel. Az illesztés után visszamaradt térerősség-reziduálokat elemezve megkíséreltük a kráterek jelenlétét kimutatni. A vizsgálatok eredményeképpen megállapítottuk, hogy a már ismert lelőhelytől ÉNy—Ny—DNy irányban újabb krátergyűrűk elhelyezkedése feltételezhető.

A Bauxitkutató Vállalat megbízásából az *iharkúti bauxitelőfordulás körzetében* 1974 óta végzünk geofizikai méréseket, amelyek jelentősen hozzájárultak számottevő bauxittestek megtalálásához. A kutatás módszertani kérdéseit már korábban ismertettük (ELGI 1975. Évi Jelentése). 1977-ben a BKV sorra megfúrta a mérésekkel kimutatott geofizikai indikációkat és a kedvező eredmények a továbbkutatást, majd a gyors bányanyitást tették lehetővé.

A 9. ábrán az eddigi eredmények összefoglalását mutatjuk be. A vonalkázott területen a VLF-mérések szerint a dolomit (a bauxit fekvője) a felszínen vagy felszínközelen van; így ez a terület meddőnek minősíthető. A terület É-i részén az 1977. évi mérésekkel a mélybe süllyedő triász aljzat bonyolult szerkezeti képét határoztuk meg. Elkülönítettünk egy „peremi teraszt” (a térképen a +100 m-nél magasabban fekvő terület), amelyen több szerkezeti részegység vált ismertté. Az ide telepített fúrások közül eddig csak néhány jelzett kevés bauxitot (IK—471, Ug—26 stb.). Több geofizikailag körülhatárolt szerkezeti elemén még nem mélyítették a fúrást.

A részletes kutatás területén (kék vonallal határolva) a geofizikai értelmezés 1977-ben új feladatot kapott. A már meglévő 1 : 2000-es léptékű mérések eredményeit a fúrási rétegsorok alapján folyamatosan újraértelmezzük (finomítjuk a földtani-geofizikai modellt), és így egy-egy fúrás adatát nagyobb területre extrapolálhatjuk. Ezzel a módszerrel egy produktív terület minősítésénél sok meddő fúrást lehetett megtakarítani.



VARKESZŐ

MARCALTÓ

EGYHÁZASKESZŐ

W Vkt-1 E

0
100
200
m

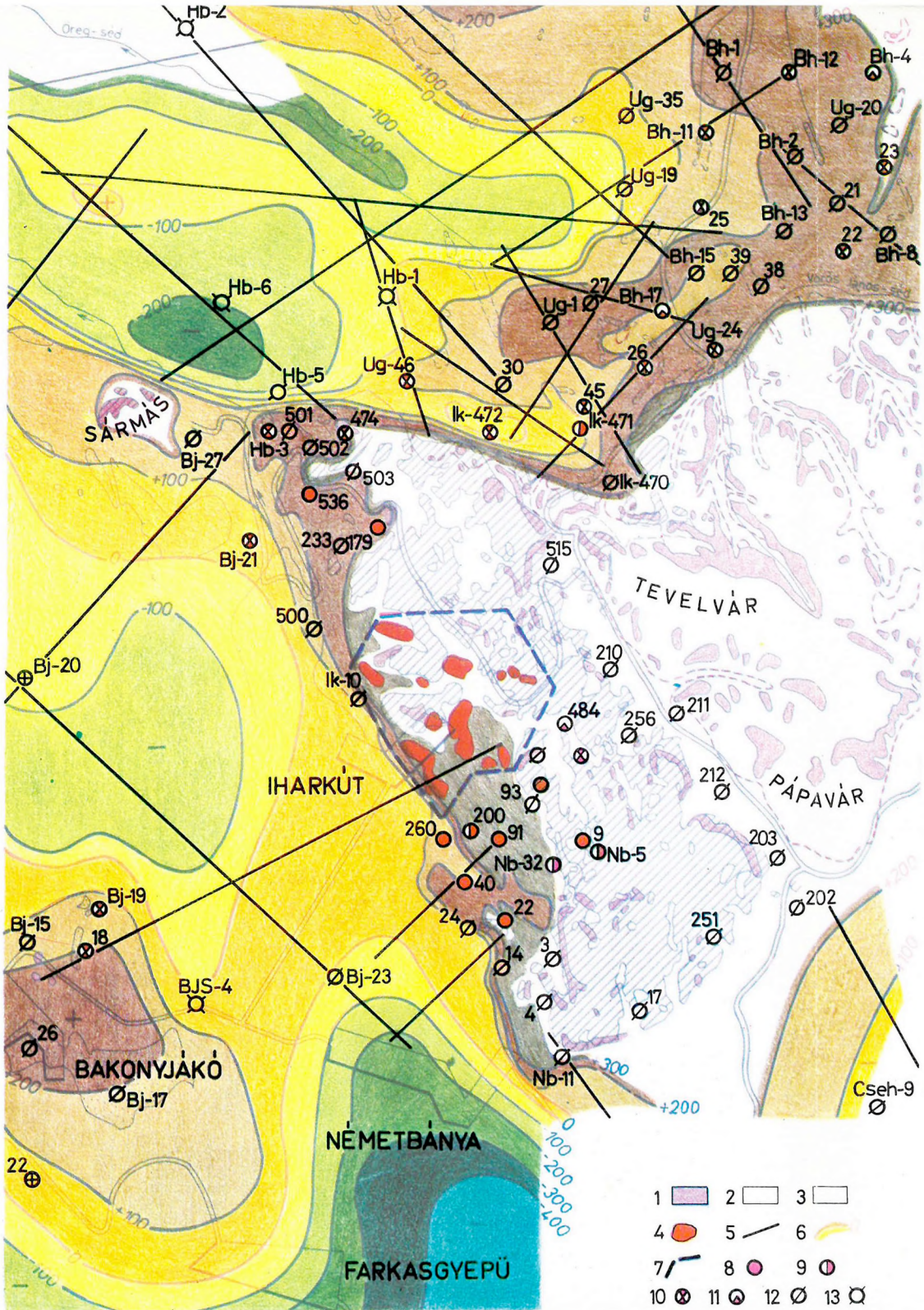
0 500 m

- 1
- 2 ++
- 3 LL
- 4 AA
- 5 bb
- 6 o Vkt-1
- 7
- 8 100
90
80

8. ábra A totális mágneses tér (ΔT) intenzitásának izovonalas térképe
Felső-pannóniai képződmények: 1 — agyag, homok; 2 — bazalt; 3 — bazalttufa; 4 —
olajpala (alginit); 5 — bentonit; 6 — mélyfúrás; 7 — földtani szelvény; 8 — mágneses
izovonalak

Fig. 8 Total-intensity aeromagnetic anomaly map of Kemeneshát area
Upper Pannonian formations: 1 — clay, sand; 2 — basalt; 3 — basaltic tuff; 4 — oil shale
(alginit); 5 — bentonite; 6 — bore-hole; 7 — geologic cross section; 8 — magnetic
contours

Рис. 8. Карта изолиний интенсивности магнитного поля (ΔT)
Верхнепаннонские отложения: 1 — глины, пески; 2 — базальты; 3 — базальтовые
туфы; 4 — горючие сланцы (алгиниты); 5 — бентониты; 6 — глубокие скважины;
7 — геологический разрез; 8 — магнитные изолинии



9. ábra A geofizikai mérések eredménye az iharkúti bauxitlelőhely környékén

1 — triász képződmények kibúvása (elsősorban földolomit); 2 — felső kréta márga és mészkő (kibúvásban); 3 — geofizikai mérések szerint a fedő vastagsága kisebb, mint 5 m; 4 — már ismert bauxitlelőhely; 5 — szeizmikus-geoelektromos mérési vonalak; 6 — a triász aljzat tengerszintre számított mélysége; 7 — részletesen felmért és felfúrt terület; 8 — bauxitot feltáró mélyfúrás; 9 — III—IV osztályú bauxitot feltárt fúrás; 10 — nem ipari bauxitot feltárt fúrás; 11 — bauxit-indikáció; 12 — meddő fúrás; 13 — fedőben megállt fúrás

Fig. 9 Results of the geophysical survey around the Iharkút bauxite mine

1 — outcrop of Triassic formations (mainly dolomite); 2 — Upper Cretaceous marl and limestone (outcrop); 3 — the overlying sediment thickness less than 5 m; 4 — known bauxite lens; 5 — seismic-geolectric profiles; 6 — contour lines of Triassic basement; 7 — area of detailed survey and drilling; 8 — bore-hole with bauxite of I-II. class; 9 — bore-hole with bauxite of III-IV. class; 10 — bore-hole with bauxite of non industrial value; 11 — bauxite indication; 12 — bore-hole without bauxite; 13 — bore-hole terminated in overlain

Рис. 9. Результаты геофизических работ в районе бокситового месторождения Ихаркут
1 — обнажение триасовых отложений (в основном доломиты); 2 — верхнемеловые мергели и известняки (в обнажении); 3 — мощность покровной толщи, по геофизическим данным, меньше 5 м; 4 — уже известное бокситное тело; 5 — сейсмические-геоэлектрические профили; 6 — глубина залегания триасового основания под уровнем моря; 7 — детально изученный геофизическими работами и бурением участок; 8 — глубокая скважина, вскрывшая бокситы; 9 — скважина, вскрывшая бокситы III—IV класса; 10 — скважина, вскрывшая непромышленную бокситовую залежь; 11 — индикации бокситов; 12 — непродуктивная скважина; 13 — скважина, бурение которой приостановлено в покрове

1.2 A BÖRZSÖNY-HEGYSÉG FELÉPÍTÉSÉNEK ÉS ÉRCESEDÉSÉNEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

A Börzsöny-hegység 1977. évi kutatásában elsődleges feladat volt a hegység regionális szerkezeti viszonyainak és fejlődésmenetének pontosabb meghatározása a korábbi földtani adatok, mágneses és gravitációs mérések, valamint a szeizmikus refrakciós szelvények újraértelmezésével; továbbá az északi területen hálózatos és szelvénymenti GP-mérésekkel a szulfidásványosodás elhelyezkedési törvényszerűségeinek tisztázása. Kísérleti méréseket folytattunk egyrészt a GP-anomáliák dinamikus paramétereinek, másrészt a mérési eredmények gerjesztési irányfüggésének meghatározására. Módszertani szeizmikus reflexiós méréseket végeztünk a VIBROSEIS rendszerrel a medencealjzat és rétegvulkáni felépítmény képződményei belső szerkezetének pontosabb megismerésére. A mérésekben négy geofizikai, a földtani térképezésben és az értelmezésben egy közös ELGI—MÁFI csoport vett részt.

I. *A hegység nagyszerkezete és fejlődéstörténete*

A nagyszerkezeti (regionális) kép tisztázásában a korábbi geofizikai eredmények — különösen a szeizmikus refrakciós szelvények — földtani újraértékelése játszott vezető szerepet. Az újraértékelés alapjául felszíni és mélyföldtani (fúrásbeli), valamint gravitációs és légi mágneses adatok szolgáltak. Nagy fontosságúak e téren a Nagy Börzsöny—14 (Nb—14) mélyfúrás eredményei is, amelyek megismerése után szükségessé vált az irtáspusztai kiemelkedés rétegsorának és a Nagy Börzsöny—7 (Nb—7) mélyfúrás földtani szelvényének újraértelmezése. Végül nagy szerepe volt a Dunazug-hegység 1977. évi földtani térképezése (MÁFI—ELGI) során szerzett módszertani tapasztalatoknak, amelyek a csatlakozó dél-börzsönyi területrészek földtani felépítését is új megvilágításba helyezték.

Az előző évi összesítésünkben a diósjenői diszlokációs övtől D-re kijelölt és „fehér folt”-ként hagyott szob—szokolyai süllyedék földtani felépítésének jellegét nagy vonalakban tisztáztuk, az északról csatlakozó

* Balla Z., Erkel A., Király E., Schönviszky L., Szalai I., Taba S., Verő L. A MÁFI részéről: Csillagné Teplánszky E., Csongrádi J., Korpás L.

peremterületekét pedig pontosabban meghatároztuk, s ezzel a börzsönyi paleovulkán felépítésének és fejlődésmenetének megismerésében előreléptünk.

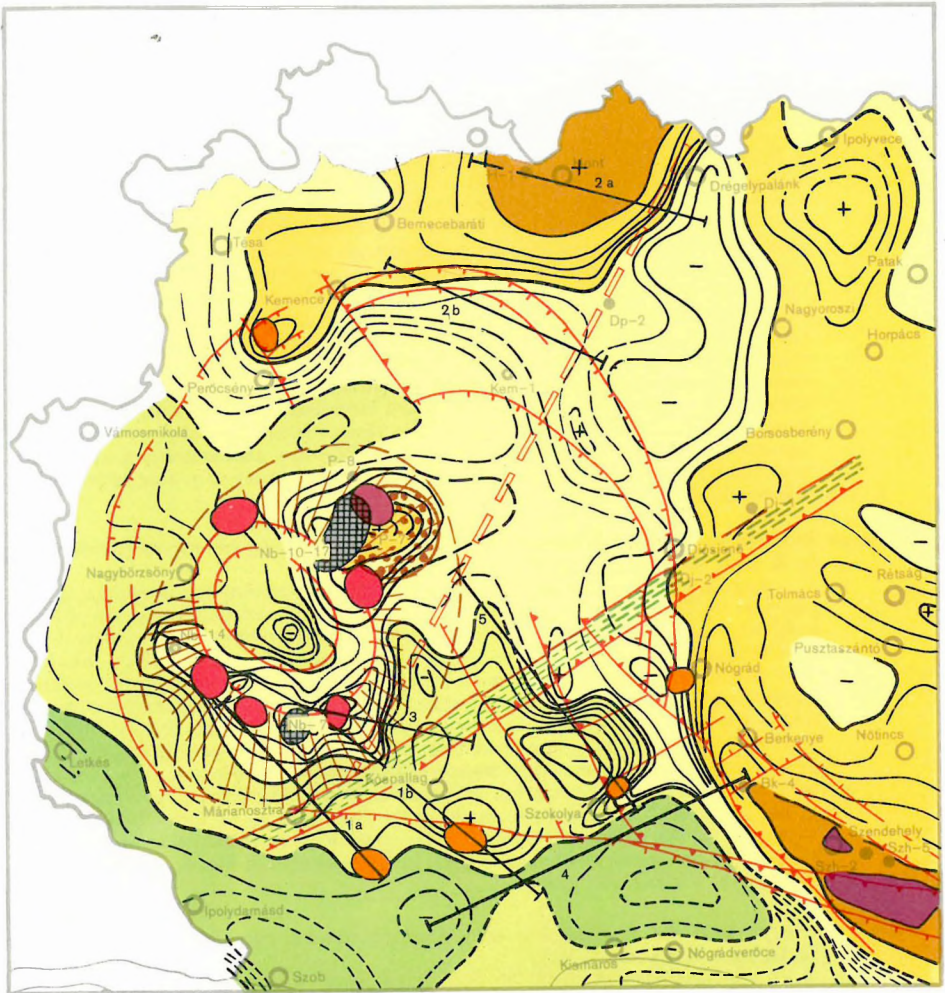
A Börzsöny szerkezetének prevulkáni elemei közé tartozik az oligocén főtöréssel szöget bezáró *diósjenői diszlokációs öv* (10. ábra), amely a vulkáni területen főleg a szeizmikus szelvényekkel (11. ábra), attól K-re pedig az átlagolt gravitációs-mágneses adatokból számított modellel bizonyítható (12. ábra). Az öv közel 1 km szélességű, és a bemutatott geofizikai szelvények egybehangzó tanúsága szerint feltolódás jellegű, É felé dől. A diszlokációs övben a naszályi ÉNy—DK-i csapású töréstől K-re eső szakaszon nagyobb sűrűségű és nagyobb szuszceptibilitású képződmények vannak, amelyek közt ofiolitok is feltételezhetők. E diszlokációs öv mentén érintkeznek a veporida kristályos képződmények a dunántúli—gömöri típusú perm-mezozoos összlettel.

A *paleovulkáni szerkezetben* (13. ábra) elkülönítettük a *magas-börzsönyi paleovulkán* fekképződményeit, amelyek függőleges vastagsága a Perőcsény—7 (P—7) mélyfúrás tanúsága szerint meghaladja az 1200 m-t. Egyéb szerkezeti elemekhez való viszonya alapján pontosabban meghatároztuk a tőle É-ra levő *hegyháti szomma* helyzetét: nagy valószínűséggel közvetlenül a magas-börzsönyi paleovulkánt megelőzően keletkezett, azaz kb. azonos centrum körül; így a hegyháti—kemencepataki szerkezet egységes szomma-vulkánnak tekinthető.

A *peremi gyűrű* jellegét jobban megismertük. Kitént, hogy kis méretű (4—6 km alapátmérőjű) paleovulkánok gyűrűjeként fogható fel (13. ábra), amelyekre zömmel pozitív, kis részben átmeneti mágnesezettség jellemző. E gyűrű a Dél-Börzsönyön át záródik, s ezen a szakaszon különösen sok paleovulkáni mellékcentrumot valószínűsítettünk. A mellékcentrumoknak ez a sűrűsödése az egyetlen, amiben az eltérő aljzat hatását észlelhetjük a diósjenői diszlokációs övtől D-re.

A peremi gyűrű által övezett nagyvölgyi kaldera peremtörései a szeizmikus szelvények elemzésével csaknem körbe követhetők. A szelvényháló ritka és szabálytalan, az aljzatdomborzat pedig kalderaképződés előtti és utáni elemeket is tartalmaz, ezért a peremtörések az izovonalak lefutásában csak néhol érzékelhetők (10. ábra). Így pl. az oligocén főtöréstől K-re eső területen a kalderaperem az aljzatdomborzatban alig észlelhető. A főtörésnek a kalderától É-ra eső szakaszán világosan megállapítható a feküüledék-összlet gyors kivékonyodása Ny felé (14. ábra, felső szelvény). Ha ezt a képet a főtörés csapása mentén a BöR—21 szelvénybe (14. ábra, alsó szelvény) extrapoláljuk, a rétegvulkáni összlet fekszintjén jól érzékelhető a Ny-i oldal besüllyedt volta. A geofizikai és a földtani extrapolációs adatok jellegéből következően a szelvényben az oligocén főtörés és a kaldera-peremtörés nem vonalként, hanem sávként

0 10 km



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15

10. ábra A Börzsöny hegység medencealjzatának domborzati és vulkánotektonikai térképe (szerkesztette: Balla Z. és Szalay I., 1978)
- 1 — kalderaperemi gyűrűs törés (középen: börzsönypataki kaldera, peremen: nagyvölgyi kaldera); 2 — a központi boltozat körvonala geoelektromos ellenállás-adatokból (nagy ellenállású aljzat hiánya); 3 — a központi boltozat lejtőmaradványai; 4 — a kishideg-hegyi másodlagos boltozat. Kürtőkitöltések: 5 — piroxénos amfibolandezit (\pm biotit); 6 — biotitos amfibolandezit hiperszténnel; 7 — amfibolbiotitandezit (dácit?); 8 — aljzat nélküli területrészt (beszakadásos kaldera?); 9 — a prekainozoos aljzat szf. magassági szintjei (méter); 10 — diósjenői diszlokációs öv; a) nagysűrűségű, nagy szuszceptibilitású kitöltéssel (ofiolitokkal?), b) környezetétől gravitációs-mágneses paramétereiben nem különböző kitöltéssel; 11 — törések: a) feltolódások, b) vetődések; 12 — oligocén főttörés; 13 — mezozoos (triász) aljzat felszíni kibúvási; 14 — fúrások: a) nagy mélységű, de az aljzatot el nem érő fúrások, b) az aljzatot feltáró fúrások; 15 — szelvények nyomvonala: 3. ábra szelvényei: 1a) Bő-13, 1b) Bő-9; 5. ábra szelvényei: 2a) földtani szelvény a H-1 fúráson át, 2b) BőR-21; 6. ábra szelvénye: 3; 7. ábra szelvénye: 4; vibroseiz reflexiók vonala: 5

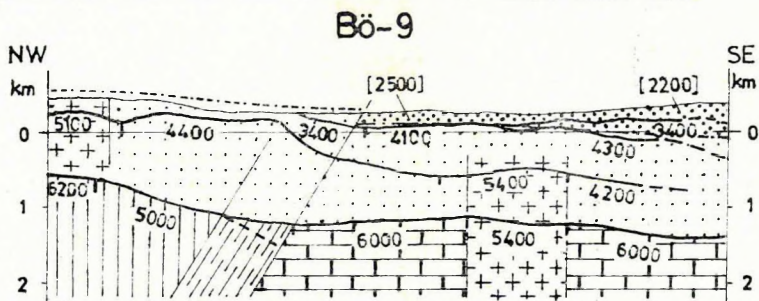
Fig. 10 Basement contour and volcano-tectonic map of the Börzsöny Mountains (constructed by Z. Balla and I. Szalay, 1978)

1 — ring fault marking caldera rim (in the centre: the Börzsöny-brook caldera, in the margins: the Nagyvölgy caldera); 2 — contour of the central dome (absence of high resistivity basement); 3 — remnants of slopes of the central dome; 4 — secondary dome of Kishideghegy. Volcanic chimney-fills; 5 — pyroxene amphibole andesite (\pm biotite); 6 — biotite amphibole andesite with hypersthene; 7 — amphibole biotite andesite (dacite?); 8 — area of no basement (caldera?); 9 — Pre-cenozoic basement contours (below sea level); 10 — dislocation zone of Diósjenő: a) with high density, high susceptibility fill (ophiolites?), b) with fill inseparable from the surrounding rocks by gravity and magnetic parameters; 11 — fractures: a) inverse faults, b) faults; 12 — Oligocene main structural line; 13 — outcrops of Mesozoic (Triassic) basement; 14 — bore-holes: a) not reaching the basement, b) reaching the basement; 15 — location of profiles: 1a) Bő-13, 1b) Bő-9 (cross sections of Fig. 3); 2a) geologic cross section across bore-hole H-1, 2b) BőR-21 (cross sections of Fig. 5); 3) Cross section of Fig. 6; 4) Cross section of Fig 7; 5) VIBROSEIS profile

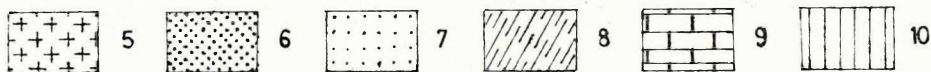
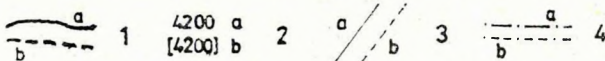
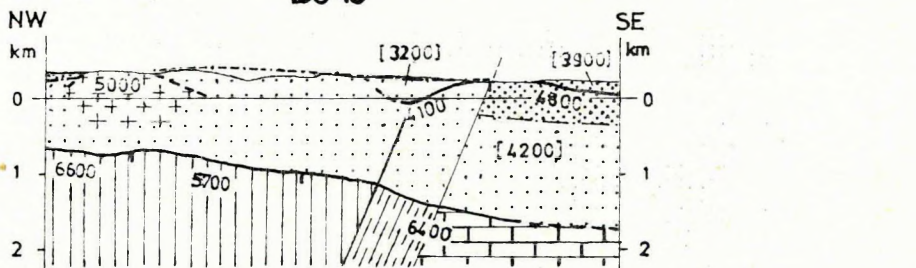
Рис. 10. Карта рельефа фундамента и вулканотектоники гор Бэржень (построена З. Балла и И. Салай, 1978 г.)

1 — кольцообразный сброс по борту кальдеры (в центре — кальдера района ручья Бэржень, по краю — Надвельдская кальдера); 2 — контур центрального поднятия по данным геоэлектрического сопротивления (отсутствие основания высокого сопротивления); 3 — остатки склона центрального поднятия; 4 — вторичный свод Кисхидегхедь; отложения, заполняющие кратер; 5 — пироксеновые амфиболандезиты (\pm биотит); 6 — биотитовые амфиболандезиты с гиперстеном; 7 — амфиболандезиты (дацит?); 8 — участок без основания (подвал кальдеры?); 9 — уровни высоты докайнозойского основания над уровнем моря (в метрах); 10 — зона тектонических нарушений района Диошенэ а) с заполняющими ее отложениями высокой плотности и восприимчивости (офиолиты?); б) с заполняющими ее отложениями, не различающимися от окружающих пород по гравитационно-магнитным параметрам; 11 — нарушения: а) взбросы, б) сбросы; 12 — главный сброс олигоцена; 13 — обнажения мезозойского (триасового) основания; 14 — скважины а) глубокие, но не достигшие основания, б) вскрывшие основание; 15 — линии профилей: профили рис. 3 — 1а) Bő-13, 1б) Bő-9; профили рисунка 5 — 2а) геологический разрез через скважину H-1, 2б) BőR-21; профиль рис. 6: 3; профиль рис. 7: 4; вибросейсмический профиль МОВ: 5

km 0 5 10km



Bő-13



11. ábra A diósjenői diszlokációs övön átmenő refrakciós szelvények értelmezése

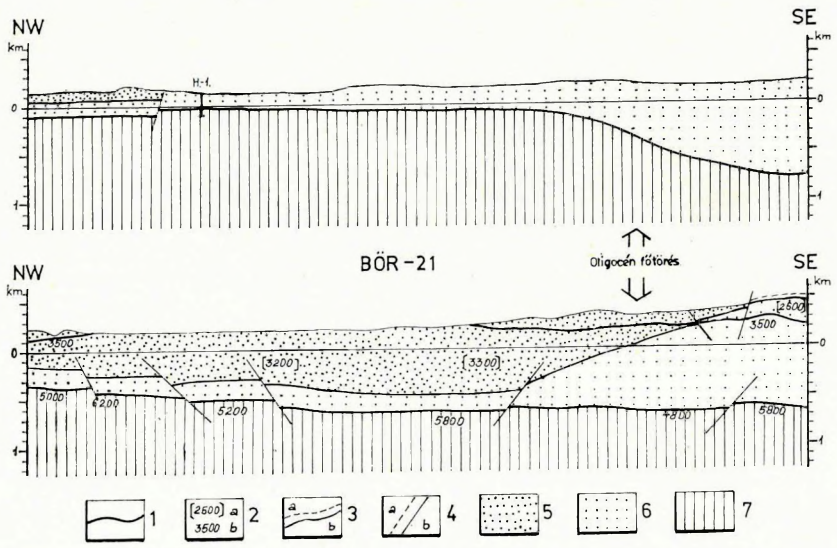
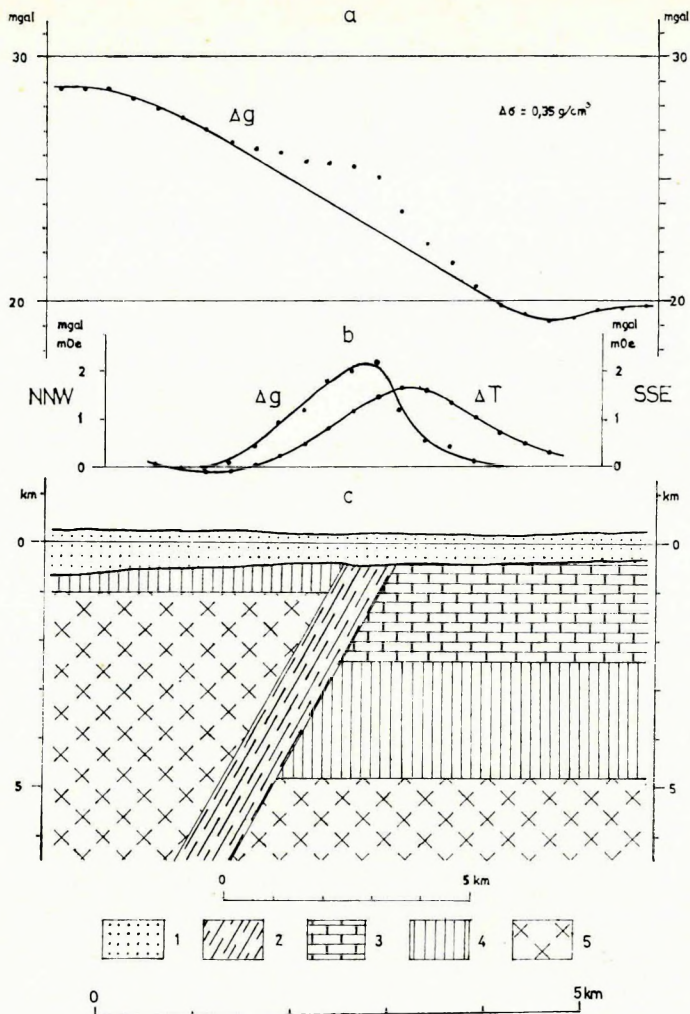
1 — refr. ktláló felület: a) biztos, b) bizonytalan; 2 — szeizmikus: a) határsebesség, b) átlagsebesség; 3 — a diósjenői diszlokációs öv határa: a) a valós szelvényben, b) a lepusztított részen; 4 — földtani képződményhatár: a) a valós szelvényben, b) a lepusztított részen; 5 — intruzív, kontaktusokkal települő andezittest; 6 — rétegvulkáni összlet; 7 — fekvüledékösszlet; 8 — diszlokációs öv kitéltése; 9 — mezozoos karbonátos kőzetek; 10 — kristályos aljzat

Fig. 11 Geolical interpretation of refraction profiles crossing the dislocation zone of Diósjenő

1 — refraction boundary: a) certain, b) uncertain; 2 — seismic velocity: a) refraction, b) average; 3 — boundary of the dislocation zone of Diósjenő: a) in the real section, b) in the eroded parts; 4 — boundary of formations: a) in the real section, b) in the eroded parts; 5 — andesite body with intrusive contact; 6 — strato-volcanic complex; 7 — underlying sediments; 8 — fill of the dislocation zone; 9 — Mesozoic carbonates; 10 — crystalline basement

Рис. 11. Интерпретация сейсморазведочных данных КМПВ по профилю, пересекающему зону тектонических нарушений района Диошенэ

1 — преломляющий горизонт: а — достоверный, б — недостоверный; 2 — скорости распространения сейсмических волн: а — граничные, б — средние; 3 — граница зоны тектонических нарушений района Диошенэ: а — в реальном разрезе, б — в эрозионном участке; 4 — граница геологических образований: а — в реальном разрезе, б — в эрозионном участке; 5 — интрузивное андезитовое поле с контактами; 6 — пластово-вулканическая толща; 7 — толща подошвенных отложений; 8 — заполнение зоны тектонических нарушений; 9 — мезозойские карбонатные породы; 10 — кристаллическое основание



- ← 12. ábra A diósjenői diszlokációs öv csapás mentén 10 km hosszban átlagolt szelvénye a kelet-börzsönyi üledékes területen
 a) ábra: az aljdomborzat hatásától mentes Bouguer-anomália (pontok: átlagolással számított értékek; görbe: a diszlokációs öv nagy sűrűségű kitöltése hatásának elhanyagolásával kapott Bouguer-anomália); b) ábra: a diszlokációs öv kitöltésének gravitációs-mágneses hatása (pontok: átlagolással számított értékek; ΔT görbe: légi mágneses adatok számított menete; Δg görbe: az a) alapján számított simított maradék-anomália); c) ábra: elvi földtani szelvény (1 — oligocén—miocén üledékösszet; 2 — a diszlokációs öv kitöltése (ofiolitokkal?); 3 — triász karbonátos összlet ($\sigma = 2,7 \text{ gcm}^{-3}$); 4 — perm-alsó-triász terrigén összlet és mállott-fellazult kristályos aljzat ($\sigma = 2,55 \text{ gcm}^{-3}$); 5 — gránit-réteg (amfibolit-fáciesű metamorfitek; $\sigma = 2,67 \text{ gcm}^{-3}$)
- ← Fig. 12 The dislocation zone of Diósjenő in the East Börzsöny.
 Data averaged 10 km along the strike.
 figure a) the gravity-anomaly corrected by the effect of basement topography (points: data calculated by averaging, curve: gravity anomaly as computed without the high density fill of the dislocation zone); figure b) gravity and magnetic effect of the fill (points: data calculated by averaging; ΔT curve: smoothed aero-magnetic data; Δg curve: smoothed residual anomaly from figure a); figure c) theoretical geological cross section (1 — Oligocene-Miocene sediments; 2 — fill of the dislocation zone (ophiolites?); 3 — Triassic carbonates ($\sigma = 2.7 \text{ gcm}^{-3}$); 4 — Permian—lower Triassic terrigenous complex and weathered crystalline basement ($\sigma = 2.55 \text{ gcm}^{-3}$); 5 — granite layer (metamorphic rocks of amphibolite facies, $\sigma = 2.67 \text{ gcm}^{-3}$).
- ← Рис. 12. Разрез, осредненный по простиранию на протяжении 10 км зоны тектонических нарушений района Дюшенэ в осадочной толще восточной части гор Бэржень а — аномалии Буге без влияния рельефа основания (точки — величины, полученные осреднением; кривые — аномалии Буге, полученные при пренебрежении влиянием отложений высокой плотности зоны тектонических нарушений); б — гравитационно-магнитный эффект отложений зоны тектонических нарушений (точки: величины, полученные осреднением; кривые ΔT — выравненный ход диаграмм аэромагнитных данных; кривые Δg — выравненные остаточные аномалии, подсчитанные по а); в — теоретический геологический разрез (1 — толща осадочных отложений олигоцена-миоцена; 2 — отложения, заполняющие зону тектонических нарушений (офиолиты?); 3 — толща триасовых карбонатов ($\sigma = 2,7 \text{ гсм}^{-3}$); 4 — толща материковых отложений перми-триаса и выветрелое рыхлое кристаллическое основание ($\sigma = 2,55 \text{ гсм}^{-3}$); 5 — слой гранитов (метаморфиты амфиболитовой фации); $\sigma = 2,67 \text{ гсм}^{-3}$)
- ← 14. ábra Földtani-geofizikai szelvények az oligocén főtörésen át (Észak-Börzsöny) szerkesztette: Balla Z., Havas L., Szalay I., 1978
 Felső: földtani szelvény a Hont-1 fúráson át;
 Alsó: a BÖR-21 refrakciós szelvény földtani értelmezése
 1 — szeizmikus refraktáló felület (a felső szelvényben a geoelektromos nagy ellenállású aljzat felszíne); 2 — szeizmikus a) átlagsebesség, b) határsebesség; 3 — földtani képződményhatár: a) a lepusztult részen, b) a valós szelvényben; 4 — vetődés; 5 — rétegvulkáni összlet; 6 — feküüledékösszet; 7 — kristályos aljzat
- ← Fig. 14 Geological-geophysical cross sections across the Oligocene main structural line (Northern Börzsöny) constructed by Z. Balla, L. Havas, I. Szalay, 1978
 Above: geological cross section across bore-hole Hont-1
 Below: geological interpretation of refraction profile BÖR-21
 1 — seismic refracting horizon (in the upper profile the surface of the high resistivity basement); 2 — seismic velocity: a) average, b) refraction; 3 — boundary of formations: a) in the eroded parts, b) in the real section; 4 — fault; 5 — strato-volcanic complex; 6 — underlying sediments; 7 — crystalline basement
- ← Рис. 14. Геолого-геофизические разрезы через главный сброс олигоцена (северная часть гор Бэржень) построенные З. Балла, Л. Хаваш, И. Салаи. 1978 г.
 Вверху — геологический разрез через скважину Хонт-1; Внизу — геологическая интерпретация данных КМПВ по профилю BÖR-21
 1 — сейсмический преломляющий горизонт (в верхнем разрезе — поверхность геоэлектрического основания высокого сопротивления); 2 — скорости распространения сейсмических волн: а) средние, б) граничные; 3 — граница геологических образований: а) в эрозионном участке; б) в реальном разрезе; 4 — сброс; 5 — пластово-вулканическая толща; 6 — толща подошвенных отложений; 7 — кристаллическое основание

jelölhető ki. Ahhoz azonban ez is elég, hogy megállapítsuk: a nagyvölgyi kaldera képződése során a főtörés menti oligocén elmozdulással (a K-i szárny fokozatos lesüllyedésével) csaknem azonos amplitúdójú, de ellentétes előjelű mozgás játszódott le.

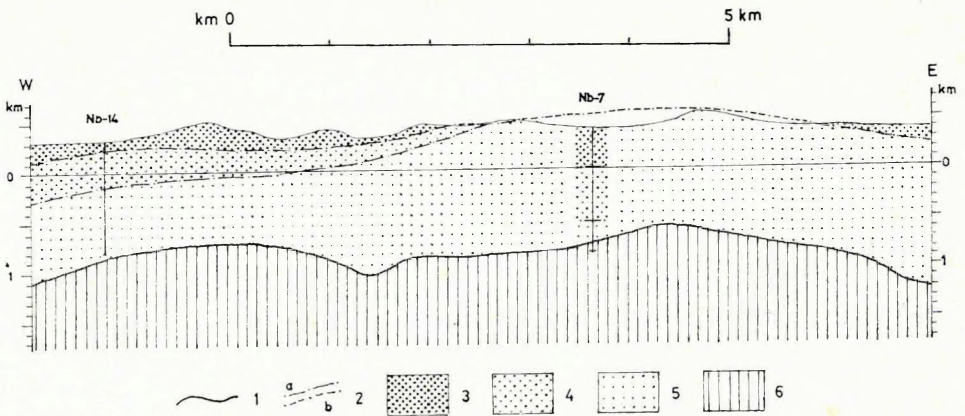
Az *irtáspusztai kiemelkedés* tetővidékén kijelölt *márianosztrai üledékes rétegcsoport* helyzetét az Nb—14 mélyfúrás adatai nyomán újraértékeljük. Az átértékelés kulcsa az Nb—14 és Nb—7 mélyfúrások rétegsorának összehasonlítása, amihez három vezérszint kínálkozik: a kristályos aljzat felszíne, az első vulkáni nyom és az összefüggő vulkáni összlet fekéje. A két mélyfúrás rétegsora a három vezérszint segítségével párhuzamosítható. Ugyanakkor a márianosztrai üledékes rétegcsoport — a felszíni adatok extrapolációja szerint — az Nb—14 feküledék-összletével azonos. A két párhuzamosítás nyomán szerkesztett szelvényből (15. ábra) ítélve, az Nb—7 mélyfúrással feltárt rétegvulkáni összlet a környezetéhez és az ugyanezen mélyfúrással feltárt kristályos aljzathoz képest erősen besüllyedt. A jelenség oka tisztázatlan.

Az irtáspusztai kiemelkedés ÉNy-i oldalán a *szarvaskői vulkáni rétegcsoport* valószínűleg eróziós diszkordanciával települ a feküledék-összletre (= márianosztrai üledékes rétegcsoport), mivel kontaktusuk a felszínen éles és nem átmeneti jellegű, mint az Nb—7 és —14 mélyfúrásokban. Ezzel összhangban áll a szarvaskői vulkanitok negatív mágnesezettsége: az erózió során eltűntek a normális rétegsorrendben alattuk következő pozitív mágnesezettségű idősebb vulkanitok (a peremi gyűrű képződményeinek analógiái).

A *börzsönypataki kaldera* peremtöréseit a szeizmikus szelvények nyomán ugyancsak kijelöltük; követésükkel két koncentrikus kör adódott (10. ábra). Közülük a külső mentén kürtőkitöltések sorakoznak. A D-i peremen korábban kimutatott kürtőkitöltések negatív mágnesezettségűek. Helyzetük, alakjuk és negatív mágnesezettségük alapján azonos jellegű a hegyestetői andezitodácit-testtel (a kaldera ÉNy-i peremén). Szeizmikus sebességadatokból valószínűsíthető a nagyhideghegyi kürtőkitöltés (a kaldera ÉK-i oldalán); mindkettő a magas-börzsönyi paleovulkán fekéjében (10. ábra).

A *kőzponti boltozat* körvonalát jól jelzik a fajlagos ellenállás-adatok: míg a boltozat környezetében az aljzat nagy ellenállással jelentkezik, és a rá települő üledékösszlettől élesen elválik, addig a boltozat területén az aljzat ellenállása csökken, és már nem választható el a felette települő képződményekről, amelyek ellenállása viszont megnő. Az aljzat fajlagos ellenállásának csökkenése a boltozatképződést kísérő repedezettséggel, az üledékösszlet fajlagos ellenállásának növekedése szubvulkáni intrúziók szövevényének megjelenésével magyarázható.

A szob—szokolyai süllyedék vulkáni összetételének vastagsága — a



15. ábra Szelvény az Nb—14 és Nb—7 fúráson át (a lávaközetek elhagyásával)
 1 — a kristályos alaphegység felszíne (alsó refraktáló szint); 2 — földtani képződményhatár: a) a valós szelvényben, b) a lepusztított részen; 3 — rétegvulkáni összlet (tufa, agglomerátum); 4 — vulkáni üledékes összlet (tufa, tufit, tufa-homokkő stb.); 5 — fekvő üledékösszlet; 6 — kristályos aljzat

Fig. 15 Cross section across bore-holes Nb-14 and Nb-7 (lavas omitted)
 1 — surface of the crystalline basement (lower refracting horizon); 2 — boundary of formations: a) in the real section, b) in the eroded parts; 3 — strato-volcanic complex (tuff, agglomerate); 4 — volcanic-sedimentary complex (tuff, tuffite, tuff-sandstone etc.); 5 — underlying sediments; 6 — crystalline basement

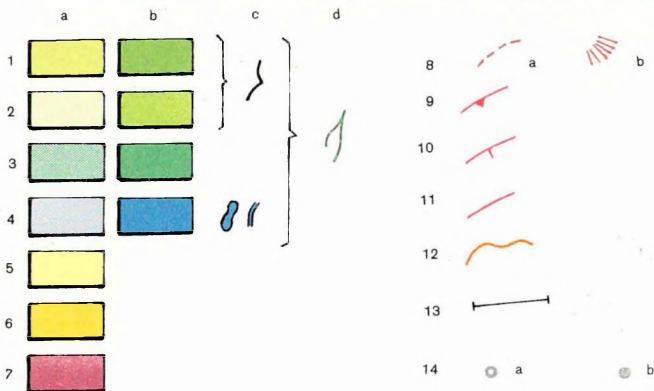
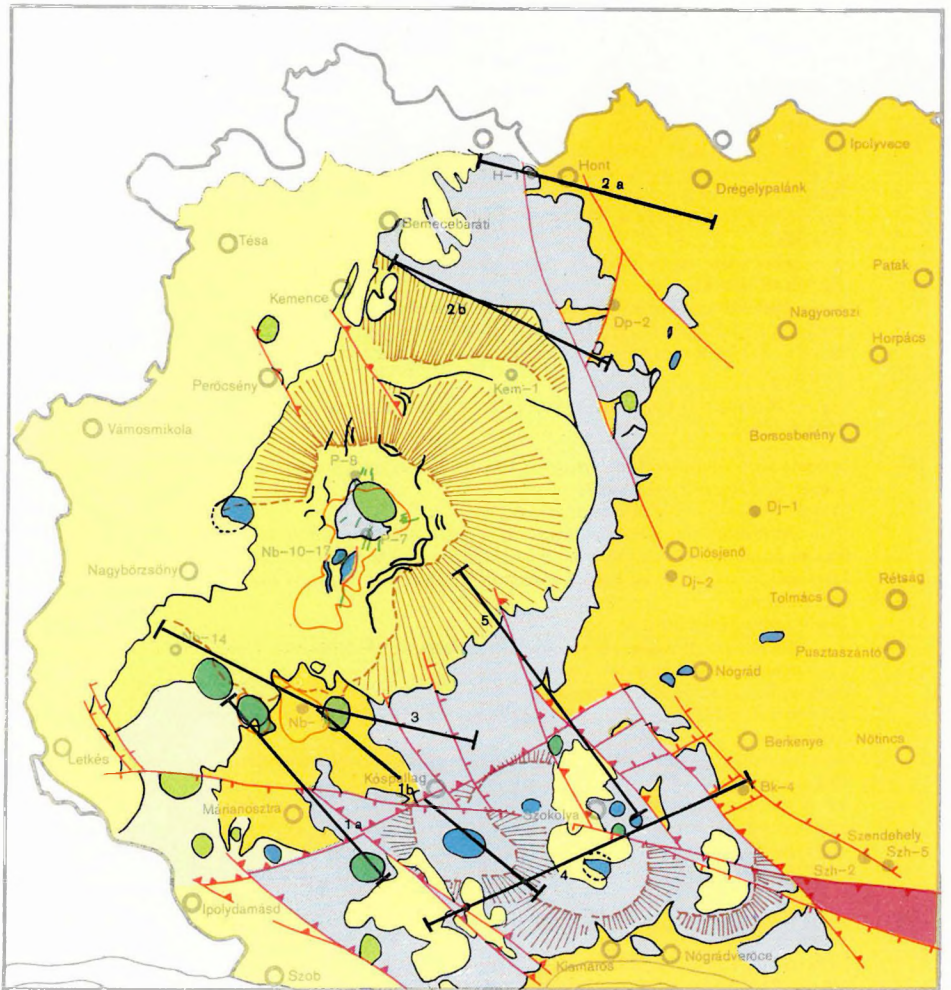
Рис. 15. Разрез через скважины Nb-14 и Nb-7 (без лавовых пород)
 1 — поверхность кристаллического фундамента (нижний преломляющий горизонт); 2 — граница геологических образований: а) в реальном разрезе; б) в эрозионном участке; 3 — пластово-вулканическая толща (агломераты туфов); 4 — толща вулканических отложений (туфы, туфиты; туфы-песчаники и т. п.); 5 — толща подошвенных отложений; 6 — кристаллическое основание

földtani térképezés adatai szerint — néhány száz méternél nem több, alatta kilométernyi oligocén-miocén üledékösszlet települ (16. ábra). A vulkanitok zömmel a peremi gyűrű kis méretű paleovulkánjaiból származhatnak; a kúpmaradványokat a mai domborzat és a légimágneses térkép alapján körvonalaztuk. Központjukban gravitációs és szeizmikus adatok nyomán oszlopszerű testeket (kürtőkitöltéseket) valószínűsítünk. E kúpok igen jellegzetes módon érintkeznek: K-i oldaluk mindig ép, s ez a szomszédos kúpmaradvány ívébe vágódik bele.

A *fedőüledék-összlet* elterjedését nagymértékben a vulkáni szerkezet határozza meg: nagyobb összefüggő foltokban a kúpmaradványok központi részén levő eróziós kalderák területén van meg. Így tehát e vulkánok az üledékfelhalmozódás kezdetére már erősen lepusztultak, ami közvetetten a magas-börzsönyi vulkánnál idősebb korukat igazolja.

Első ízben jellemezzük a *posztvulkáni szerkezetet*. Legszembetűnőbb elemei az ÉNy—DK csapású törések; dőlésük a felszíni földtani és a szeizmikus adatok összevetéséből egységesen ÉK-inek adódik, s így a törések zöme feltolódásnak minősül, a legnagyobb (naszályi) töréssel

0 10 km



13. ábra A Börzsöny hegység vázlatos vulkán-tektonikai térképe (szerkesztette: Balla Z. és Csillagné Teplánszky E.)

Alsóbadeni vulkáni képződmények:

1 — amfibolos piroxénandezit; 2 — piroxénés amfibolandezit (\pm biotit); 3 — biotitos amfibolandezit hiperszténnel; 4 — amfibol-biotitandezit (dácit?). Település: a) réteg-vulkáni öszlet, b) kürtöktöltés, szubvulkáni test, c) lávaped, teleptelér, d) telér

Üledékes képződmények:

5 — badeni molassz öszlet, 6 — rupéli-kárpáti molassz öszlet, 7 — triász alaphegység (\pm eocén, \pm hárshegyi homokkő)

Paleovulkáni formaelemek:

8a) eróziós kalderaperem, 8b) paleovulkáni kúp lejtőmaradványa.

Törések:

9 — feltolódás; 10 — vetődés; 11 — tisztázatlan jellegű törés.

Egyéb jelölések:

12 — gerjesztett polarizációs anomália körvonala; 13 — szelvények nyomvonala: 3. ábra szelvényei: 1a) BÖ—13, 1b) BÖ—9; 5. ábra szelvényei: 2a) földtani szelvény a H—1 fúráson át, 2b) BÖR—21; 6. ábra szelvénye: 3; 7. ábra szelvénye: 4; vibroseis reflexiósvonal: 5

14 — fúrások: a) nagymélységű, de az aljzatot el nem érő fúrások; b) az aljzatot fel-táró fúrások

Fig. 13 Schematic volcano-tectonic map of the Börzsöny Mountains (constructed by Z. Balla and E. Csillagné-Teplánszky)

Lower Badenian volcanic formations:

1 — amphibole pyroxene andesite; 2 — pyroxene amphibole andesite (\pm biotite); 3 — biotite amphibole andesite with hypersthene; 4 — amphibole biotite andesite (dacite?).

Deposition: a) strato-volcanic formation, b) chimney fill, subvolcanic body, c) lava flow, sill, d) vein

Sedimentary formations:

5 — Badenian molasse; 6 — Rupelian-Carpathian molasse; 7 — Triassic basement (\pm Eocene; \pm Oligocene)

Paleovolcanic structural elements:

8a) erosion caldera rim, 8b) remnants of slopes of paleovolcanic cone

Fractures:

9 — overthrust; 10 — fault; 11 — fracture of unknown character

Other marks:

12 — contour of IP anomaly; 13 — location of profiles: 1a) BÖ-13, 1b) BÖ-9 (cross sections of Fig. 3); 2a) geologic cross section across bore-hole H-1, 2b) BÖR-21 (cross sections of Fig. 5); 3) Cross section of Fig. 6; 4) Cross section of Fig. 7; 5) VIBROSEIS profile 14 — bore-holes: a) not reaching the basement, b) reaching the basement

Рис. 13. Схематическая вулканотектоническая карта гор Бэржэнь (построена З. Балла и Э. Теплански)

Нижнебаденские вулканические образования:

1 — амфибольные пироксенандезиты; 2 — пироксеновые амфиболандезиты (\pm биотит); 3 — биотитовые амфиболандезиты с гиперстеном; 4 — амфибол-биотитандезиты (дациг?)

Залежи: а) пластововулканическая толща, б) заполнение кратера, субвулканическое тело, в) лавовый уступ, пластовая жила, д) жила

Осадочные отложения:

5 — баденская молассовая толща; 6 — рупельско-карпатская молассовая толща, 7 — триасовое основание (\pm эоцен, \pm харшхедьские песчаники)

Палеовулканические элементы:

8а) эрозионный край кальдеры, 8б) остатки склона палеовулканического конуса

Нарушения:

9 — взбросы; 10 — сбросы; 11 — нарушения невыясненного характера

Прочие обозначения:

12 — контуры аномалий ВП; 13 — линии профилей: профили рис. 3: 1а) BÖ-13, 1б) BÖ-9; профили рис. 5: 2а) геологический разрез через скважину H-1, 2б) BÖR-21; профиль рис. 6: 3; профиль рис. 7: 4; виброеисмический профиль МОВ: 5 14 — скважины а) глубокие, но не достигшие основания, б) вскрывшие основание

együtt. E törések nagy része a diósjenői diszlokációs övtől D-re van (13. ábra), de itt-ott felismerhetők ettől É-ra is. Fiatalabbnak tűnik a két-ágú, a Naszályt közrefogó közel Ny—K csapású D-i dőlésű törés. Mindezek a törések, illetve feltolódások a bádeni fedőüledékeket is érintették, így az elmozdulások fiatal kora kétségtelen. A törések valószínűleg az aljzatban már a vulkánosság előtt is megvoltak, tehát inkább kiújulásukról beszélhetünk.

A posztvulkáni szerkezetalakulás lényeges eleme a szob—szokolyai süllyedék. Ez olyan függőleges elmozdulásnak lehetett a következménye, amely elsősorban a naszályi törésre és a diósjenői diszlokációs öv D-i peremtörésének a Naszályt DNy-ról lehatároló ÉNy—DK-i töréstől Ny-ra eső szakaszára koncentrálódott. A besüllyedés K-i határa közelítőleg egybeesik a vulkánosság határával, így valószínű a kettő közötti kapcsolat. A süllyedék két paleovulkáni centrum — a börzsönyi (É-on) és a dunazugi (D-en) — között van, s olyan tektonikai jelenségként értelmezhető, amely a két centrum mélységi kapcsolatára utal.

Az eddigiek alapján a börzsönyi vulkánosság *fejlődéstörténetét* a következőkben vázoljuk.

1. A *korai szakasz* legelső rögzíthető *képződménye* a nagyvölgyi kaldera; a szegélyén levő vulkánok szolgáltatták a *peremi* gyűrű anyagának nagy részét. Korábbi nagyméretű paleovulkán maradványait nem sikerült elkülönítenünk, de létezését egyelőre cáfolni sem tudjuk, s így nyitva marad a vulkáni gyűrűn belüli egyidejű, vagy korábbi vulkáni egységek létezésének kérdése.

2. A *középső szakaszban* a nagyvölgyi kaldera közepe táján megindult a központi boltozat kialakulása — feltehetően a hipabisszikus szintbe eső magmabenyomulás következtében. A boltozaton az erózió jelentős területről eltávolította a rétegvulkáni képződményeket. A továbbnövekedés következményeképpen a boltozat teteje beszakadt, s az így képződött börzsönypataki kaldera pereme mentén apró paleovulkánok gyűrűje alakult ki; ezek anyagából keletkezett a szarvaskői vulkáni rétegcsoport, amely a korábban erodált boltozaton közvetlenül a feküledék-összlet mélyebb tagjaira települ.

3. A *késői szakaszban* a központi boltozatból visszamaradt gyűrűszerű kiemelkedés ÉK-i részében kialakult a kurucbérci másodlagos centrum a magas-börzsönyi paleovulkánnal. Működését a hozzá képest laterális helyzetű börzsönypataki kaldera kiújulása zárta le. A vulkánosság végén jöhetett létre, a kurucbérci centrum D-i részén, a kishideghegyi másodlagos boltozat, amelytől DDNy-ra húzódó sávban rövid ideig még tartott a szubvulkáni működés.

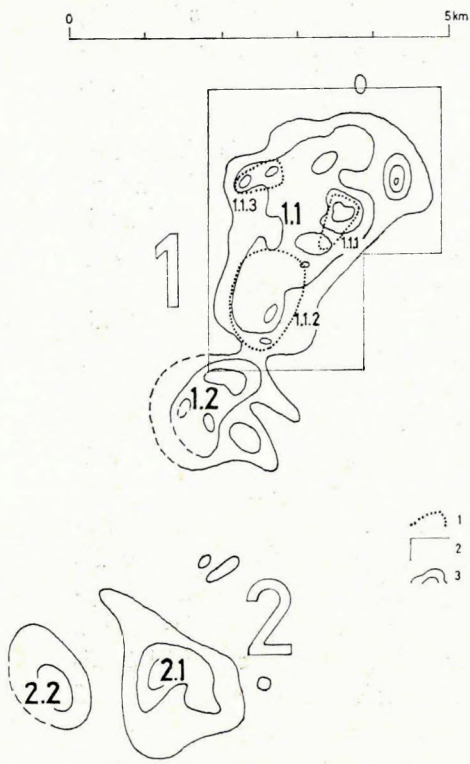
II. Színesércesedés és érckutatás

A börzsönyi hidrotermális színesércesedés kutatásának alapvető fel-

adata a lokalizációs törvényszerűségek tisztázása. Mai ismereteink e téren így foglalhatók össze:

1. *A börsönyi ércmező* helyzetét két tényező együttesen határozza meg: a paleovulkáni centrum mélységi magmakamrája szolgáltatva a hidrotermális oldatokat, az oligocén főtörés pedig az oldatvándorláshoz szükséges repedezettséget biztosította. A mélységi magmakamra helyzete, alakja és a felszínközeli vulkáni szerkezetalakulás között elég laza a kapcsolat. Az oligocén főtöréssel kapcsolatos repedezettség pedig a rétegvulkáni képződmények felépítéséhez képest idegen elem. Ezért a hidrotermális színesércesedés egészében véve a felszínközeli vulkán tektonikai képből diszkordánsan jelentkezik; befogadó közegeivel fennálló kapcsolata (beleértve a szubvulkáni intrúziókat is) csak abban nyilvánul meg, hogy mind a vulkanitok, mind a hidrotermális képződmények anyaga egyazon mélységi magmakamrából származik, de elválásuk olyan mélységben játszódott le, hogy a felszínközeli egymástól nagymértékben függetlenül jelentkeznek. Közös eredetük (paragenetikai kapcsolatuk) kétségtelen bizonyítéka az, hogy az ércmező teljes egészében a paleovulkáni centrum területére korlátozódik.

2. A börsönyi ércmező (17. ábra) két egymástól lényegesen elkülönülő területről áll. A *déli terület* kis méretű és kevésbé tanulmányozott. Az északi területen belül kissé elkülönül a déli zálogbérci területrész és a fennmaradó *északi területrész* (18. ábra). Az utóbbi közel elliptikus alakú, 3,5 km-es hossz- és 2,0 km-es haránttengellyel; egybeesik egy szeizmikus sebesség-anomália magjával, amely az alaphegység szintjén és felszínközeli csaknem azonos méretű és helyzetű. A P—7 és az Nb—10 (=Nb—17) mélyfúrás rétegsora, továbbá a P—7 mélyfúrás maganyagán végzett térfogatsúly-mérések adatai bizonyítják, hogy a két refraktáló határfelületben jelentkező sebesség-anomália magja egyazon test két különböző mélységű szintjéből a térhullám közel azonos terjedési sebességét jelzi. A térfogatsúly a fúrás tengelye mentén állandó (2,7 g/cm³ körüli), a távolabbi környezethez képest meglehetősen nagy. Az ily módon valószínűsíthető *elliptikus hengerszerű test* közzétanilag meglehetősen heterogén. Kontúrján belül vulkáni képződmények vannak, a kristályos aljzatként értelmezett nagysebességű szeizmikus refraktáló szint alatt még legalább 300—400 m-ig (P—7, Nb—17). E jelenség talán azzal magyarázható, hogy az illető test beszakadásos kalderában települ. A többi börsönyi kalderától eltérően azonban e beszakadás tényét a felszínközeli szerkezet tanulmányozásával nem sikerült kimutatnunk, sőt a képződmény ahhoz képest határozottan diszkordáns. Az elliptikus hengerszerű test vulkán tektonikai értelmezése tehát megoldatlan. Felszíni és fúrásos adatok tanúsága szerint *egységes jellemzője a hidrotermális kézetbontás*. Ebből kiindulva a testet — eredetétől függetlenül — hidrotermálisan bontott



17. ábra A börzsönyi ércmező vázlata
 1 — potenciális lelőhely körvonal; 2 —
 ércföldtani térkép (18. ábra) határa; 3 —
 GP-izovonalak (2, 6, 10 és 15 $\gamma\%$)
 Számok a térképen:
 1 — északi terület
 1.1 — északi területrészt
 1.1.1 — kurucpataki lelőhely
 1.1.2 — rózsahegyi lelőhely
 1.1.3 — bányapusztai lelőhely
 1.2 — zálogbérci területrészt
 2 — déli terület
 2.1 — bezinai területrészt
 2.2 — koppányi területrészt

Fig. 17 Sketch of the Börzsöny ore district
 1 — contour of potential mineralization; 2 —
 cut out of Fig. 18; 3 — IP isolines
 (2, 6, 10 and 15 $\gamma\%$)
 Numbers on the sketch:
 1 — Northern area
 1.1 — Northern locality
 1.1.1 — mineralization of Kurucpatak
 1.1.2 — mineralization of Rózsahegy
 1.1.3 — mineralization of Bányapuszta
 1.2 — Zálogbérc locality
 2 — Southern area
 2.1 — Bezina locality
 2.2 — Koppány locality

Рис. 17. Схема рудоносного поля в районе гор Бэржэнь
 1 — контур потенциального месторождения; 2 — граница рудно-геологической
 карты (рис. 18); 3 — изолинии ВП (2, 6, 10 и 15 $\gamma\%$)
 Цифры на карте:
 1 — северный район
 1.1 — северный участок
 1.1.1 — месторождение Курушпатак
 1.1.2 — месторождение Рожახедь
 1.1.3 — месторождение Баньяпушта
 1.2 — участок Залогберци
 2 — южный район
 2.1 — участок Безина
 2.2 — участок Коппань

közöttömeggel azonosítjuk, amely közel függőleges helyzetű, és méretei az 1200 m-es kutatási intervallumon belül nem változnak. Felszíni vetületével elég nagy pontossággal esik egybe a GP- és a metallometriai rézanomáliák burkolóvonalára (18. ábra).

3. Az északi területrészen belül három potenciális *érclelőhely* különíthető el: a kurucpataki, a rózsahegyi és a bányapusztai (17. ábra), amelyek elhelyezkedésében kettős törvényszerűség látható. Egyrészt mindhárom lelőhely a területrészt tengelyére esik, mintegy gyűrűt alkotva, amely mind a metallometriai, mind a GP-anomáliák eloszlásában felismerhető (18. ábra). A metallometriai anomáliák elrendeződéséből ítélve a színes-

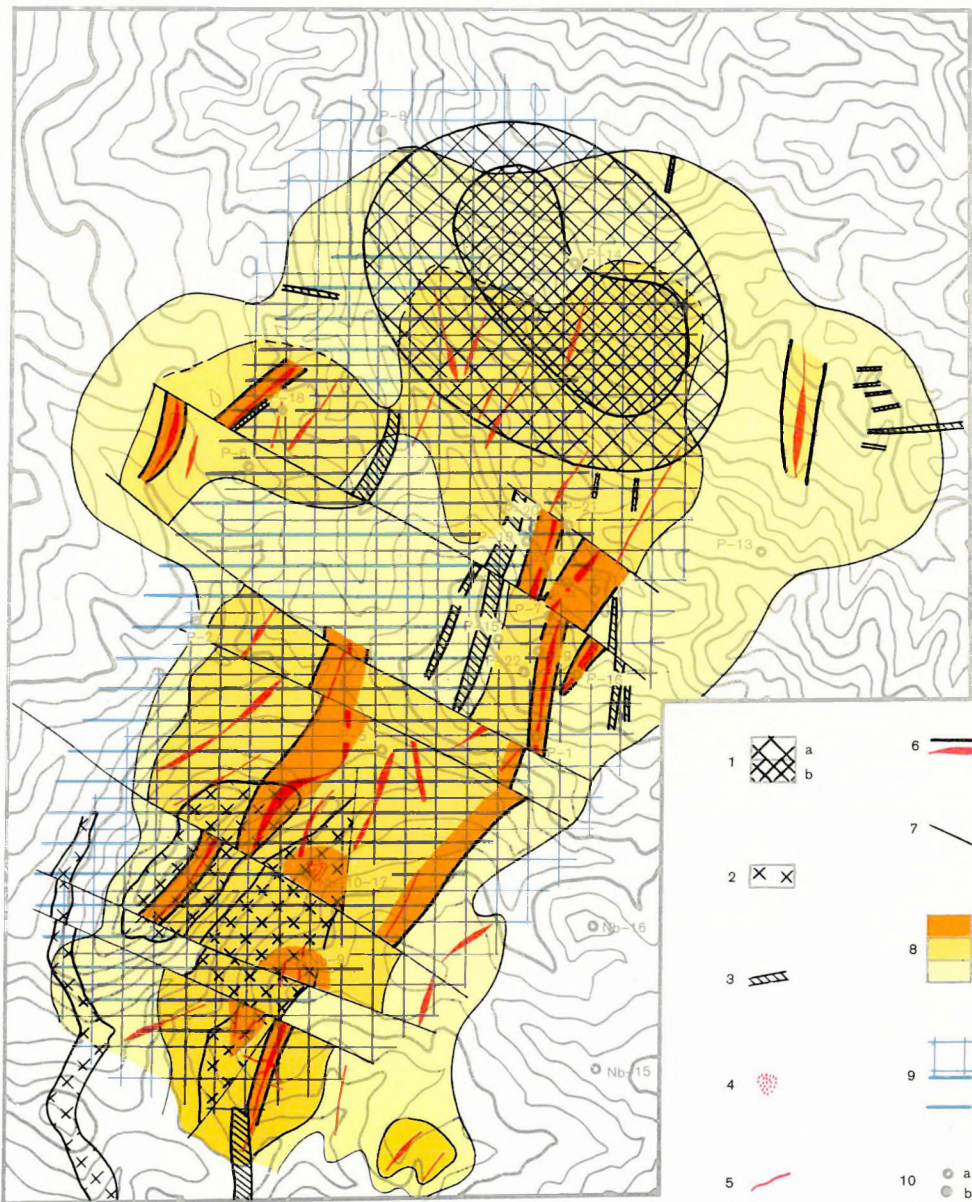
fémek eloszlása zonális; a réz elsősorban az anomáliagyűrű belső részén, az ólom és a cink pedig inkább annak szegélyén és részben azon túl koncentrálódik (19. ábra), bár mindez főleg tendenciaként ismerhető fel. Koncentrikus rajzolat létezésére mutat a GP és az ellenállás-eloszlás három ponton elvégzett statisztikai vizsgálatának eredménye is. A *koncentrikus övesség* valamely egységes mélységi hatást tükröz, amelynek lényege egyelőre ismeretlen, de mindenképpen a hidrotermák közös (hipabisszikus intrúzióval kapcsolatos?) eredetére mutat. Másrészt a három lelőhely *egységes V-szerű rajzolat* részeként is felfogható, ahol a csúcs D-en van, s a száruk É felé egymástól szétágaznak, közrefogva a kurucbérci kürtöki-töltést. Ez a kép É felé szétnyíló töréses szerkezet következménye lehet; a magas-börzsönyi paleovulkánhoz képest élesen diszkordánsan, azonban a központi boltozat *radiális törésrendszerébe* illően. Az ércesedés és e törésrendszer kapcsolata a boltozatnak a magas-börzsönyi paleovulkánál idősebb korával csak úgy egyeztethető össze, ha feltételezzük e törésrendszer kiújulását a hidrotermális működés előtt és alatt, ami a legegyszerűbben a boltozat továbbnövekedésével magyarázható. A potenciális érlelőhelyek elhelyezkedését tehát két tényező határozza meg: egy mélységi eredetű hatás, amely az oldatok közös eredetével kapcsolatos és a központi boltozat újraeledése által kiváltott felszínközeli repedésképződés. A lelőhelyek valószínűleg ott helyezkednek el, ahol a két tényező optimális kölcsönhatásban van; ebből adódhat a *rózsahegyi lelőhelynek* a másik kettőnél jóval nagyobb mérete; helyzete a „V” *csúcsán* kedvezőbb lehet, mint annak szárain, a nagyobb repedezettség következtében.

4. Az érlelőhelyeken belüli potenciális ércetesteknek három típusa különböztethető meg; telérek, oszlopszerű testek és szulfidásványos övek.

4.1. A szulfidos-agyagásványos telérek két csoportja ismert (18. ábra); a ludmillai (É-on) és a fagyosasszonyi (D-en). E telérek kis vastagságúak és kis kiterjedésűek, emiatt ipari jelentőségük alárendelt. A ludmillai telérek (az Nb—9 fúrás környéke) ÉÉK—DDNy-i irányúak, s egy izometrikus GP-anomáliára esnek; a fagyosasszonyi telérek változó irányúak, de zömmel egy csomópontban futnak össze egy ÉÉK—DDNy irányú lineáris GP-anomália közepe táján. A GP-anomáliák tehát olyan szulfidásványos öveket jelölnek, amelyekben telérek előfordulása valószínű, de ezek irányára semmiféle információt nem adnak.

4.2. *Oszlopszerű testet* mindössze egyet ismerünk a rózsahegyi lelőhely közepe táján az Nb—10 (Nb—17) fúrással és bányászati létesítményekkel feltárva. Átmérője 60—80 m, függőleges kiterjedése 150 m, a mélység felé kb. tsz. f.-i 380 m-en hirtelen elvégződik (Pantó Gy.—Mikó L., 1964. III. mell.) és egy izometrikus GP-anomáliával esik egybe, valószínűleg annak hatójaként (18. ábra). Az érc szövete fészkes-breccsás-szalagos, fémtartalma igen nagy. Szövete, alakja és települési formája alapján e tes-

0 1 km



18. ábra Az északi területre sz vázlatos ércföldtani térképe (szerkesztette: Balla Z. és Csongrádi J., 1978)

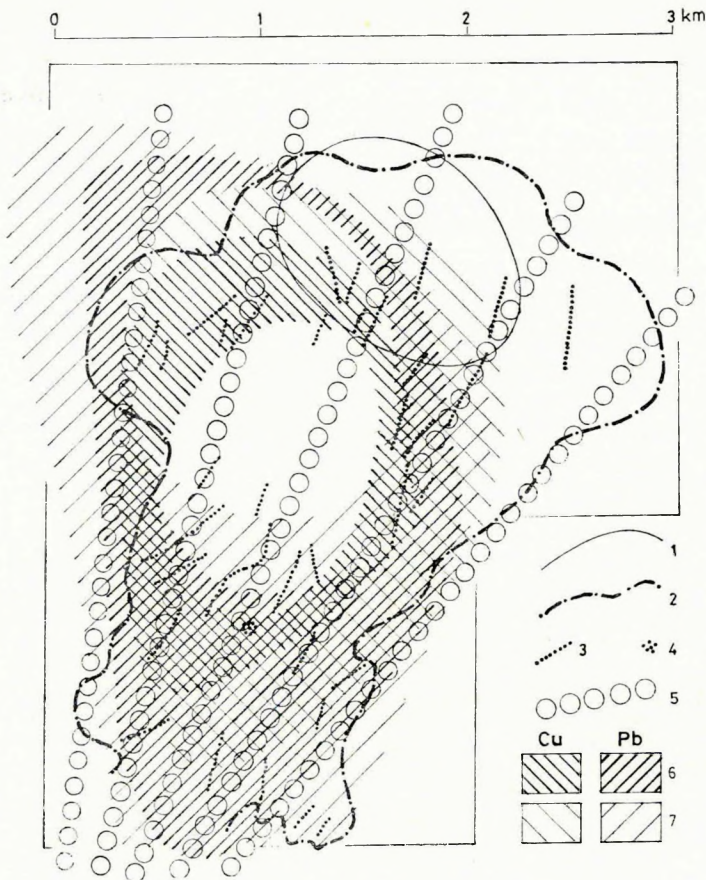
1 — kurucbérci kúrtőkítőltés a) peremi része, b) magja; 2 — lapos dőlésű amfibol-biotit-andezit (dacit?) test (teleptelér?); 3 — meredek dőlésű andezittelér; 4 — oszlopszerű breccsás szulfidásványos test (gázexploziós kúrtőkítőltés); 5 — szulfidos-agyagásványos telér; 6 — hintett-eresz szulfidásványos öv a) meredek kontaktusa, b) tengelye (a vonalvastagság az ásványosodás intenzitását jelzi); 7 — haránttörés; 8 — szulfidásványosodás: a) intenzív, b) közepes, c) gyenge; 9 — hidrotermálisan bontott kőzetek elterjedési területe: a) felszínközélen, b) kristályos aljzat szintjében; 10 — fúrások: a) 200—300 m, b) 1200 m

Fig. 18 Schematic metallogenetic map of the northern area (constructed by Z. Balla and J. Csongrádi, 1978)

1 — the chimney of Kurucbérc a) rim, b) core; 2 — low dip amphibole biotite andesite (dacite?) body (sill?); 3 — steep dip andesite dyke; 4 — columnar brecciated sulfidic body (gas explosion chimney); 5 — vein of sulfide and clay mineral enrichment; 6 — zone of disseminated sulfide mineralization a) its steep contact, b) its axis (lines thickened according to intensity of mineralization); 7 — transverse fault; 8 — sulfide mineralization a) intensive, b) moderate, c) poor; 9 — presence of hydrothermal alteration a) near surface, b) in the crystalline basement; 10 — bore-holes a) 200—300 m deep, b) 1200 m deep

Рис. 18. Схематическая рудногеологическая карта северного участка (построена З. Балла и И. Чонгради, 1978 г.)

1 — заполнение Куруцберцкого кратера а) бортовая часть, б) ядро; 2 — плосконаклонное амфибол-биотитандезитное (дацит?) тело (пластовая жила?); 3 — крутонаклонная андезитовая жила; 4 — столбообразное брекчиевое тело сульфидных минералов (заполнение кратера с выбросом газа); 5 — сульфидно-глинистоминеральная жила; 6 — зона вкрапленных сульфидных минералов; а (крутой контакт, б) ось (толщина линии отмечает интенсивность минерализации); 7 — поперечный сброс; 8 — сульфидная минерализация: а) интенсивная, б) средняя, в) слабая; 9 — район развития гидротермально разложенных горных пород: а) вблизи поверхности, б) на уровне кристаллического основания; 10 — скважины: а) 200—300 м, б) 1200 м



19. ábra Az északi terület részércesedésének értelmezési vázlata

1 — a kurucbérci kúrtöltés körvonala; 2 — a gerjesztett polarizációs anomáliák körvonala; 3 — szulfidásványosodást meghatározó helyi repedezettség; 4 — oszlopszerű szulfidásványos test felszíni vetülete; 5 — a központi boltozat feltételezett radiális törései (vázlatosan). Metallometriai anomáliák: 6 — erős fémdúsulás öve; 7 — gyenge fémdúsulás öve

Fig. 19 Schematic interpretation of the mineralization of the northern locality

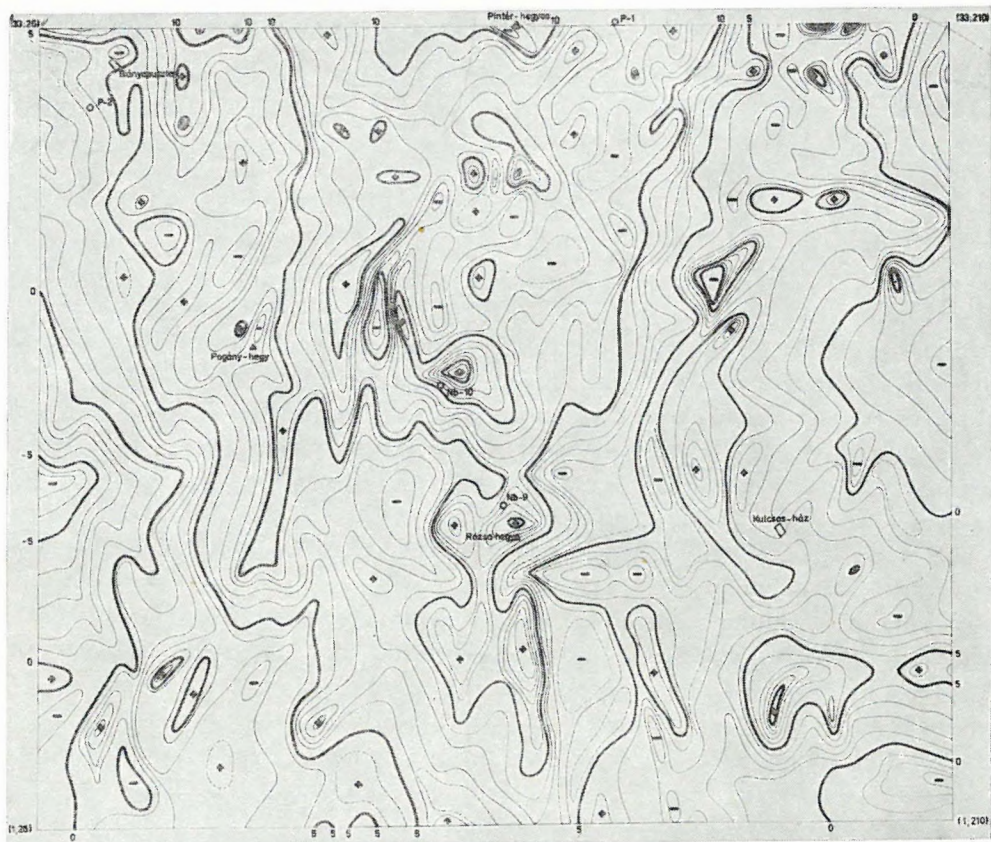
1 — contour of the chimney of Kurucbérc; 2 — IP anomaly; 3 — local fissures controlling sulfide mineralization; 4 — surface projection of the columnar sulfidized body; 5 — supposed radial fractures of the central dome. Metallometric anomalies: 6—zone of strong enrichment; 7—zone of poor enrichment.

Рис. 19. Схема интерпретации оруденения северного участка

1 — контур отложений, заполняющих прогиб Куруцберц; 2 — контур аномалий ВП; 3 — местная трещиноватость, определяющая сульфидное оруденение; 4 — проекция столбообразного сульфидного тела на поверхности; 5 — предполагаемые радиальные сбросы центрального поднятия (схематическое представление); Металлометрические аномалии: 6 — зона сильного повышения концентрации; 7 — зона слабой концентрации

tet gázexplóziós kürtőkitöltésnek tekintjük. A helyzetét meghatározó tényezők, valamint dőlésmenti megszűnésének okai ismeretlenek.

4.3. *Szulfidásványos övek* létezésére a GP-anomáliaképből következtekünk (20. ábra), amelyet középgradiens elrendezésben az ötpontos DIAPIR-műszerrel mértünk. Az övek csapása É—D és ÉK—DNy között változik, szélességük 40—180 m. Az öveket haránttörések 200—500 m-es hosszúságú szakaszokra szabdalják, amelyek főleg a GP-anomáliakép és részben a geoelektromos ellenállás alapján mutathatók ki és követhetők; csapásuk NyÉNy—KDK. A szulfidásványos öveket részletesebben csak a *kurucpataki lelőhelyen* tanulmányoztuk. Szelvénymenti, speciális elrendezésű GP-mérések adatai szerint közel függőlegesek, kissé Ny-i dőléssel. A lelőhelyen két, D felé összetartó szulfidásványos öv van, amelyeket 120 m-es bal oldali eltolódásnak megfelelő haránttörés szakít meg. A K-i öv berezites-argillizites, a Ny-i biotitos-propilites típusú metasomatitokból áll. A keletiben a szulfidásvány gyakorlatilag tisztán pirit, a nyugatiban figyelemre méltó a kalkopirit és a magnetit szerepe is. Ebből kiindulva ipari érdeklődésre csak a Ny-i öv tarthat számot. A hingtett-eres rézércesedés az öv Ny-i szegélye mentén 500 m hosszban követhető (P—20, —19, —7, —9 és —22 mélyfúrás); továbbkutatása folyamatban van.



20. ábra Gerjesztett-potenciál anomália-térkép

Fig. 20 Induced polarization anomaly map

Рис. 20. Карта аномалий возбужденной поляризации

1.3 A DARNÓ NAGYSZERKEZETI ÖV GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

Az 1977. évi Darnó-övi geofizikai mérések a Bükk-hegység és az Upponyi-hegység mélyszerkezet- és ércindikációs kutatására irányultak. A mélyszerkezet-kutatás keretében három reflexiós szelvénnel harántoltuk a „Darnó-vonalat”, közülük a VIBROSEIS-rendszerrel mért szelvény keresztülszeli mindkét hegységet. Folytatódtak a gravitációs hálózatkiegészítő és a szelvénymenti geoelektromos mérések (GP, PS, SE).

Az eredményekről egy-egy témakör értelmezésének lezárása után, a következő Évi Jelentésekben számolunk be.

A korábbról kellően nem ismert, kutatatlan Bükkalján nagy területre kiterjedő tellurikus mérésekkel és geoelektromos szondázásokkal tájékozódunk regionálisan az aljzat morfológiájáról. Jelenleg ezekről a mérésekről és az 1976. évi mérések Darnó-övre vonatkozó egyes eredményeiről: a földmágneses hatószámításokról és a reflexiós mérések értelmezéséről számolunk be.

A Bükk déli előterének geoelektromos kutatása

A geoelektromos kutatás célja a medencealjzat mélységének és morfológiájának, valamint az aljzatot fedő üledékes összlet belső szerkezetének megismerése, azzal a céllal, hogy a terület ásványvagyon-prognózisához alapadatokat szolgáltassunk.

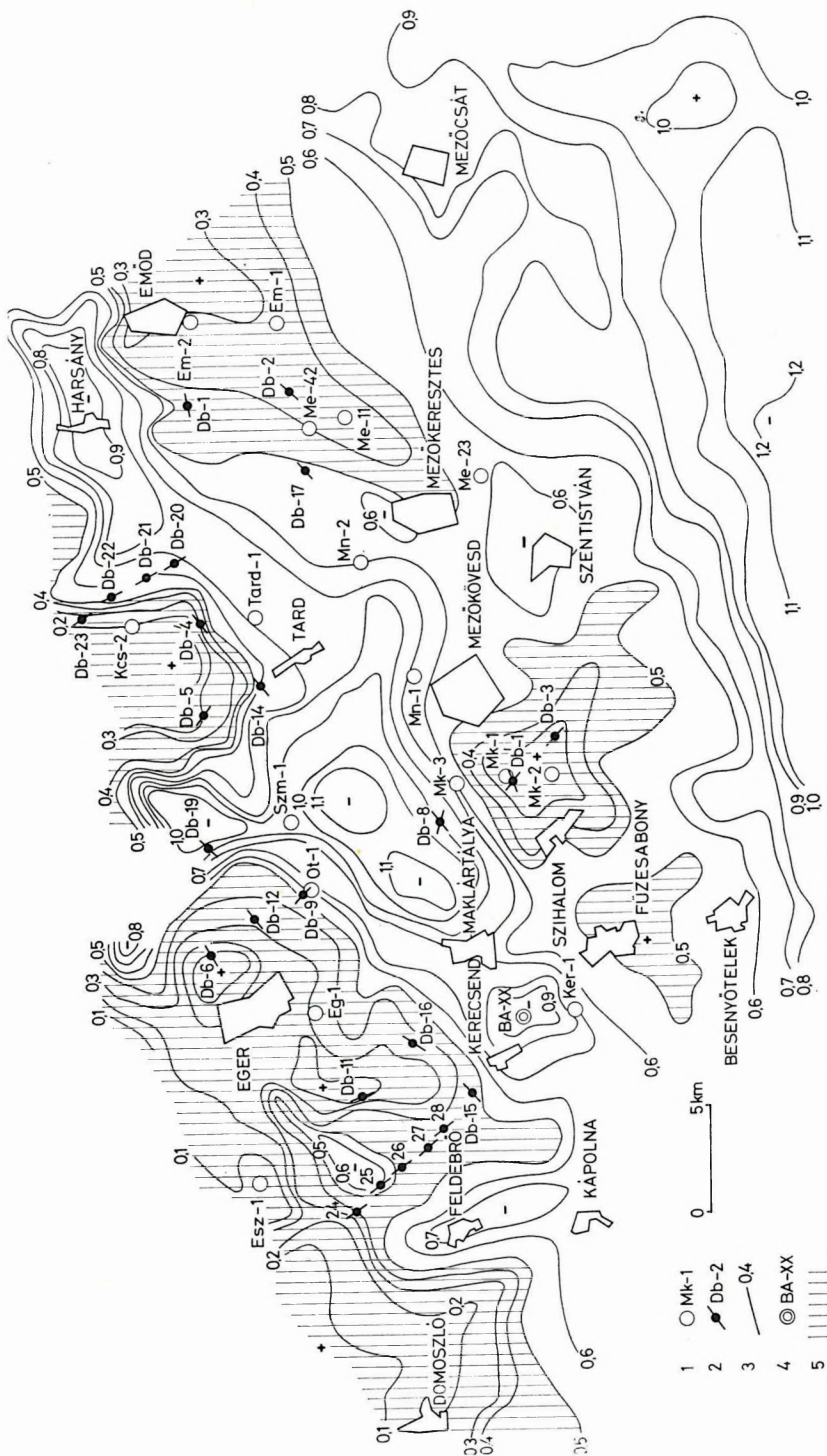
A feladat megoldására tellurikus méréseket (TE) és mélyszondázásokat (MSz) végeztünk. A TE-mérések sűrűsége kb. 4 km²/pont volt. A mélyszondázásokat É felől területünkre nyúló szeizmikus szelvényeken, illetve a TE-anomáliákon végeztük.

Az izoarea-térkép négy földtani egységet jelez (21. ábra)*.

1. A terület É-i részén húzódó maximumsört, ahol a ρ_{∞} aljzatot — a Bükk- és részben a Mátraalján — a kibúvásokból ismert, vetők mentén leszakadó triász (és helyenként eocén) időszakai mészkövek képezik. Ennek fedőjében, a szondázások szerint, 3—20 ohmm-es fajlagos ellenállású rétegek (eocén, oligocén és miocén kori agyagos, márgás homokkőves képződmények és piroklasztikumok) vannak. A Domoszló környéki TE-maximumot a refrakciós módszerrel kimutatott aljzat-kiemel-

* Dienes E., Nemesi L., Schönviszky L., *Szalay I.*

** Az izoarea-térkép DK-i része az NME Geofizikai Tanszékének munkája.



21. ábra A Bükk hegység déli előterének tellurikus izoarea-térképe

1 — mélyfúrást; 2 — mélyszondázás; 3 — TE izoarea-vonalak; 4 — TE-bázis; 5 — TE-maximumok

Fig. 21 Telluric isoreal map of the southern foreground of the Bükk Mountains

1 — bore-hole; 2 — VES; 3 — isoreal lines; 4 — telluric base point; 5 — telluric maxima

Рис. 21. Карта теллурических изореал южного предгорья гор Бюкк

1 — глубокие скважины; 2 — ВЭЗ; 3 — линии изореал по методу ТТ; 4 — база ТТ; 5 — максимумы ТТ

kedés és a fedőben levő miocén vulkáni képződmények együttesen alakították ki. Ezen a részen szondázások nem voltak.

2. A Maklártálya—Harsány közt húzódó TE-minimumot, amely a gravitációs mérésekből Vatta—Maklári-árok néven ismeretes és a triász időszaki képződményekből álló aljzat vetők mentén történt lezökkenésével kapcsolatos. Az árokban az aljzat 2000 m-nél mélyebb, ezt a Db—8 mélyszondázás eredménye is alátámasztja.

3. A Füzesabony—Emőd közti TE-maximumsört. Ennek Mezőkövesdtől DNy-ra eső eleme a triász időszaki mészkőképződmények fúrásokkal és szeizmikus mérésekkel (OKGT) kimutatott sasbércszerű kiemelkedése felett alakult ki. A VESz-mérések nem adták a mezozoikumot általában jellemző ρ_{∞} ellenállás-értékeket, mert a szerkezet horizontális kiterjedése a szondázás terítési távolságához képest kicsi. A Mezőkeresztes—Emőd közti TE-maximumról az Em—2 mélyfúrás adatai alapján feltételezhető, hogy a miocén vulkáni anyag vagy nagyon megnövelte az üledékek átlagellenállását, vagy a vulkanit árnyékoló réteggént szerepel. Ezek a hatások külön-külön vagy együtt is tellurikus maximumokat eredményezhetnek. A szondázások a fenti elképzelést nem igazolják, így a kérdés eldöntésére ebben a térségben még feltétlenül szükséges valamilyen elektromos szondázást is végezni (MTS, MSz, DE).

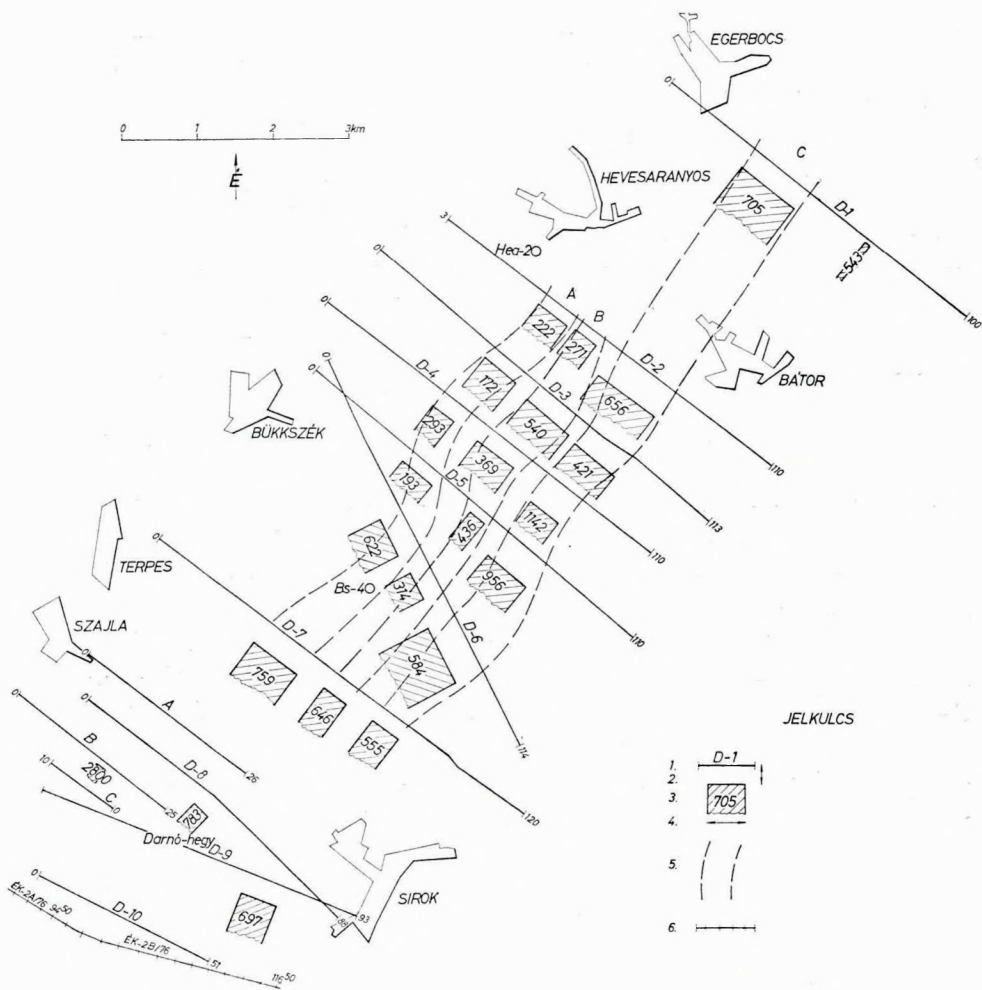
4. Füzesabony—Emőd vonalától délre a triász időszaki aljzatképződmények — valószínűleg vetők mentén — nagy mélységbe süllyednek. A TE-térképen ez jól érzékelhető. Ezen a területen már nem voltak szondázásaink, így mélységre vonatkozó adatunk nincs.

Az egész területről alkotott szerkezeti kép — mivel csak néhány VESz-t mértünk — egyelőre kvalitatív jellegű, a továbbkutatások számára azonban jó alapul szolgálhat. A mérésekkel — elsősorban Feldebrő—Eger—Harsány vonalában — néhány új szerkezeti elemet is kimutattunk.

Mágneses hatószámítások Darnó-hegy—Egerbocs között

A Darnó-öv e részén végzett szelvénymenti mérések hatószámításainak eredményét a 22. ábra mutatja.

A ΔT szelvények egy része — Egerbocs és Sirok között — sima lefutású, míg a Darnó-hegy környékén igen zavart, amit a felszínen, illetve a felszín közelében levő mágneses kőzeteknek (diabázok) tulajdonítunk. Az anomália-görbe hatószámításra alkalmassá tétele érdekében öt különböző szűrővel végeztünk simítást. A különböző szűrő alkalmazása nem hozta meg a kívánt eredményt, mivel a felszínen mélybeli hatók összegzett anomáliáját, összetett görbéket észleltünk. A megoldást az összetett anomáliák szétválasztása jelentette. Az anomáliát grafikus módszerrel, az esetek többségében három különálló anomália-görbére bontottuk, amelyek egyenként már alkalmasnak bizonyultak hatószámításra. Amint a



22. ábra Darnó menti földmágneses ΔT -mérések eredménytérképe

1 — földmágneses szelvénymérés nyomvonala; 2 — ható mélysége a felszín átlagszintjétől (mélységarányosan kivetítve); 3 — a ható szuszceptibilitása 10^{-6} CGS-ben; 4 — a ható szélessége; 5 — a ható szélességének kiegyenlített vetülete a felszínen; 6 — reflexiós vonal

Fig. 22 Results of model computations from ΔT profiling

1 — ΔT profiles; 2 — depth of magnetic body (projected proportionally to depth); 3 — susceptibility (10^{-6} CGS); 4 — width of the magnetic body; 5 — smoothed contour of the magnetic bodies projected to the surface; 6 — reflection seismic profile

Рис. 22. Карта результатов геомагнитных наблюдений ΔT по линии Дарно

1 — линия магнитометрических профилей; 2 — глубина залегания возмущающего тела считая с среднего уровня поверхности земли (пропорциональная проекция глубины); 3 — восприимчивость возмущающего тела в единицах 10^{-6} CGS; 4 — ширина возмущающего тела; 5 — выравненная проекция ширины возмущающего тела на поверхность; 6 — профили МОВ

22. ábrán látható, az Egerbocs—Sirok kutatási területen három hatópászta különül el. Ezeket ÉNy-ról DK felé A, B⁷ és C betűkkel jelöltük. Ez a hármaspászta¹ Hevesaranyostól a Sirok—Szajla vonalában levő nagy törésvonalig jól követhető. Egy kisebb törésvonalra lehet következtetni Bükkszéktől¹ DK-re.

A hatósztérválasztást a D—2—7 szelvényben sikerült elvégezni. Az eredmények összevetésénél azonban figyelembe kell vennünk, hogy a szuperonálódott hatások nem mindig egyértelműen választhatók szét, ezért az eredmények szubjektív hibával is terhelték. Szerencsére ez a hiba elsősorban csak a ható szélességének meghatározását teszi — kis mértékben — bizonytalanná, míg a mélységet csak jelentéktelenül befolyásolja.

A számítások eredményei és a földtani megfontolások mágneses hatású, feltehetően diabáz pászta¹ jelenlétére utalnak. A területen két mélyfúrás harántolta a mágneses hatást létrehozó diabáz intrúziókat. A hevesaranyosi Hea—2 mélyfúrás 225 m tsz. f.-i magasságról indulva 182 m mélységben (+43 m tszf.) érte el a diabázt. A közelben levő D—2 szelvényben a mélyfúrástól 600 m-re levő hatótest mélysége 180 m ugyan, de nem azonosítható a mélyfúrásban harántolt diabázzal.

A bükkszéki Bs—4 mélyfúrás 269 m tsz. f.-i magasságról indult és 283 m mélyen (—14 m tsz. a.) érte el a diabázt. A mélyfúrást a D—6 és D—7 szelvény között, az „A” pászta területére telepítették. A D—6 szelvényből számítva a ható felszíne +15 m tsz. f., a D—7 szelvényből pedig —62 m tsz. f. magasságban van. A hatómélység a két értékből közepelve —23 m tsz. f. A 9 m-es eltérés igen jó, mivel a mélységszámítás közép-hibája itt ± 45 m volt.

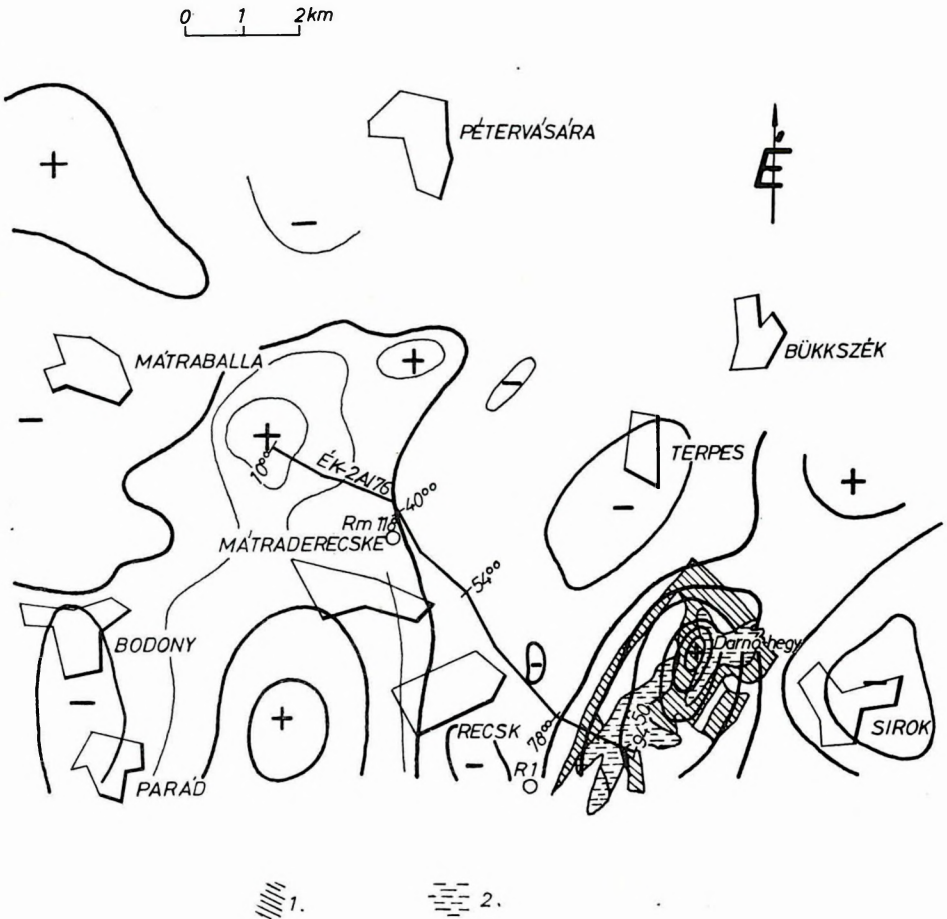
A Darnó-hegy környékén végeztünk ugyan néhány hatósámítást, azonban a felszínközeli hatók miatt az 50 m-es állomásközű mérés csak néhány hatótest elhatárolását tette lehetővé.

Reflexiós adatok a Darnó-hegy Ny-i előterének mélyszerkezetéhez

Az 1976. évi darnói reflexiós mérések legkönnyebben értelmezhető Alföld szegélyi szakaszáról (ÉK—2/c) 1976. Évi Jelentésünkben már beszámoltunk. A további feldolgozások során elvégzett migrációs összegezés és a teljes regisztrátum-hosszra (10 s) készített időszelvény számos új adattal gazdagította a mérési eredményeket, elsősorban az aljzat belső szerkezetére vonatkozóan, és különösen a paleogén medencébe eső ÉK—2A/76 szelvényszakaszon (23. ábra). A két különböző időléptékű feldolgozás közül a 9,5 s-os, alacsonyfrekvenciás időszelvényen tekinthető át a mélyszerkezet néhány lényeges eleme (24. ábra). Első ízben regisztráltunk és dolgoztunk fel (nem kimondottan földkéregkutató program keretében) 10 s-os regisztrátumokat. Ezen a szelvényen nagy mélységből (4 s-tól 9 s-ig) nagy energiájú reflexiókat kaptunk. A nagy mélységből származó jelek igazolják a Darnó-öv mélytöréses jellegét és a fel-

színen látható feltolódásnál és elősüllyedéknél lényegesen távolabbi kihatását.

A 4 s alatti jelek legnagyobb változása Recsk; tetőpontja Mátradercske alatt van, tehát messze bent a paleogén medencében. E mélyreflexiók nyugodt lefutásúak és a felettük levőkkel ellentétes dőlésűek, nem lehetnek a felszínközeli összeszabdalt reflektáló felületek többszöröződései. A mélytörés fölött a reflexiók kimaradnak, csupán diffrakciós beérkezéseket láthatunk, és felettük megjelennek a (magasabb frekvenciós szű-



23. ábra Gravitációs maradékanómia-térkép és az 1970. évi ÉK—2A reflexiós vonal helyszínrajza

1 — diabáz; 2 — agyagpala

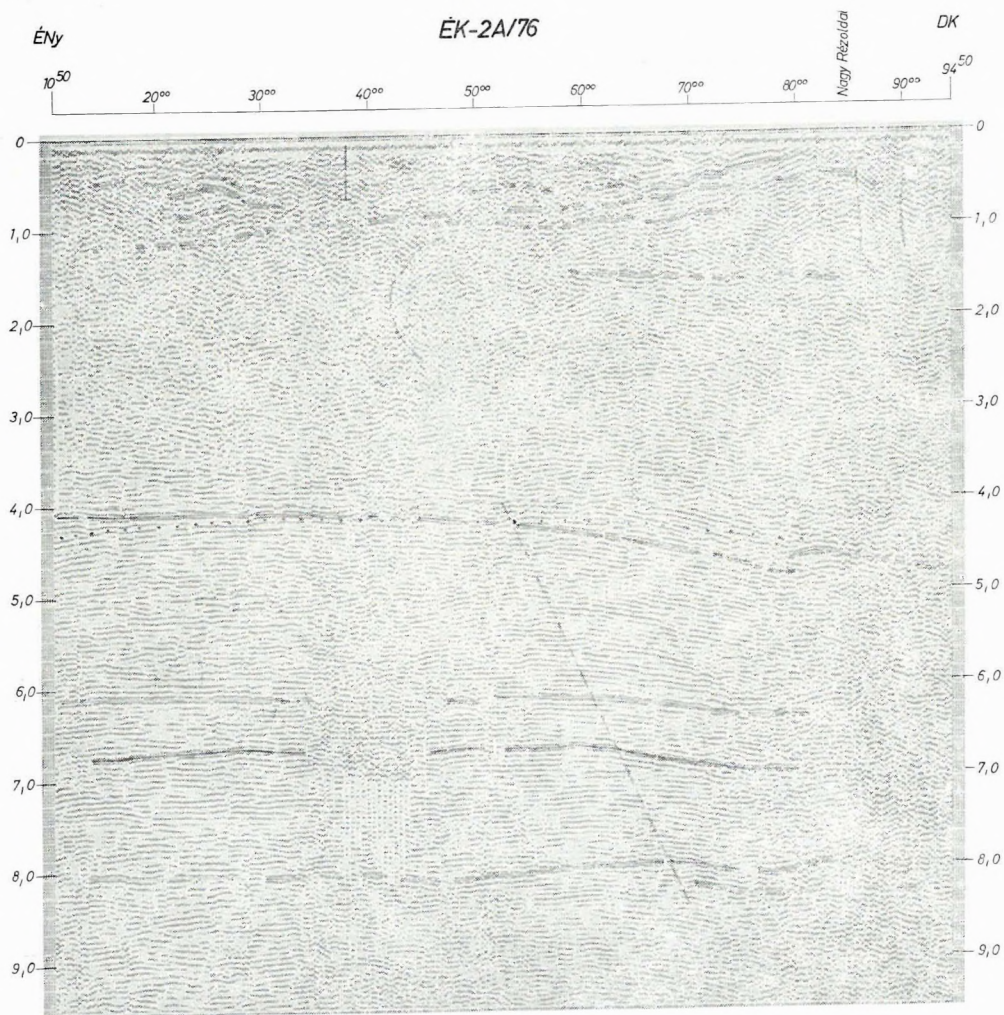
Fig. 23 Residual gravity anomaly map and location of reflection seismic profile ÉK-2A/76
1 — diabase; 2 — shale

Рис. 23. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести с планом профиля МОВ ЭК-2А 1976 г.

1 — диабазы; 2 — глинистые сланцы

réseken és a normál időléptékű részletesebb kiírásokon jobban követ-
hető) paleozoos-mezozoos aljzattól származó reflexiók.

Felhívjuk a figyelmet a 20° – 30° közt látható $0,5$ – $1,0$ sec közötti
boltozódásos-lencsés, illetve a 90° körül mutatkozó reflexiómentes osz-
lopra. Utóbbi a Darnó-hegy pala- és diabázkibúvásai környékére esik,
ahol a refrakciós mérésből a környező paláknál nagyobb határsebességű,
aljzaton belüli boltozódást kaptunk.



24. ábra ÉK—2A/76 reflexiós időszelvény; szűrés: 10—20 Hz; $\Delta x = 50$ m; $12 \times 100\%$ -os fedés

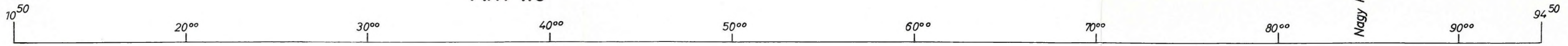
Fig. 24 Reflection time section ÉK-2A/76, filter: 10—20 Hz, $\Delta x = 50$ m, $12 \times 100\%$ coverage

Рис. 24. Временный разрез по профилю ЭК-2А/76; фильтрация — 10—20 гц; $\Delta x = 50$ м; перекрытие $12 \times 100\%$

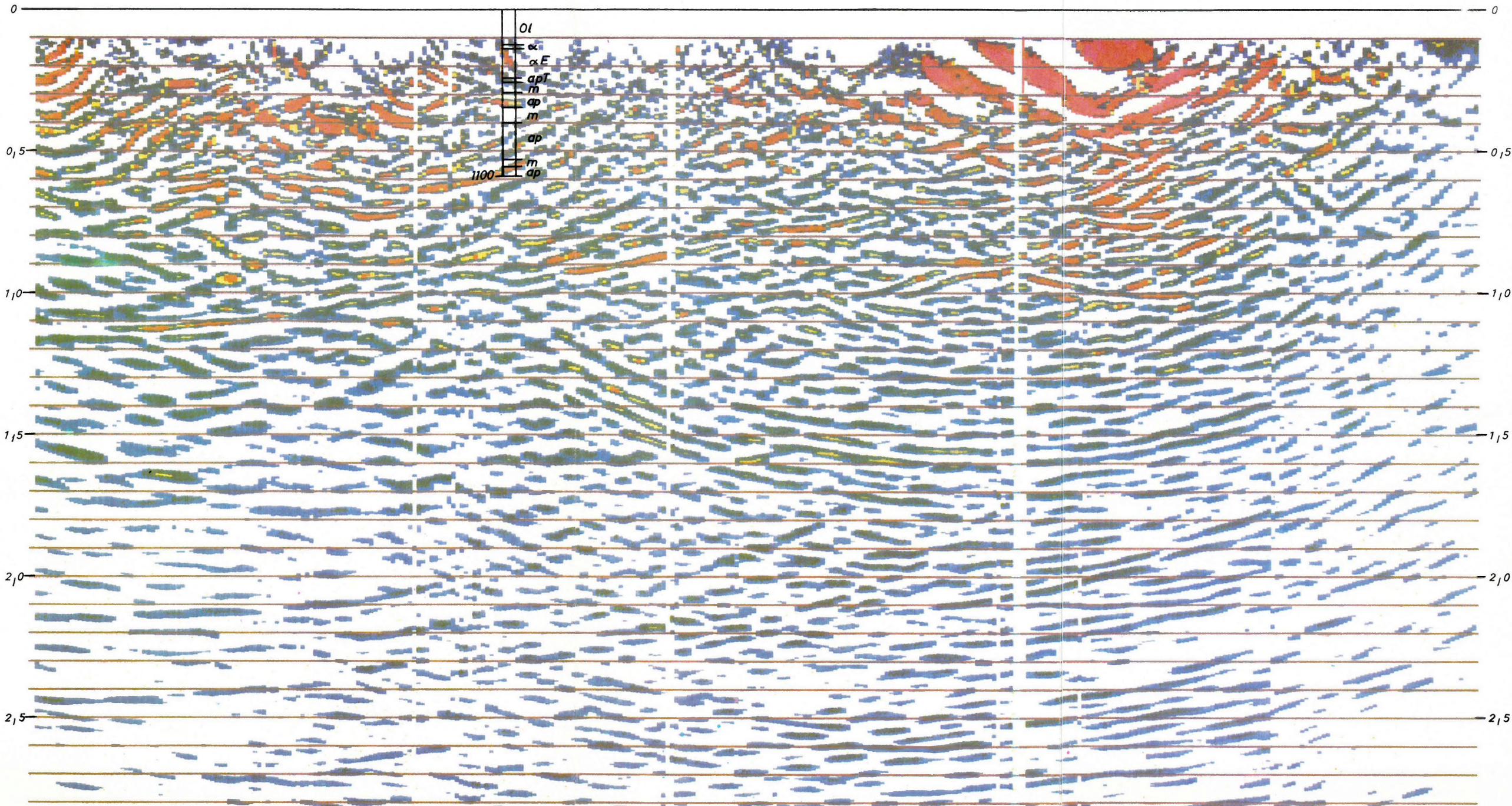
ÉK

Rm-118

DNy



Nagy Rézoldal



25. ábra ÉК—2А/76 reflexiós migrált időszelvény amplitúdónagyság szerinti kiírással (színlépcső: 12 dB)
1 — paleogén összlet; 2 — triász összlet; 3 — feltételezett paleozoos összlet; 4 — feltételezett szubvulkáni andezit; 5 — feltételezett diabáz test

Fig. 25 Migrated reflection time section ÉК-2А/76 coloured according to reflection amplitude (colour step: 12 dB)
1 — Paleogene; 2 — Triassic; 3 — supposed Paleozoic; 4 — supposed subvolcanic andesite; 5 — supposed diabase body

Рис. 25. Временный разрез по профилю ЭК-2А/76 с миграцией, с записью по величине амплитуд (шаг окраски — 12 дБ)
1 — палеогеновая толща; 2 — триасовая толща; 3 — предполагаемая палеозойская толща; 4 — предполагаемые субвулканические андезиты; 5 — предполагаемое диабазное тело

A reflexiómentességnek sok oka lehet (rétegzetlenség, meredek dőlésű zóna stb.), de itt legvalószínűbben diabáz testként értelmezhető.

A többi szerkezeti elem a migrált amplitúdó szerint színezett szelvényen és annak fedőlapján részletesebben tanulmányozható. A mélységviszonyok az Rm—118 (OÉÁV) mélyfúráshoz viszonyítva becsülhetők (25. ábra).

A nagy amplitúdójú jelek követése segíti a korrelációt a rendkívül tektonizált, Ny-on andezittel fedett, illetve átjárt, DK-en a felszíni diabázig tartó szelvényen. A helyenként megszakadó, DK felé hosszan emelkedő alsó szint (1,2—0,7 s) felett gyűrődések és törések jöttek létre. A már említett 20°—30° közötti antiklinális és a magjában levő lencseszerű alakzat a recski szubvulkáni andezit csapásában van (23. ábra). A geoelektromos szondázások és a refrakciós mérések szerint az aljzatban karbonátos kőzetekre utaló végtelen ellenállás, illetve nagy határsebességű szint ($V_b = 6000$ m/s) Mátraballa felől idáig követhető, majd mindkét paraméter értéke lecsökken ($\rho_A = 120$ ohm, illetve $V_b = 5000$ m/s).

A recski lehatároló kutatások keretében ez a Mátraballa—Mátrarecske közti új szerkezeti elem még megvizsgálandó. Hasonlóképpen tisztázatlan az 50°—60° közti rendkívül összetört, vulkanit fedőjű, kiemelt aljzatú szakasz, amely Bükkszék csapásában van. A szelvény további részén a Darnó-hegy Ny-i peremi medencéje, majd a reflexiók megszakadásával, magasabb szintre kerülésével a darnói feltolódás látszik.

A bemutatott regionális szelvényt szakasz bizonyítja, hogy a Darnó-övenben a reflexiós módszer alkalmas az aljzat (főleg a némi üledékkel fedett mezozoos-újpaleozoos rétegsor) belső szerkezetének tanulmányozására, természetesen a kutatandó objektum mélységének és méretének megfelelő léptékben.

1.4 FÖLDTANI ALAPSZELVÉNYEK GEOFIZIKAI VIZSGÁLATA*

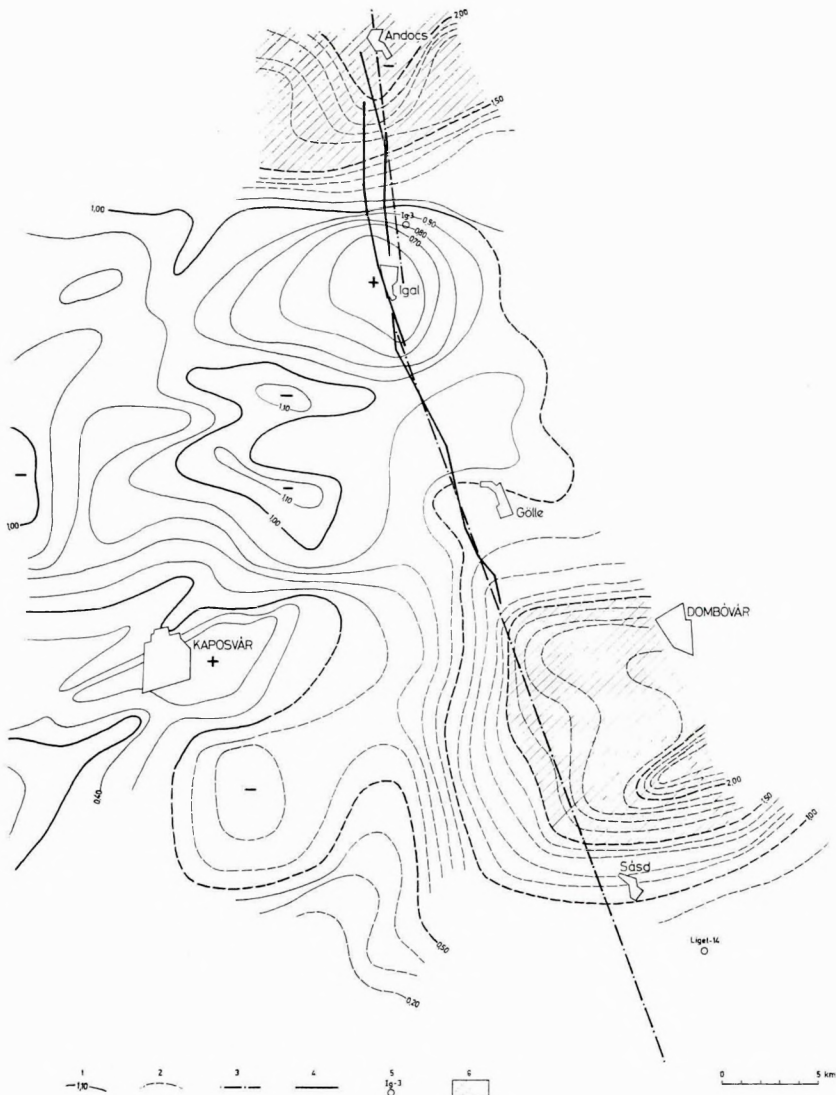
A Központi Földtani Hivatal megbízásából 1977-ben két témán dolgoztunk. *Magnetotellurikus* méréseket végeztünk az igali gravitációs — tellurikus maximum és a Mecsek-hegység között, az Igal—Nagyberki közötti MK—2 szeizmikus vonal nyomvonalán és *szeizmikus reflexiós* méréseket az MK—3/75 időszelvényben kimutatott vezérszintek követésére, a Kisalföld DK-i peremén és a Dunántúli Középhegységben Mezőörs—Mór—Székesfehérvár vonalon.

1.4.1 Magnetotellurikus mérések az igali maximum és a Mecsek-hegység között

1977-ben az igali maximum és a Mecsek-hegység között 20 ponton végeztünk MTS-szondázást, amelyet három TE-szelvény és az MTS pontokon VESz-mérések egészítenek ki. Elsődleges feladatunk a harmadidőszaknál idősebb képződmények belső szerkezetének kutatása volt. A Balaton és a Mecsek közötti terület ilyen szempontból az ország egyik legkevésbé ismert része. A harmadidőszaknál idősebb képződmények geoelektromos módszerekkel akkor bonthatók, ha az összletben kis fajlagos ellenállású képződmények is vannak. Ismereteink szerint Dél- és Közép-Dunántúl területén a karbon időszaki képződmények között fordulnak elő nagyon kis fajlagos ellenállású rétegek. Az idősebb, kis fajlagos ellenállású képződmények elterjedésére már a tellurikus és gravitációs térképek egybevetéséből következtethetünk ott, ahol a tellurikus minimumok a gravitációs anomáliákkal nem korrelálnak.

Tellurikus méréseinkkel (26. ábra) két jelentősebb TE-minimumot mutattunk ki. Ezek közül a D-i (Dombóvár és a Mecsek között) nem korrelál a Bouguer-anomália képpel. Az MTS-szelvény e tellurikus minimum Ny-i szegélyét harántolta, ezért három MTS pontot, a szelvénytől K-re, a TE-anomália közepére telepítettünk.

* Draskovits P., Hegedüs E., Kónya A., Kummer I., Nemesi L., Ráner G., Varga G.



26. ábra MTS-szelvény helyszínrajza a tellurikus izoarea-térképen

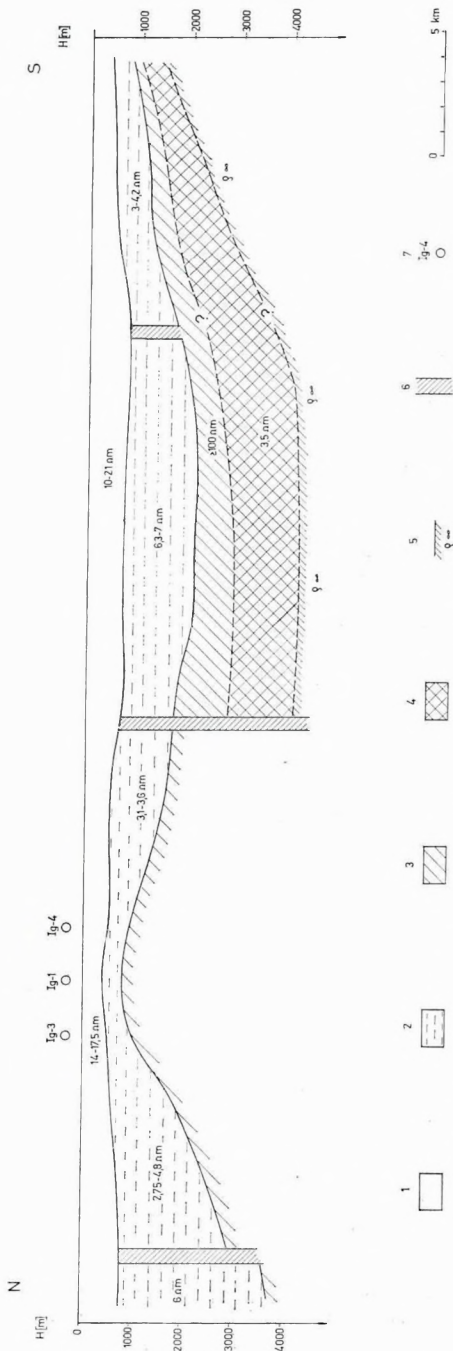
1 — tellurikus izoarea-vonalak kb. 4 km²/pont sűrűségű mérésekből; 2 — tellurikus izoarea-vonalak kb. 20 km²/pont sűrűségű mérésekből; 3 — MTS-vonal; 4 — szeizmikus (MK—2) vonal; 5 — mélyfúrás; 6 — mezozoosnál idősebb jól vezető képződményt sejtető TE-minimumok

Fig. 26 Location of the magneto-telluric sounding profile on the telluric isoarea map

1 — isoarea contours (4 km²/point); 2 — isoarea contours (20 km²/point); 3 — magneto-telluric profile; 4 — seismic reflection profile MK-2; 5 — bore-hole; 6 — telluric minima suggesting the presence of conductors, older than Mesozoic

Рис. 26. План профиля МТЗ на карте изоареал по методу ТТ

1 — линии изоареал ТТ по наблюдениям, проведенным в сети плотностью ок. 1 пункт на 4 км²; 2 — линии изоареал ТТ по наблюдениям, проведенным в сети плотности ок. 1 пункт на 20 км²; 3 — профиль МТЗ; 4 — сейсмозведочный профиль (МК-2); 5 — глубокая скважина; 6 — минимумы ТТ, соответствующие, по всей вероятности, хорошо проводящим отложениям, более древним чем мезозой.



27. ábra Magnetotellurikus mérések eredménye az MK-2 szeizmikus vonal mentén (Igal — Mecsek hegység)
 1 — neogén és annál fiatalabb felső ösztlet; 2 — alsó neogén ösztlet (Igaltól E-ra valószínűleg neogén és annál idősebb képződmények együtt); 3 — valószínűleg mezozoos és esetleg perm (Igalon és ettől D-re elsősorban a triász időszakai karbonátos) képződmények felszíne; 4 — alsó kis ellenállású ösztlet (karbon?); 5 — alsó nagy ellenállású képződmények (ópalcozoos?); 6 — változási zónák; 7 — mélyfúrás

Fig. 27 Results of magneto-telluric soundings along seismic profile MK-2
 1 — Neogene and younger, upper series; 2 — lower Neogene series (north of Igal probably Neogene and older formations together); 3 — probably Mesozoic and Permian (at Igal and to the south of it mainly the surface of Mesozoic carbonates); 4 — lower conductor (Carboniferous?); 5 — lower high resistivity formations (early Paleozoic?); 6 — zone of transition; 7 — bore-hole

Рис. 27. Результаты магнитотеллурических исследований по сейсморазведочному профилю МК-2 (Игал — гора Мечек)
 1 — толща покровных неогеновых и более молодых отложений; 2 — нижняя неогеновая толща севернее с. Игал — неоген и более древние отложения вместе); 3 — поверхность карбонатных отложений, по всей вероятности мезозойского и эвентуально пермского (в районе Игал и южнее — в основном триасового) возраста; 4 — нижняя толща низкого электрического сопротивления (карбон?); 5 — нижние отложения высокого электрического сопротивления (древнепалеозойские?); 6 — зоны изменений; 7 — глубокие скважины

Az MTS-mérések eredményét a 27. ábrán mutatjuk be. Az igali maximum, amely az MTS-szelvényen is jól látható, a szelvényt két különböző jellegű részre osztja. A szelvény déli részén a felső kis ellenállású rétegeket (10—21 ohmm és 3—7 ohmm) neogén üledékként értelmezzük. A neogén alatt nagy ellenállású kőzetösszletet ($\rho > 100$ ohmm) találunk, amelynek vastagsága néhány 100 m-től 1000 m-ig becsülhető. A nagy ellenállású kőzetösszlet felszíne az Igal, Dombóvár, Liget környéki mélyfúrások adatai szerint a triász időszakos karbonátos képződmények felszínével azonosítható, de nem kizárt, hogy vékony, nagy ellenállású vulkáni, vagy karbonátos miocén, esetleg permii képződmények is ehhez a geoelektromos réteghez tartoznak. A nagy ellenállású árnyékoló alatt 3,5 ohmm-es összlet van, amelyet karbon időszakos képződményként értelmezzünk. Vastagsága valószínűleg az 1000 m-t is meghaladja. Az alsó nagy ellenállású (ρ_{∞}) kőzetösszletet ópaleozoos kristályos képződménynek tartjuk.

Az árnyékoló ($\rho > 100$ ohmm) felszínénél mélyebben fekvő rétegek vastagság- és ellenállás-adatai meglehetősen bizonytalanok a szerkezeti oldalhatások okozta görbetorzulások és az ekvivalencia miatt. A feladat pontosabb megoldását csak sűrű, hálózatos, MTS-, MFS- és EMT-mérések teszik lehetővé.

Az igali szerkezettől É-ra mért vonalszakaszunk rövid ahhoz, hogy végleges értelmezést adjunk. A kis ellenállású képződmények É felé 1—4 km-re kivastagodnak, árnyékoló összletet nem találtunk. A szeizmikus szelvényekkel összevetve nem zárható ki, hogy itt a neogén képződmények alatt közvetlenül olyan idősebb, kis ellenállású képződmények is vannak, amelyek fajlagos ellenállása nem, szeizmikus sebessége viszont különbözik a neogénben mérttől (karbon?).

Megjegyezzük, hogy egyes MTS pontokon, 10—20 km-es mélységtartományban is megjelennek kis ellenállású anomáliák, amelyek földtani értelmezése további feladat.

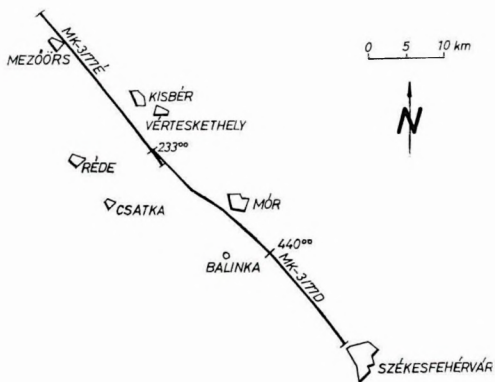
1.4.2 Szeizmikus módszertani vizsgálatok a Dunántúli Középhegységben (Mezőörs—Mór—Székesfehérvár)

A „Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli Középhegységben” témacsoport keretében 1974-ben mértük a Sur—1 reflexiós szelvényt Kisbér és Mór között. A reflexiós időszelvényeken 2,0—2,5 s között jó energiájú határfelület jelentkezett. Az adatok ellenérzésére, a sebességviszonyok tanulmányozására, az oldalbeérkezések kimutatására 1975-ben mértük az MK—3/75 szelvényt. A mérések — igazolva az előző évi eredményeket — a mezozoos képződményekből felépülő paleogén medencealjzat alatt

DK-i süllyedést jelző mélysíntet mutattak ki (ELGI, 1975. Évi Jelentés).

Az MK—3/77 vonalat 1977-ben a Kisalföld DK-i peremétől kiindulva Kisbér—Mór térségében haladva Székesfehérvárig mértük. A vonal gyakorlatilag keresztezi a Dunántúli Középhegységet és ÉNy-on az OKGT GKŰ kisalföldi vonalhálózatához csatlakozik (28. ábra).

Az MK—3/77 időszelvény elsődleges feldolgozása megtörtént. A kutatási területen mért három Dix-rendszerű sebességmérés mellett állandó sebességű összegzés módszerével határoztuk meg a sebességeket (a mé-



28. ábra Az MK—3/77 szeizmikus reflexiós vonal helyszínrajza

Fig. 28 Location map of reflection profile MK-3/77

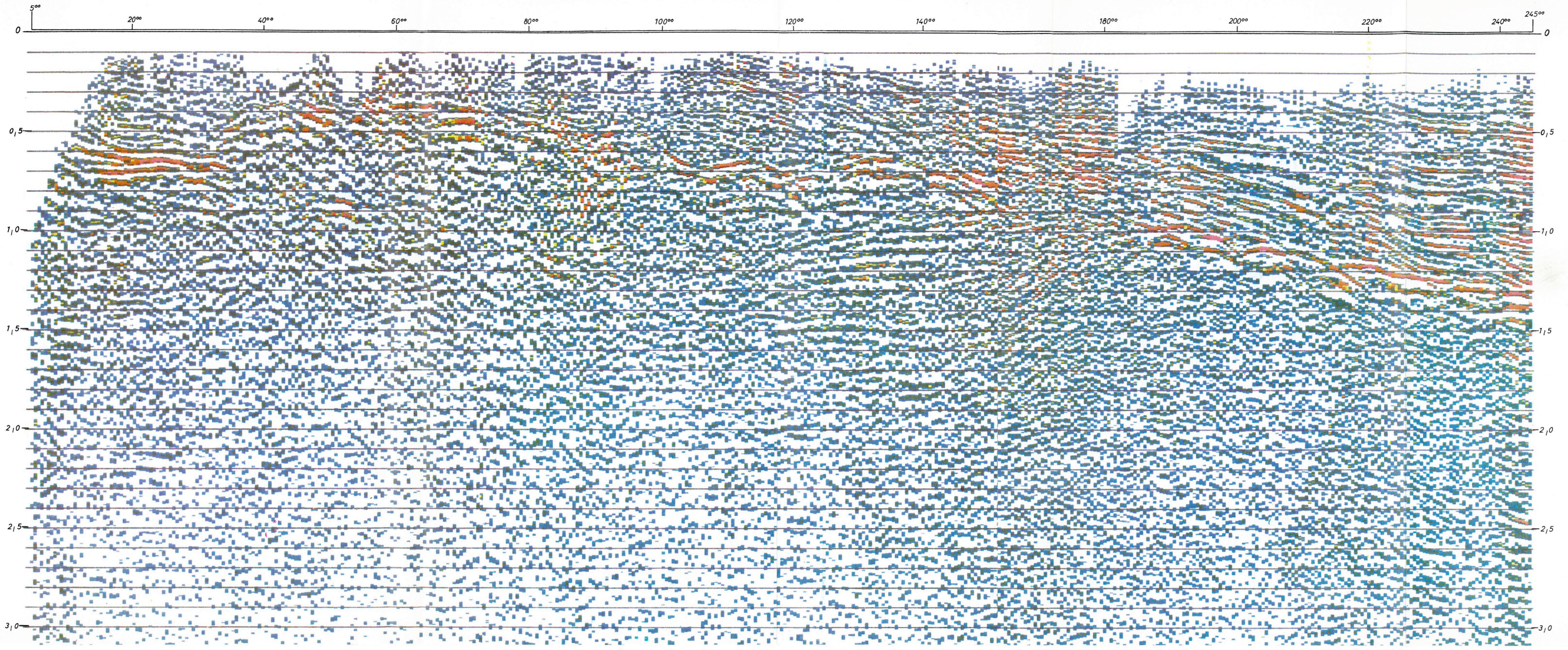
Рис. 28. План сейсоразвлочного профиля МОВ МК-3/77

réseket 100 m-es geofonközzel és 12-szeres fedéssel végeztük, így a sebességvizsgálat eredménye általában megbízható). A kisebb aljzattmélységű területeken az első beérkezésekből határoztuk meg a nagy sebességű (4000—6500 m/s) szint mélységét (a méréseket 12-szeres fedéssel végeztük, ezért a kölcsönös pontokból az ellenágot is meghatározhattuk). A szerkesztés időmezős módszerrel történt.

A mérések eredményeit a 29., 30. és 31. ábrákon mutatjuk be. A 29. ábrán az KM—3/77 É vonalszakasz időszelvénye látható, energia szerinti színezéssel. Az üledékes képződmények alatt a harmadidőszaki medence alzata az elsődleges vezérszint. A vezérszintet törések sorozata zavarja meg, amelyet a diffrakciós beérkezések és a jellemző reflexiók időbeli elugrásai jeleznek. Az időszelvény középső részén, a rédei maximum nyugati szárnyán (100°—160° pontok környezete) a harmadidőszaki medencealjzat alól is kaptunk reflexiókat, amelyek jellegzetes kiékelődéses szerkezetet mutatnak. A migrált szelvényen (30. ábra), a kiékelődési jelenségektől DK-i irányban, sikerült a rossz jel/zaj viszonyú anyagból egy mélyebb szintet kiemelni (0,8—1,5 s közötti beérkezések).

D

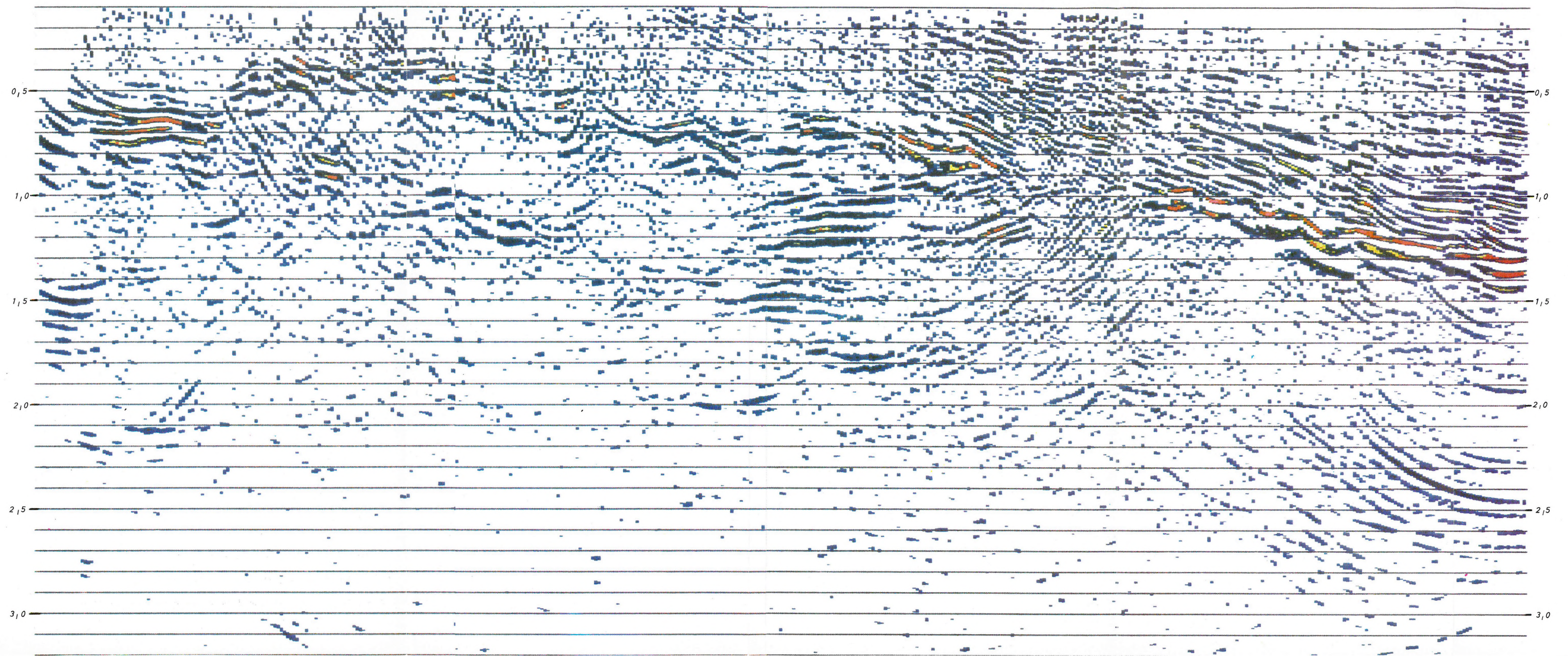
E



29. ábra MK—3/77-időszelvény (színlépcső: 12 dB)

Fig. 29 Reflection time section MK-3/77 É (colour step: 12 dB)

Рис. 29. Временный разрез по профилю МК-3/77 Э (шаг окраски — 12 дБ)



30. ábra MK—3/77 É migrált szelvény (színlépcső: 12 dB)

Fig. 30 Migrated time section MK-3/77 É (colour step: 12 dB)

Рис. 30. Разрез с миграцией по профилю МК-3/77 Э (шаг окраски — 12 дб)

MK-3/77D

NW

SE

222° 240° 260° 280° 300° 320° 340° 360° 380° 400° 420° 440°



Az időszelvény elején (40° pontnál) kialakult meredek dőlésű reflexió-sor feltolódási síkként is értelmezhető.

Az ÉNy-i részen, a 160° — 220° pontok között, egy jellegzetes, két oldalán meredek felületelemekkel határolt képződmény látható.

Az MK—3/77 D időszelvényen (31. ábra), Kisbér—Mór térségében, a Sur—1 és az MK—3/75 szelvény vezérszintjét követtük, illetve lehatároltuk. A vezérszint ÉNy-i irányban a 260° pontig, a vérteskethely—csatikai medencéig követhető. A 360° pontnál, a móri medencében különálló maximumot mutató mélysínt alakult ki. A jó energiájú szinteket DK-en a 420° pont környezetében, a Balinkánál jelentkező szerkezeti vonal határolja. Ettől DK-re az időszelvény teljesen megváltozik; további jel/zaj viszonyt javító eljárásokra van szükség, hogy a kívánt minőséget elérjük.

← 31. ábra MK—3/77 D időszelvény

Fig. 31 Reflection time section MK-3/77 D

Рис. 31. Временный разрез по профилю МК-3/77

1.5 A BALATON-PARTVIDÉK MÉRNÖKGEOFIZIKAI TÉRKÉPEZÉSE*

Az ELGI Mérnökgeofizikai Osztálya — a KFH megbízásából, a MÁFI Víz- és Építésföldtani Osztályával együttműködve — 1977-ben a MÁFI építésföldtani térképsorozatának öt térképlapján mérnökgeofizikai szondázásokat végzett: három térképlapon (18, 19, 33 sorszámúak) a kézi és gépi fúrásokkal közel egy időben, két lapon (13, 14) a fúrási munkák befejezése után, kiegészítés, ill. ellenőrzés céljából.

Az előző évi tapasztalatok azt mutatták, hogy olyan mocsaras területeken, ahol a felső laza tőzeg, tőzeges kőzetliszt vastagsága 0,6—12 cm között változott, a fúróberendezés korábbi rögzítése, tartása nem volt elegendő a nagyobb mélység eléréséhez. Ezért új, változó horgonyzási mélységet lehetővé tevő horgonyzó felszerelést alakítottunk ki, amely lehetővé tette a szükséges nyomóerő kifejtését kedvezőtlen területeken is.

Különösen hasznosak a tőzeges területeken kapott információk, ahol a paraméter-görbék lefutása, egymáshoz viszonyított alakja alapján lehetővé válik a környező üledékekkel való kapcsolat vizsgálata is. A természetes gamma-beütésszám segítségével értékelni tudjuk a tőzegenek tisztaságát vagy keveredési mértékét a homokliszttel és a kőzetliszttel.

A terepi földtani szolgálattal szorosan együttműködve nagy biztonsággal sikerült meghatározni a holocén és pannóniai képződmények határát. A mérnökgeofizikai szondázással mért kőzetfizikai paraméterek változása alapján el tudjuk különíteni az áthalmazott és eredeti településű pannóniai rétegösszleteket.

A holocén rétegösszleteket ugyanis — a Balaton akkori vízszintingadozásának megfelelően — általában rendkívül változó térfogatsúly-értékek jellemzik, függetlenül mechanikai tulajdonságuk hasonlóságától. A pannonban képződött eredeti településű üledékek — ásványi összetételüktől és mechanikai paraméterüktől függően — közel azonos körülmények között képződtek, így tömörségi fokuk is hasonló. A pannóniai rétegekben nem észlelhetők a hirtelen térfogatsúly-ingadozások: gamma

* Dobrovolni K., Fejes J., Magyar B., Jása E., Szabó M., Varga J.-né

1407

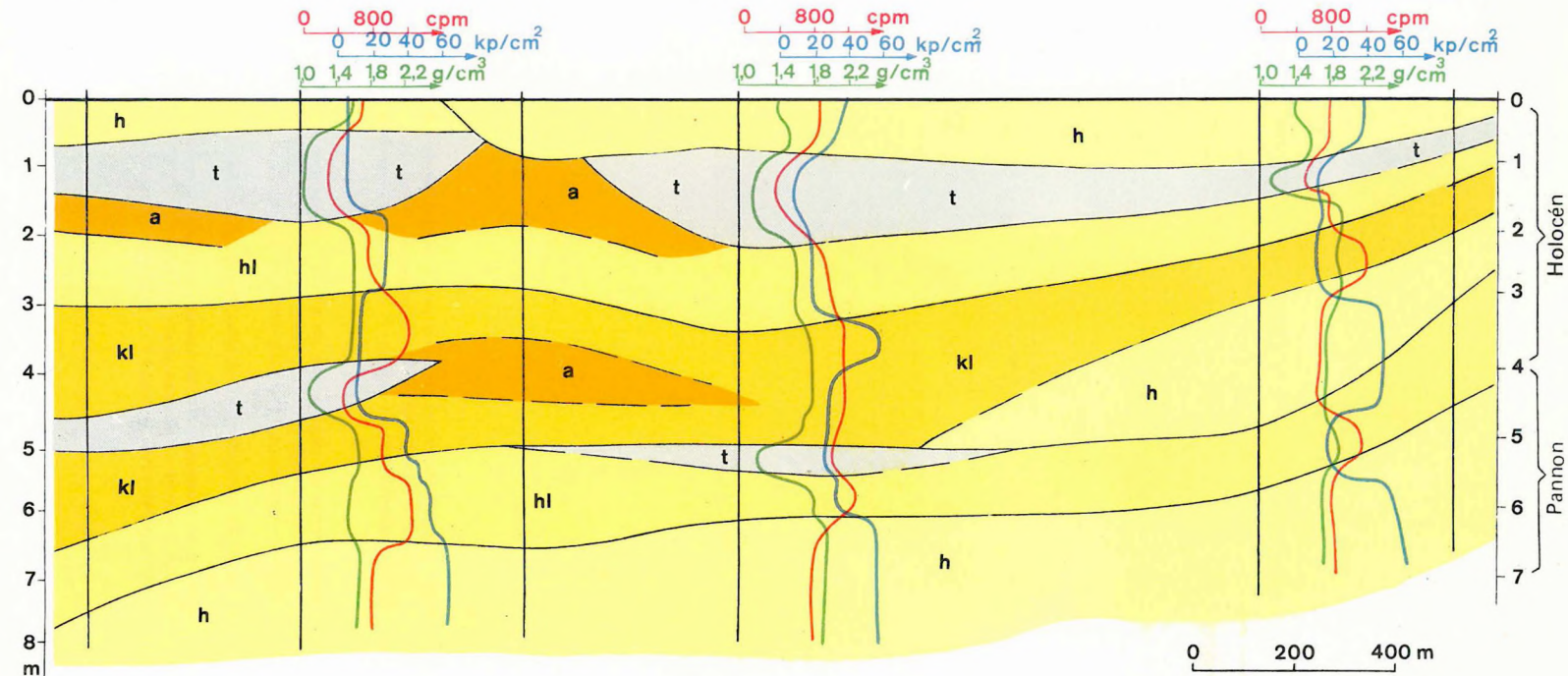
1408

1411

1406

1405

1410



32. ábra Jellemző szelvény a Balaton partvidéki mérnökgeofizikai térképezés anyagából
piros: természetes gamma beütésszám; kék: csúcsnyomás; zöld: térfogatsúly, gamma-
gamma mérésekből meghatározva; a — agyag; h — homok; hl — homokliszt; kl — kő-
zetliszt; t — tőzeg

Fig. 32 A typical cross section from the engineering geophysical mapping of the Balaton area
red: gamma ray count, blue: peak pressure, green: density determined from γ - γ log:
a — clay, h — sand, hl — sand flour, kl — rock flour, t — peat

Рис. 32. Характерный разрез из материала инженерно-геофизической съемки побережья
Балатона
красный цвет — к-во импульсов естественного гамма-излучения; голубой —
пиковое давление; зеленый — объемный вес по данным ГГК; а — глины; h —
пески; hl — порошкообразный песок; kl — порошок горных пород; t — торф

— gamma paraméter-görbéjük menete közel egyenes. A 32. ábrán jellemző szelvényt mutatunk be Balatonboglár (14 lap) területéről. Az egyes pontokon mért paraméter-görbék segítségével meghatározható az 1407. ponttól az 1410. pontig fokozatosan emelkedő pannóniai homok felszíne, továbbá elkülöníthető az 1405. és 1410. ponton mért 2—5 méter között található deluviális homok a tavi képződésű üledékektől.

A mérési eredmények számítógépes feldolgozása és kiírása általános gyakorlattá vált. Ezzel jelentős mértékben megrövidítettük a feldolgozási időt, és így előbbé vált a terepi földtani szolgálattal fennálló kapcsolatunk.

Két nagyobb beruházás kapcsán a nagymarosi vízlépcső és a drávai víztárolórendszer előtervezési munkálataihoz kapcsolódóan végeztünk *mérnökgeofizikai* vizsgálatokat a létesítmények területén, illetve ezek tágabb környezetében.

Dráva menti munkáink az 1970-ben megkezdett mérésorozat folytatását képezik. A Barcs környezetében épülő víztározó (amelynek mérnökgeofizikai munkáiról 1975. Évi Jelentésünkben számoltunk be) visszaduzzasztó hatása következtében — Órtilos—Zákány között — vízszintemelkedéssel kell számolni, amely kihat a csúszásra hajlamos magaspárt egyensúlyi állapotára, veszélyeztetve a part aljában, illetve oldalában levő vonalas létesítmények épségét. A várható földmozgások elhárítása céljából komplex mérnökgeofizikai kutatást végzünk a magaspárt vízföldtani helyzetének megismerésére. Előzetes méréseink a közel 60 m magas part mintegy 200 m-es sávjában kb. 40 m mélységig jeleznek zavart településű, áthalmazott anyagot.

A nagymarosi vízlépcső előtervezési munkálataihoz 1975 óta több fázisban végeztünk mérnökgeofizikai vizsgálatokat. A mérésorozat ez évi munkánkkal feltehetően lezárult, így összefoglalóan ismertetjük.

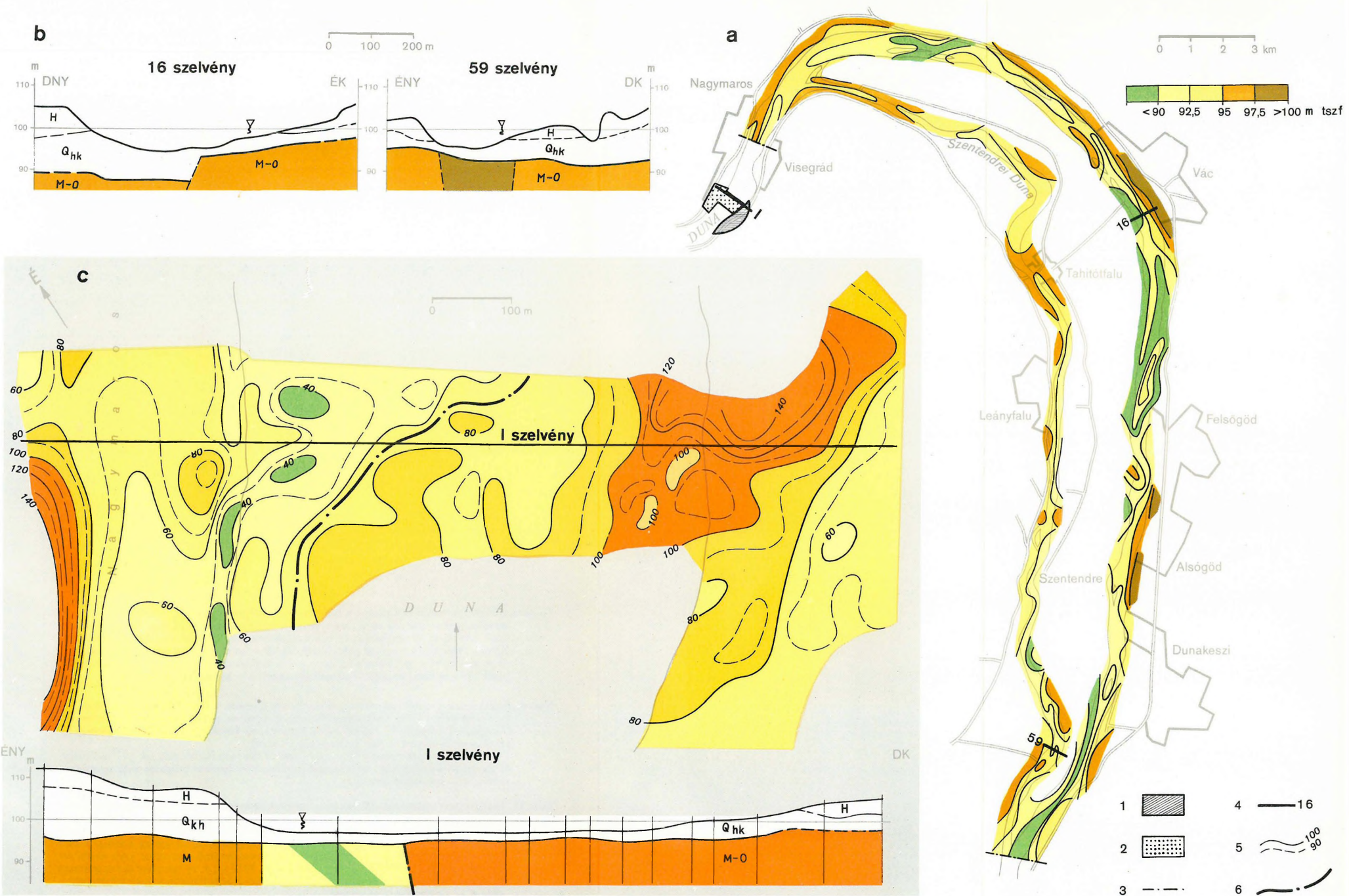
1975. évi Visegrád — Duna-jobbparti méréseink a létesítmény kivitelezése során az építési terület víztelenítéséhez szükséges terelőmeder területének építésföldtani problémáit tisztázta (33. ábra 1. terület).

Nagyobb volumenű munkánk volt 1976-ban a Nagymaros—Budapest közötti Duna-mederszakasz mérnökgeofizikai-vízföldtani vizsgálata. Az erőmű hatásfokának növelésére és a hordalékszállítás szabályozására e folyamatszakszon medermélyítési és partszabályozási munkára kerül sor.

Építésföldtani szempontból vizsgálva, a terület kőzetei két fő csoportba sorolhatók:

- a) folyóvízi üledékek, kavicssterasz, folyóvízi homok, iszapos öntésképződmények; laza, széteső kőzetek, kotrással kitermelhetők;
- b) oligocén, miocén fekvőképződmények; agyag, agyag-márga, ho-

* Dobrovolni K., Fejes I., Magyar B., Jóna E., Szabó M., Varga J.-né



33. ábra Mérnökgeofizikai vizsgálatok a Nagymarosi Vízlépcső területén
a) az oligocén—miocén képződmények domborzatának vázlata a Duna Visegrád—Buda-
pest közötti mederszakaszán; b) jellemző szelvények; c) izoohm-térkép és geofizikai-
földtani szelvény a tervezett gát területéről (AB = 40 m); 1 — az 1975. évi kutatás terü-
lete; 2 — az 1977. évi kutatás területe; 3 — a mederkutatás határa; 4 — jellemző szelvé-
nyek; 5 — izoohm-vonalak az ellenállásértékkel; 6 — képződményhatár

Fig. 33 Engineering geophysical investigations for the Danube Water Conservancy project
a) topography of the Oligocene-Miocene formations along the river bed between
Visegrád—Budapest; b) typical cross sections; c) isoohm map and geological-geo-
physical cross section at the dam site (AB = 40 m);
1 — area of the 1975 investigations; 2 — area of the 1977 investigations; 3 — boundary
of the river-bed mapping; 4 — typical profiles; 5 — isoohm contours with resistivity
values; 6 — formation boundary

Рис. 33. Инженерногеофизические исследования в районе каскада гидростанции Надь-
марош
a) схема рельефа олигоцен-миоценовых отложений по участку Дуная между
Вишеградом и Будапештом; б) характерные разрезы; в) карта изоом и гео-
физико-геологический разрез в районе планируемой плотины (AB = 40 м);
1 — район работ 1975 г.; 2 — район работ 1977 г.; 3 — граница исследования
русла; 4 — характерные разрезы; 5 — линии изоом с величинами сопротивле-
ния; 6 — контакты отложений

mok, homokkő, É-on vulkáni kőzet is várható; többségében igen kemény, tömör kőzetek, feltehetően csak robbantással termelhetők ki.

A kutatás során alkalmazott komplex mérnökgeofizikai vizsgálatokkal (VESz, mérnökgeofizikai szondázás) e két kőzettípus jól elkülöníthető. A 33a. ábrán az oligocén-miocén fekvő felszínének domborzati térképét mutatjuk be, két jellegzetes szelvényel kiegészítve (33. b. ábra). A mérnökgeofizikai szondázások fizikai paraméter-adatai segítségével a folyóvízi üledéket részletesebben tudtuk tagolni és így az egyes meder- és partszakaszokon kitermelésre kerülő homokos kavicsot építőanyagként minősíteni.

Vizsgálataink részletes adatszolgáltatása ellenére a mintegy 80 km hosszúságú mederszakaszra eső 62 geofizikai vonal csak áttekintő jellegű feltárást biztosít.

A mederkotrás mélység ismeretében méréseink alapján kijelölhetők a vízepítési munkák szempontjából kedvező, vastag, laza, folyóvízi üledékekkel fedett folyami szakaszok, illetve a kedvezőtlen felépítésű, magas helyzetű oligocén-miocén képződményekkel jellemezhető területrészek. Utóbbiaknál további részletes kutatások szükségesek.

Nagymaros környezetében, a tervezett vízlépcső területén 1977-ben végzett mérnökgeofizikai vizsgálatainkat részletes fúrásos kutatás előzte meg. A nagymarosi oldalon mélyített fúrások igen változatos rétegsort harántoltak. A zavart településű területrészt lehatárolására a fúrások kevésnek bizonyultak, ezért geofizikai mérésekkel kell a feladatot megoldani.

A Duna-meder kérdéses szakaszán a zavart zóna megismerésére több behatolási mélygésű ρ_L -szelvényezést végeztünk. A metszetekből szerkesztett térképek közül legmarkánsabban az $AB = 40$ m, a mintegy 15 m-es behatolási mélységű ρ_L -térkép jelzi a terület szerkezeti felépítését (33. c. ábra). A meder Nagymaros felőli harmadában, egy közel K—Ny-i irányú vonal mentén, a ρ_L -értékek gyors csökkenése tapasztalható. Azonos eredményt adott a Vízmű tengelyvonalában mért I. geofizikai-földtani rétegszelvény is. A geofizikai és fúrási adatokat egybevetve következő földtani kép alakítható ki:

A meder visegrádi oldalán üde és mállott andezitek települnek. A változás vonalától Nagymaros felé nagyon kevert összlet található, amely agyag, vulkáni tufa és agglomerátum, néhol lávakőzetek váltakozásából áll.

A geofizikai mérések lehetőséget adnak a további fúrásos kutatás célszerű tervezésére.

A Nyitra-völgy felső szakaszán ez évben Chalmová községtől 4 km-re, Novákytól mintegy 6 km-re levő kb. 1 km² alapterületű tározótérrel ren-

delkező jobb oldali mellékvölgy építésföldtani-hidrológiai vizsgálatát végeztük el. A völgy mintegy 40%-át vízzáróként minősíthető agyagos kifejlődésű, 5—10 m vastagságú fiatal fedőüledék borítja, a völgy felső végén pedig gyakorlatilag vízzáró permotriász időszakai pala képezi a szilárdabb aljzatot. A tározó további részén triász kori karbonátos kőzetek találhatóak, amelyek erősen mállottak, karsztosodottak, jó víztárolók. A völgytorokban több, völgytengelyre merőleges irányú, közel párhuzamos vetőt mutattunk ki, amelyek mentén a triász-permotriász képződmények fokozatosan mélyebbre kerülnek.

A völgytorokban közel völgytengely irányú, a nyitrai medence felé levezőszerűen összetartozó vetősor is megfigyelhető. E vízvezető vetőrendszer a Nyitra-völgy Chalmová-fürdő alatti szakaszán metsződik, ezáltal a fürdő salaktározó általi szennyeződésétől nem kell tartani.

Vízkutatói témakörben a Pécsi Regionális Vízmű telepítésére kijelölt Mohácsi-sziget—Dunafalva—Újmohács közötti Duna-parti szakaszának geofizikai-földtani vizsgálata volt egyik jelentősebb munkánk. A területen két, vízmű telepítésére alkalmas víztároló-összlet ismert: a mezozoos medencealjzat és a Duna alföldi törmelékkúpja.

A Mohácsi-sziget É-i részén Vári-pusztai környezetében kisebb mezozoos mészkőkibúvás ismert; a Duna jobb partján, Bár község határában mélyített mélyfúrások pedig felszínközeli (100 m) harántoltak mezozoos karbonátos kőzeteket.

A Duna alföldi törmelékkúpja a Duna vonaláig ismert. A környező területekről származó információk szerint anyaga homok és kavics.

A geofizikai vizsgálataink mindkét víztároló-összletre kiterjedtek. Áttekintő jellegű aljzatkutató méréseink két lényeges kérdést tisztáztak:

1. a mezozoos képződményekre jellemző 500 ohmm fajlagos ellenállásértékek egyértelműen azok karbonátos kifejlődésére utalnak;
2. a domborzati képből kitűnik, hogy a várpusztai kibúvás kis kiterjedésű, bértszerű kiemelkedés, így nem várható a Duna és a karsztvízrendszer között számottevő kapcsolat.

A hordalékkúp vízföldtani felépítését vizsgáló kis mélységű VESzmérések és mérnökgeofizikai szondázások biztató eredménnyel zárultak: a partszakaszon összefüggő, nagy vastagságú (kb. 20 m), uralkodóan apró szemű homok anyagú, kedvező településű üledéksort mutattak ki. Az összlet a Duna-meder alatt is folytatódik. A Duna közvetlenül a hordalékkúpba vágódik, így az összlet vízutánpótlása biztosított. A közvetlen kapcsolat következtében feltételezhető az állandó vízáramlás, és ez a tárolt víz kedvező minőségére enged következtetni.

Építőanyag-kutatói témakörben 1977 folyamán Szalkszentmárton község határában, a Dunának a nyári gát és árvízvédelmi töltés közötti parti sávjában a helyi tsz kavicsbányája részére végeztünk geofizikai kutatást

a haszonanyag települési viszonyainak és minőségének meghatározására.

A geofizikai vizsgálatok a kavicsterasz elterjedését és az összlet vastagságát kielégítőnek, anyagát azonban a vártnál kedvezőtlenebbnek minősítették. Gyakorikak a homokszennyezéses területrészek. Jó minőségű betonkavics a terasz alsó, néhány méteres — általában a talajvízszint alatti — szakaszára jellemző. Teljes szelvényében kedvező kifejlődésű terasz elsősorban a jelenleg üzemelő kavicsbánya területén figyelhető meg. Mivel a jelenlegi termelés csupán a talajvízszintig történik, így a terasz jelentős mennyiségű haszonanyaga veszendőbe megy.

Az OKGT megbízásából 1974 óta folyamatosan végzett hajdúsági szénhidrogénkutató komplex geofizikai kutatásainkat 1977-ben is folytattuk. Az előző Évi Jelentéseinkben ismertetett mérések kiegészítéseként, gravitációs hálózatkiegészítő és szeizmikus reflexiós méréseket végeztünk.

A gravitációs hálózatkiegészítő mérések keretében Debrecen belterületén, valamint Balmazújváros és Nyíradony között összesen mintegy 500 km² területen 800 állomást mértünk (az állomássűrűség a területen átlagosan ezzel 2,6 állomás/km² lett).

A $\rho = 2,00 \text{ g/cm}^3$ átlagsűrűséggel számított Bouguer-anomália-térkép alapján másodlagos anomália-térképeket készítettünk.

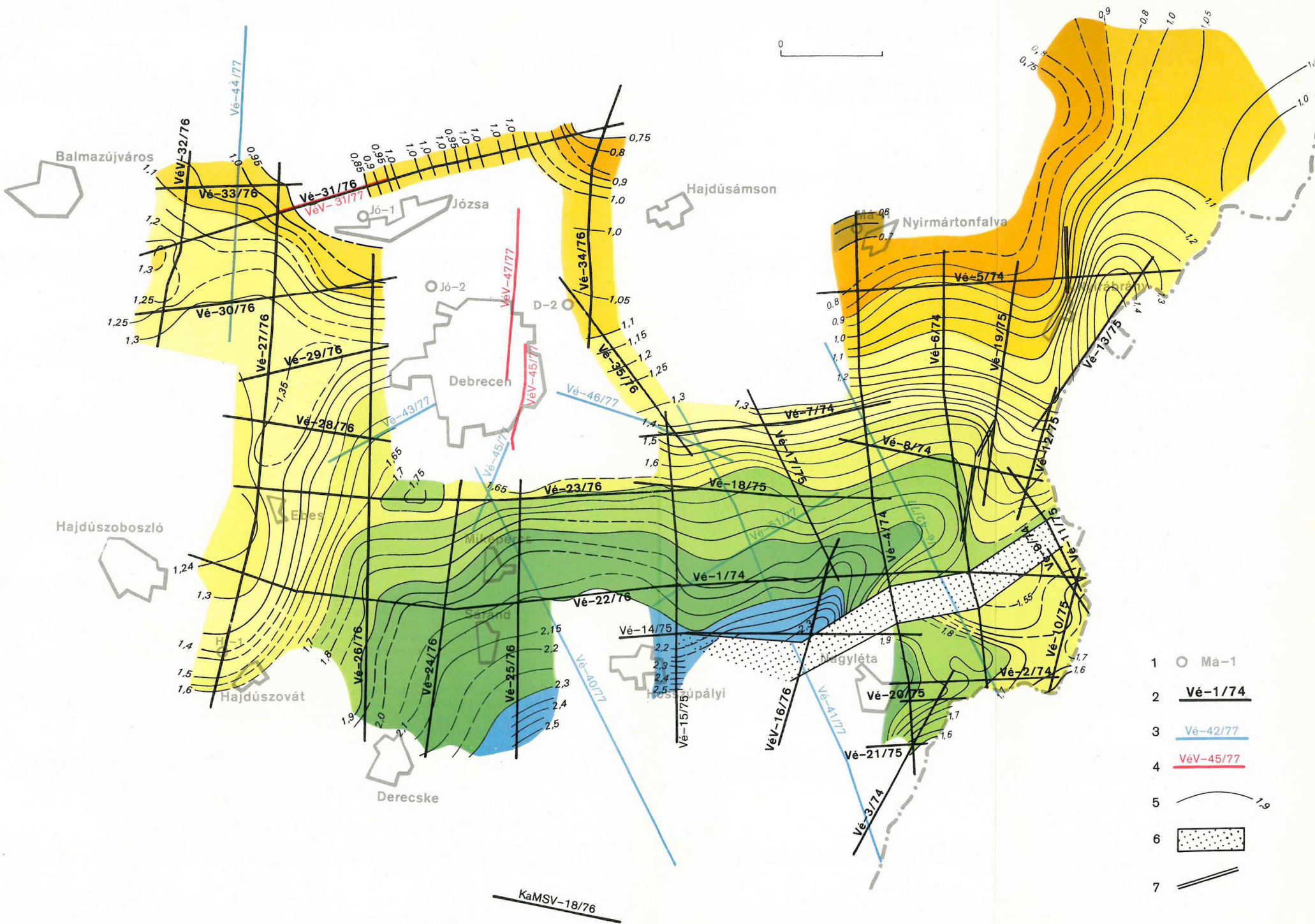
A komplex kutatások súlypontja 1977-ben is a szeizmikus reflexiós méréseken volt. Az előző évek folyamán kialakult szeizmikus reflexiós vonalhálózatot 8 robbantásos (a 34. ábrán kék színnel tüntettük fel) és 3 vibroszeiz vonallal (a 34. ábrán piros színnel jeleztük) egészítettük ki 1977-ben, összesen 132 km földrajzi hosszban. Ezek nagyobb része $24 \times 100\%$ -os fedéssel készült. Az év végén elkezdődött Debrecen belterületével a méréseknek befejező része, és az év végéig mintegy 12 kilométernyi vonalon dolgoztunk. Szelvényeinket 50 m-es és 100 m-es geofonbázis-távolsággal (kivételt a Debrecen városi mérések képeznek, ahol 25 m) és külső lövéses egyirányú rendszerben vettük fel. A vonal mentén 45 m hosszban kiterített, 20 tagból álló geofoncsoportjaink GSC—11D típusú geofonokból állottak. A regisztrálást SD—10/21 típusú digitális berendezéssel végeztük.

A mérési anyag feldolgozásáról a következő Évi Jelentésünkben számolunk be.

A 34. ábrán bemutatjuk a pannóniai medence aljzatának az 1974—76. évi mérések alapján szerkesztett időtérképét, amelyen feltüntettük a reflexiós mérések helyszínrajzát is.

Az 1977. évi mérési anyagból a Vé—40/77 szelvény két változatát mutatjuk be. A 35. ábrán az amplitúdó logaritmusára szerinti színezésű idő-

* *Albu I., Bodoky T., György L., Pintér A., Szeidovitz Gy.-né, Timár Z.*



- 1 ○ Ma-1
- 2 VÉ-1/74
- 3 VÉ-42/77
- 4 VÉ-45/77
- 5 ——— 1.9
- 6 [Hatched Box]
- 7 ———

KaMSV-18/76

34. ábra A szeizmikus mérések helyszínrajza és a pannóniai medence aljzatának az 1974—76. évi mérések alapján szerkesztett időtérképe

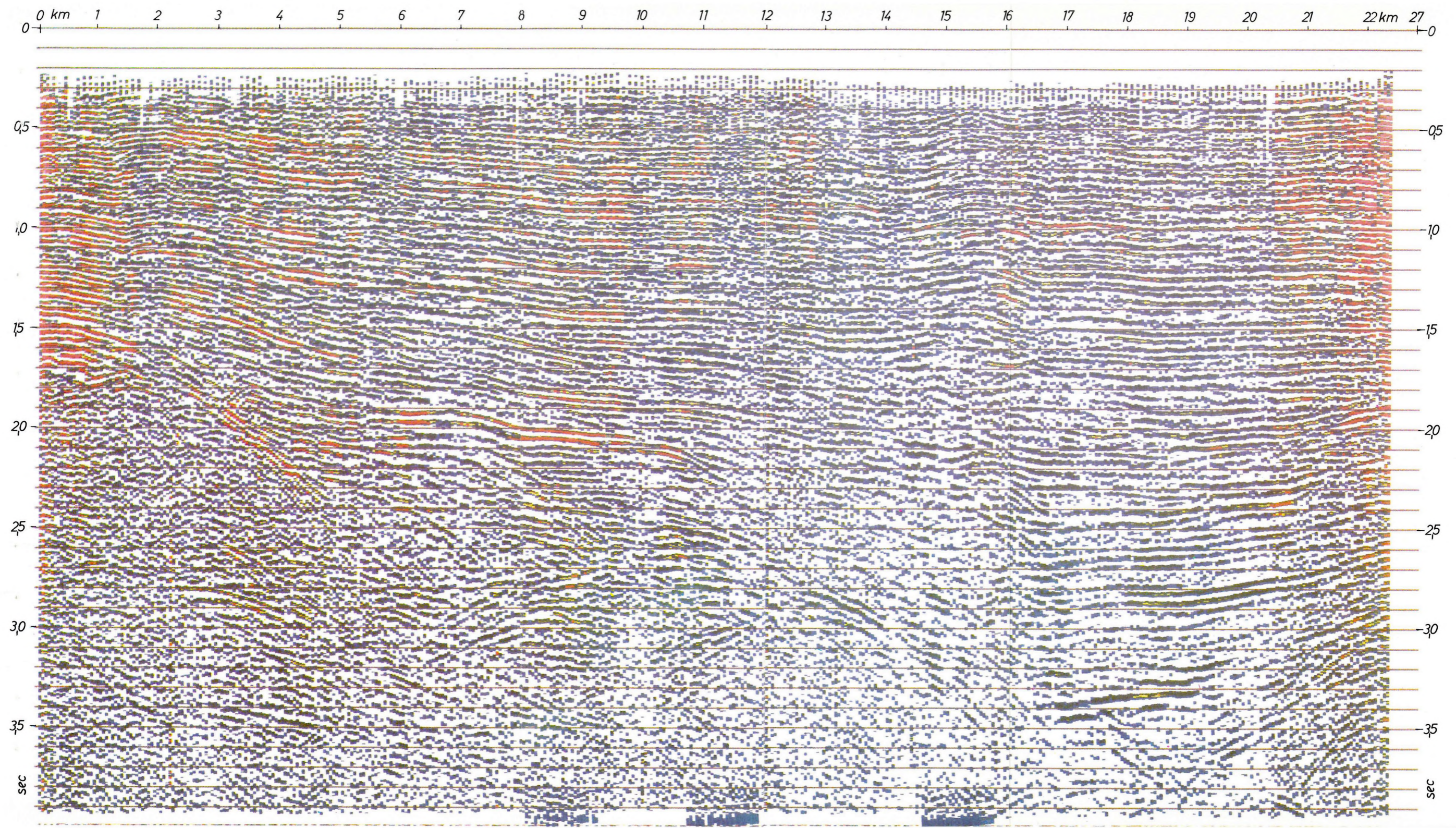
1 — mélyfúrás; 2 — az 1974—76. években mért szeizmikus reflexiós vonalak; 3 — az 1977-ben mért robbantásos szeizmikus reflexiós vonalak; 4 — az 1977-ben vibroseis-rendszerrel mért szeizmikus reflexiós vonalak; 5 — időszíntvonal; 6 — mozgási övezet; 7 — törés

Fig. 34 Location of seismic survey with the isochron map of the Pannonian basin floor, based on the 1974-76 measurements.

1 — bore-hole; 2 — seismic profiles of 1974-76; 3 — seismic profiles shot in 1977; 4 — VIBROSEIS profiles of 1977; 5 — isochron; 6 — tectonic zone; 7 — fault

Рис. 34. План района сейсморазведочных работ и карта времен по основанию паннонских отложений по данным наблюдений за 1974—1976 гг.

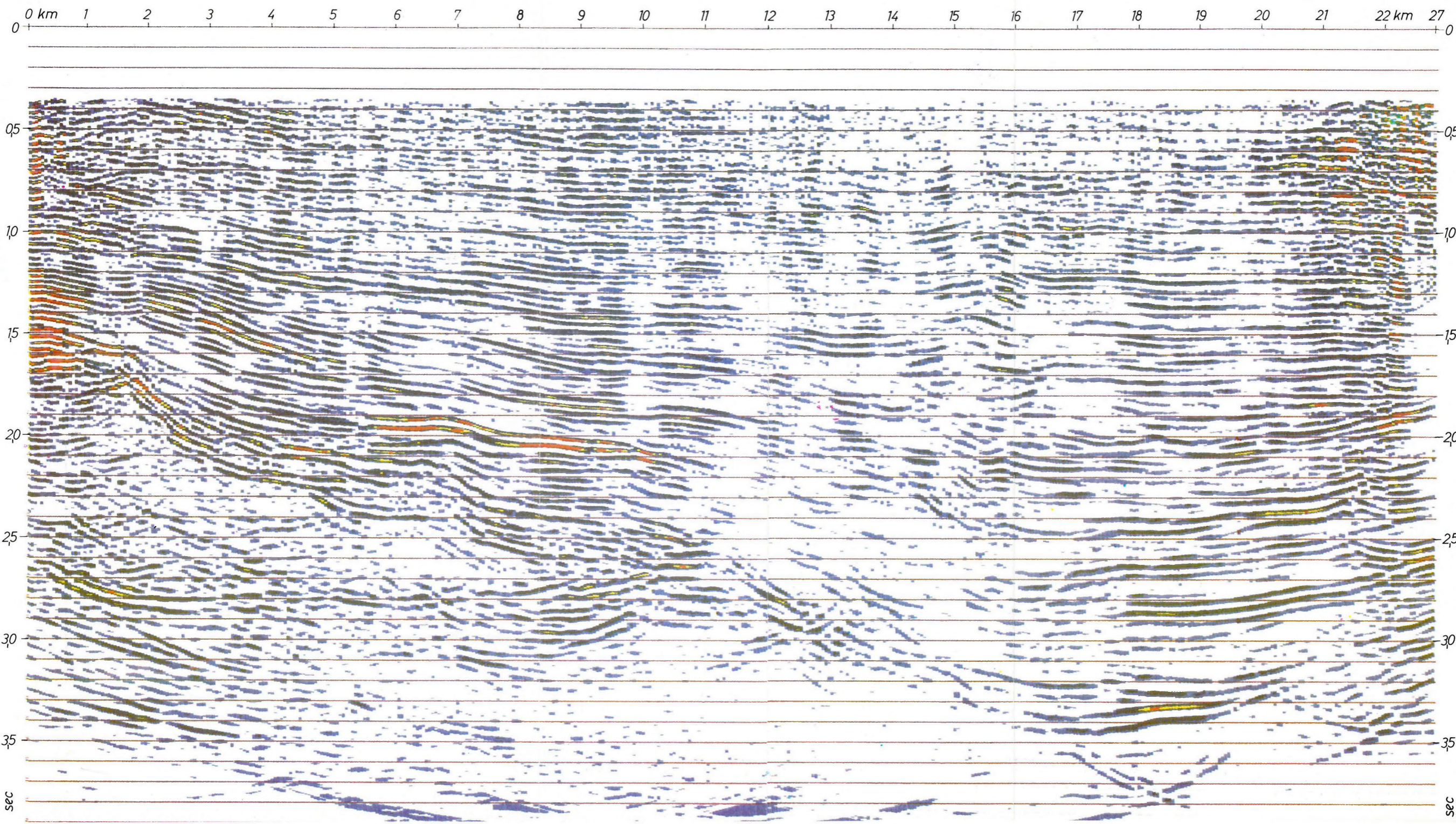
1 — глубокая скважина; 2 — сейсмические профили МОВ, проведенные в 1975—1976 гг.; 3 — сейсморазведочные профили, проведенные с взрывным возбуждением в 1977 г.; 4 — сейсморазведочные профили МОВ, проведенные системой Вибросейс в 1977 г.; 5 — изогипсы времени; 6 — зона движений; 7 — сброс



35. ábra V_é-40/77 hajdúsági szeizmikus reflexiós időszelvény amplitúdó szerinti színezéssel (színlépcső 12 dB)

Fig. 35 Reflection time section V_é-40/77 coloured according to reflection amplitude (colour step: 12 dB)

Рис. 35. Временный разрез по профилю МОВ V_é-40/77 с окраской по величинам амплитуд (шаг окраски — 12 дБ)



36. ábra V_é-40/77 hajdúsági szeizmikus reflexiós időszelvény migrált változata (színlépcső:
12 dB)

Fig. 36 Migrated version of time section V_é-40/77 (colour step: 12 dB)

Рис. 36. Временный разрез по профилю МОВ V_é-40/77; вариант с миграцией (шаг ок-
раски — 12 дБ)

szelvényt, a 36. ábrán hasonló színes kiírásban a migrált szelvényt mutatjuk be.

A mérési eredmények feldolgozása folyamatban van.

* * *

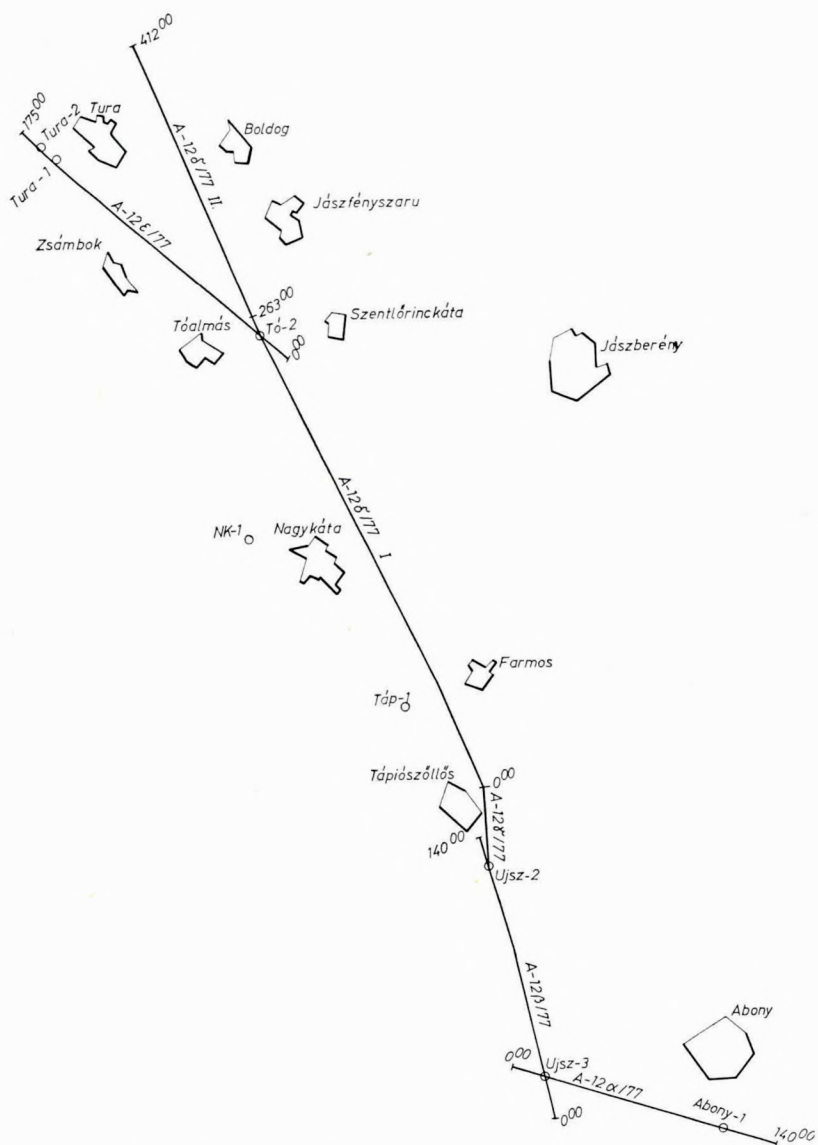
Az OKGT megbízása alapján „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” c. tárcaszintű kutatási főirány keretében kijelölt szeizmikus regionális vonalhálózat 12. sz. szelvényének Abonytól É-ra eső szakaszán 1977-ben kezdtük el a méréseket.

A tervezett szeizmikus regionális vonal (Abony környéki szakaszától eltekintve) az észak-magyarországi paleogén medence területén halad. A lemért vonalszakasz helyszínrajzát a 37. ábrán mutatjuk be. A vonal a terület jellegzetes mélyfúrásait (Abony—1, Újszilvás—3, Újszilvás—2, Tóalmás—2) köti össze és Hatvan közeléig ér. A turai fúrásokat egy rövid bekötő vonallal kapcsoltuk a regionális vonalba.

A regionális szeizmikus mérések feladata a szénhidrogén-prognózis megalapozása, ezért a kutatás célkitűzése elsősorban a paleogén üledékek és a medencealjzat szerkezeti viszonyainak tisztázása volt.

Reflexiós szeizmikus méréseink során összesen 84,3 km földrajzi hosszban végeztünk terepi felvételezést, ebből 50,9 km $12 \times 100\%$, 33,3 km pedig $24 \times 100\%$ fedésű. A felvételek 50 m-es geofonbázis-távolsággal 375, illetve 575 m offsettel, a $12 \times 100\%$ fedésűek egyirányú, a $24 \times 100\%$ fedésűek pedig kétirányú rendszerben készültek. A vonalmenti geofoncsoport bázishossza 45 m, tagszáma 20, a geofonok típusa GSC—11D. A regisztrálást SD—10/21 típusú digitális berendezéssel végeztük.

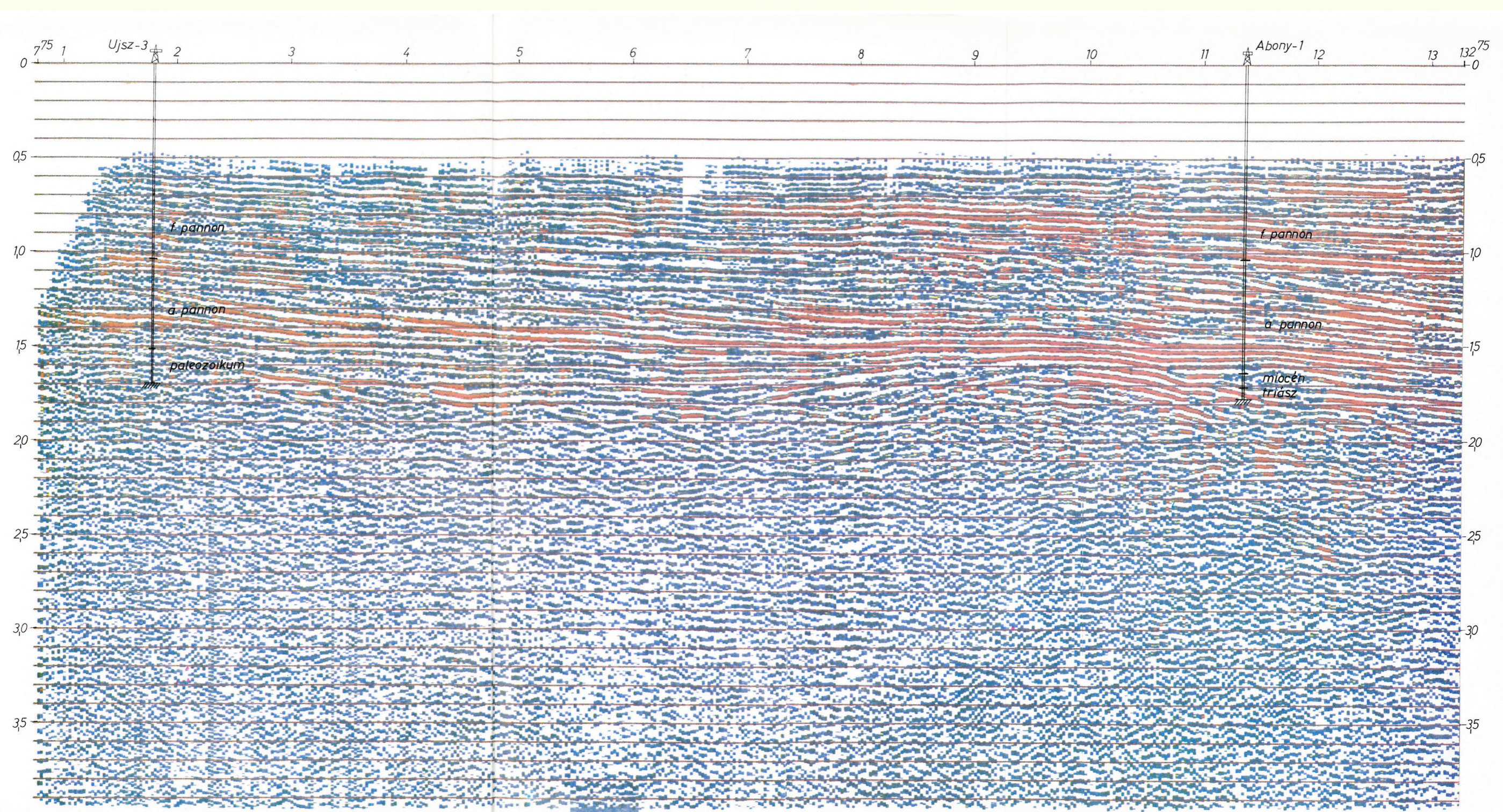
A kiértékelés jelenlegi fázisában az A—12 regionális szeizmikus vonal Abonytól É-ra eső szakaszán végzett mérések eredményei alapján sikeresen meghatározhattuk a preausztriai medencealjzatot és annak tektonizáltságát. Képet kaptunk a medencét kitöltő teljes rétegsorról, beleértve annak szerkezeti viszonyait is. A mérési anyagból az A—12a szelvényszakasz kétféle feldolgozását mutatjuk be. A 38. ábrán az energia szerinti színezéssel, a 39. ábrán pedig a frekvencia szerinti színezéssel kapott időszelvényt mutatjuk be, ez utóbbit kétszeres időléptékben ábrázolva. Az A—12a szelvény az Abony—1 és Újszilvás—3 mélyfúrásokat köti össze. A szelvényen a fúrásokban harántolt felületek jól azonosíthatók. Az értelmezés két lehetséges változatát a szelvények fedőlapján mutatjuk be.



37. ábra A szeizmikus regionális vonalhálózat A—12 vonala Abonytól É-ra eső szakaszának helyszínrajza

Fig. 37 Location map of regional seismic profile A-12

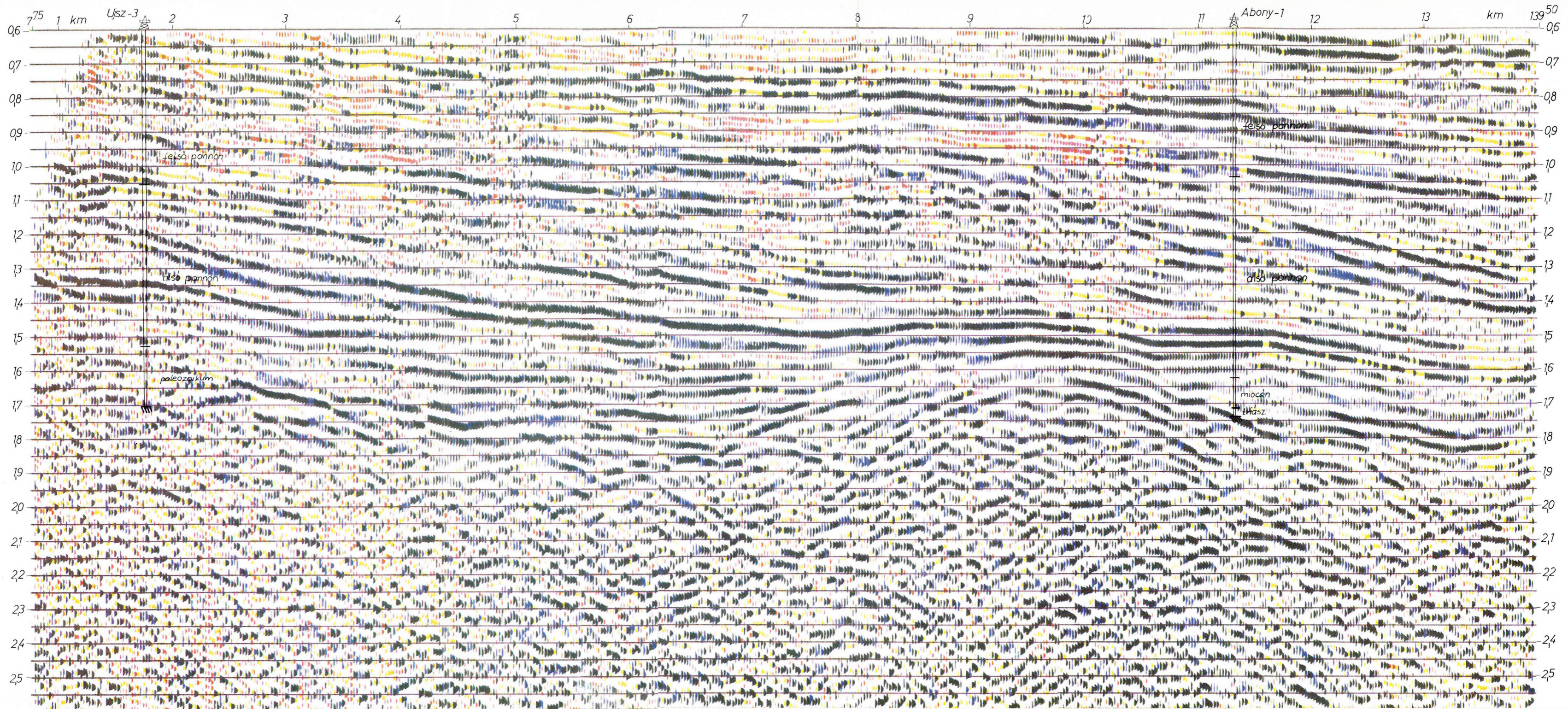
Рис. 37. План расположения профиля А-12 севернее села Абонь, входящего в сеть региональных сейсмических профилей



38. ábra Az A-12α szeizmikus reflexiók időszelvény amplitúdó szerinti színezéssel (színlépcső: 12 dB)

Fig. 38 Reflection time section A-12α coloured according to reflection amplitude (colour step: 12 dB)

Рис. 38. Временный разрез по профилю МОВ А-12α с окраской по величинам амплитуд (шаг окраски — 12 дБ)



39. ábra Az A-12 α szeizmikus reflexiók időszelvény frekvencia szerinti színezéssel (színskála:
piros — 50—60 Hz; narancs — 40—50 Hz; sárga — 30—40 Hz; zöld — 20—30 Hz;
kék — 10—20 Hz)

Fig. 39 Reflection time section A-12 α , coloured according to frequency content

(Colour key: red — 50—60 Hz, orange — 40—50 Hz, yellow — 30—40 Hz, green — 20—30 Hz,
blue — 10—20 Hz)

Рис. 39. Временный разрез по профилю МОВ А-12 α с окраской по величинам частот
(обозначение окраски: красный цвет — 50—60 гц; оранжевый — 40—50 гц; жел-
тый — 30—40 гц; зеленый — 20—30 гц; голубой — 10—20 гц)

1.8 A MECSEK-HEGYSÉG SZERKEZETI ELEMEINEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

1.8.1 Felszíni geofizikai mérések a Máza-Dél—Váralja-Dél feketekő- szén-kutatási területen

Az Országos Földtani Kutató-Fúró Vállalat megbízásából 1977-ben tovább folytattuk az előző évben megkezdett felszíni geofizikai méréseket. A Mecseki Szénbányák Földtani Szolgálatá által készített kutatási terv szerint telepítettük refrakciós és reflexiós hálózatfejlesztő vonalainkat.

Négy refrakciós vonalat mértünk, amelyeket harántlövésekkel egészítettünk ki. Az előző évi mérések értelmezéséhez hasonlóan az alsó 5600—7000 m/s határsebességű szintet az anizuszi-ladini karbonátos képződményekkel azonosítjuk. A magasabb részeken a szint sebessége 4000 m/s-ra is csökkenhet. A felette levő 3700—5400 m/s határsebességű szint a liász összleten belül van, pontosabb azonosítására még nem volt módunk. Az 1700—2500 m/s átlagsebességű összlet alatti 3000—4600 m/s határsebességű szintet a neogén képződmények fekéjével azonosítjuk. Folytattuk a reflexiós mérések alkalmazására irányuló kísérleteinket is. A méréseket kétoldali lövési rendszerrel végeztük, 12-szeres fedéssel, 50 m-es geofonközzel.

A szelvény minősége az előző évinél gyengébb, itt a feldolgozást nem tekintjük lezártnak.

1976. Évi Jelentésünkben taglaltuk, hogy a refrakciós mérésekkel a rhaeti-liász határt közvetett úton határoztuk meg. A mérések alapján mélyített 4 fúrás előzetesen megadott mélységadatainkat kb. 10% átlaghibával igazolta. Fúrások igazolták a magneses mérésekkel kimutatott hatókat is.

* *Braun L., Kónya A., Kummer I., Ráner G.*

1.8.2 Geofizikai mérések a Mecsek-hegység Ny-i részében

A Mecseki Ércbányászati Vállalat megbízásából 1977-ben geofizikai méréseket végeztünk a Mecsek-hegység Ny-i részén, a felszínen található alsó perm kori képződményeken és azok környezetében, Királyegyháza—Korpád—Boda térségében. A mérések a terület D-i részén csatlakoznak a Mecsek-hegység DNy-i előterében 1976-ban végzett geofizikai mérésekhez (az ELGI 1976. Évi Jelentése).

Az 1976. évi mérések egyik érdekes eredménye volt, hogy Szentlőrinc és Boda között, a mecsekaljai vonaltól É-ra, az újpaleozoos összlet alatt, vagy az újpaleozoos összletben kaptunk jól követhető reflexiókat. Az 1977. évi mérésekkel ezeket a szinteket követtük kutatási területünkön. Az előző évi mérések eredményéhez hasonlóan a mágneses hatók területén egyes szelvényeken ebben az évben is észleltük az anyagminőség javulását.

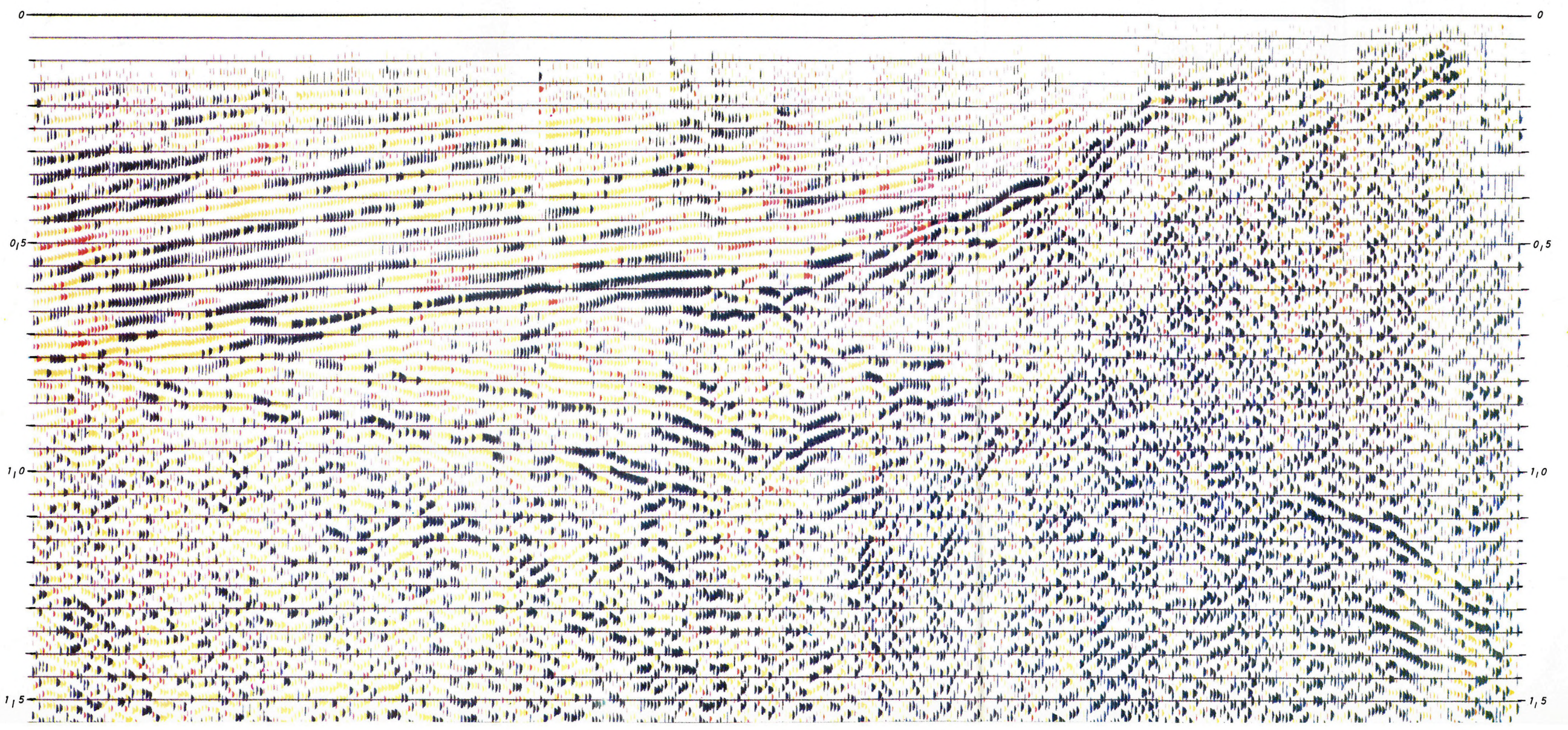
A 40. ábrán a Gö—5 reflexiós időszelvényt mutatjuk be frekvencia szerinti színezéssel. A szelvényt 20 Hz-es alulvágó szűrővel készítettük, mert a szélessávú változaton a szelvény É-i részén sok kislefrekvenciás zavar volt. A szűrés eredményeként a legjobban zavart szakaszok javultak, viszont a jó minőségű vezérszintek frekvenciaképe ingadozó lett. A Gö—5 reflexiós szelvény a mecsekaljai árokból indul É-i irányban, és az Alsókeresztúr—Bükkösd közötti alsó-perm kibúvásokig tart. A szelvény első szakaszán az É-i irányban emelkedő pannóniai szintek alatt ellentétesen dőlő reflexiós felületeket kaptunk. Ennek az összletnek a korát a sebességadatok átfedése miatt egyértelműen megadni nem tudjuk; miocén vagy perm törmelékes összletet tételeztünk fel.

Az 1976-ban mért Gö—3, Gö—4 szelvény keresztveződésében (1976. Évi Jelentés) mélyítés alatt álló szerkezetkutató fúrás szerint az összlet miocén korú.

A szelvény É-i részén 0,2 sec-nál van a gránit felszíne, aminek D-i irányú süllyedése kb. a 90°° pontig követhető. Reméljük, hogy a bonyolult tektonikai elemek ezúton tisztázhatók.

D

E



40. ábra Gö-5 reflexiós időszelvény frekvencia szerinti színezéssel (színskála: piros — 50—60 Hz; narancs — 40—50 Hz; sárga — 30—40 Hz; zöld — 20—30 Hz)

Fig. 40 Reflection time section G_ö-5, coloured according to frequency content (Colour key: red — 50—60 Hz, orange — 40—50 Hz, yellow — 30—40 Hz, green — 20—30 Hz)

Рис. 40. Временный разрез по профилю МОВ G_ö-5 с окраской по величинам частот (обозначение окраски: красный цвет — 50—60 гц; оранжевый — 40—50 гц; желтый — 30—40 гц; зеленый — 20—30 гц)

Az ELGI 1977-ben is végzett komplex geofizikai méréseket különböző megbízók felkérésére karszt- és termálvíz kutatás céljából. Az ivó- és iparivíz-kutatás mellett hazánkban a nagy mélységű melegvíz-feltárás — mint a geotermikus energia egyik felhasználási módja — sajátos feladat, amely jelentősen növeli a vízföldtani kutatásnak a geofizikai mérésekkel szemben támasztott igényét. Az adott kutatási feladat megoldásához ezért általában több geofizikai módszer eredményeinek együttes analizisére kerül sor, sőt a mérési adatok nagy teljesítményű számítógépen történő feldolgozásával növelhető a földtani értelmezés hatékonysága, valamint az adatok szemléletesebb megjelenítése.

A geofizikai mérések ritkán irányulnak a víztároló réteg közvetlen kimutatására, inkább a szerkezeti viszonyok tisztázásával a terület vízföldtani megismerését segítik elő.

A Vízügyi Tervező Vállalat megbízásából 1977-ben komplex geofizikai méréseket végeztünk a Fertő-tó környékén, *Sopron távlati vízellátásának* tervezéséhez. A kutatási feladat kettős volt: a kristályos medencealjzat domborzati és nagyszerkezeti viszonyainak meghatározása és az üledékes összlet belső rétegződésének, kőzettani összetételének vizsgálata. Az előbbi a termálvíz-, az utóbbi az ivóvíz-feltárás szempontjából lényeges.

A mérések eredményeiről bemutatjuk a Balf és Hegykő között mért szeizmikus reflexiós időszelvényt (41. ábra). Az amplitúdónagyság szerint színezett reflexiós szelvényen a paleozoos medencealjzatot jó energiájú (piros szín) reflexiók jelzik. A szelvény középső szakaszán a kristályos medencealjzat emelkedése figyelhető meg, ahol a nyugat felől egyenletesen mélyülő fedő üledékes összlet alsó szakasza (torton képződmények?) kiemelkednek. Az emelkedés Ny-i oldala valószínűleg vetővel határolt; ez a zóna termálvíz-kutatás esetén tarthat érdeklődésre számot. Az üledékes rétegösszlet az emelkedéstől K-re kivastagszik, és ezen belül a felső-pannóniai rétegösszletre jellemző fajlagos ellenállásérték is megnö-

* Hoffer E., Nyitrai T., Rákóczy I., Szalay I.

vekszik, ami a durvább, porózusabb üledékes kőzetek arányának megnövekedését jelenti, és ivóvíz-feltárás szempontjából előnyös.

A reflexiós-geoelektromos módszerkomplexus ma még nem túl gyakran alkalmazott; általánossá válása nagyobb információtartalma miatt napjaink kutatási feladata. A reflexiós szelvények jól tagolják a harmadidőszaki képződményeket, megadják a harmadidőszaki medencealjzat domborzatát, annak főbb szerkezeti elemeit. A geoelektromos mérésekkel — a reflexiós szelvényen leképzett üledékes összlet ellenállás-változásait követve — minősíteni tudjuk az üledékes összlet homok-agyag arányának, illetve porozitásának változásait.

A *diósgyőri termálvízkutató* méréseket az OFKFV megbízásából végeztük Miskolc III. kerülete (Diósgyőr) környezetében, a stadion környékére tervezett termálvízkutató fúrás(ok) helykijelölésének előkészítésére (42. ábra).

A termálvízfeltárási lehetőségek a kellő mélységben levő triász időszaki karsztosodott kőzetekhez kapcsolódnak, ezért a geofizikai mérésekkel a következő feladatokat kellett megoldani:

- a triász időszaki medencealjzat mélységének,
- a triász mészkő elterjedési területének meghatározását;
- az előbbieik alapján olyan vetőzónák kiválasztását, amelyek legalább 500 m mélységben, a feltételezett mészkőterületen és a mélyfúrásra kiszemelt beépítetlen területen, vagy annak közelében vannak.

E sokrétű feladat megoldására gravitációs és szeizmikus refrakciós méréseket használtunk (utóbbiakat belterületi észleléssel, de beépítetlen külterületeken éjjel végzett robbantással). A város területén, az ipari zaj miatt, geoelektromos méréseket nem tudtunk végezni, ezért az aljzat képződményeinek feltételezett elterjedését a szeizmikus hullámterjedési sebesség változásai alapján jelöltük ki (A, B, C, D sáv; 42. ábra).

A geofizikai eredménytérképről kitűnik, hogy a medencealjzat ÉK felé rohamosan mélyül. A várható aljzat kifejlődés, mélység és szerkezet szempontjából termálvízkutatásra a stadiontól ÉNy-ra eső sávban a legkedvezőbb (az F—1, F—2, javasolt fúrások környéke). A D-re fekvő területek kedvezőtlenek. A fúraskivitelezés technikai nehézségeit figyelembe véve, a termálvízfeltárára már javasolható, bár kockázatos a legdélebbi változat az F—1a fúráspontra.

A *Gárdony környékén* 1976-ban végzett termálvízkutató geofizikai mérések a paleozoos medencealjzatban vetőzónát mutattak ki (43. ábra). A mérési eredmények alapján kitűzött vízkutató fúrást 1977-ben mélyítették, amely igazolta a geofizikai előrejelzést; a vetőzónát a megadott mélységközben (850 m) érte el és a 850—903 m közötti permo-triász (karbon?) időszaki mészkőként meghatározott-összletből 700 l/perc 51 °C

So-2/77

W

435



FERTŐDOBOZ

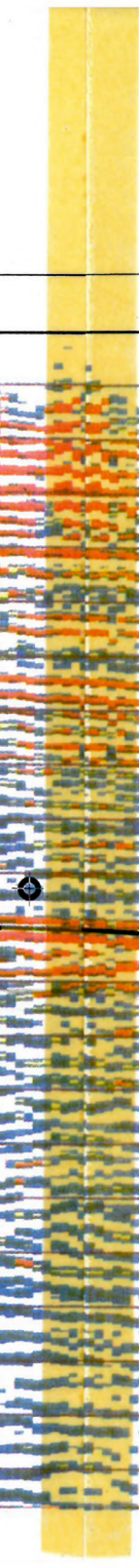
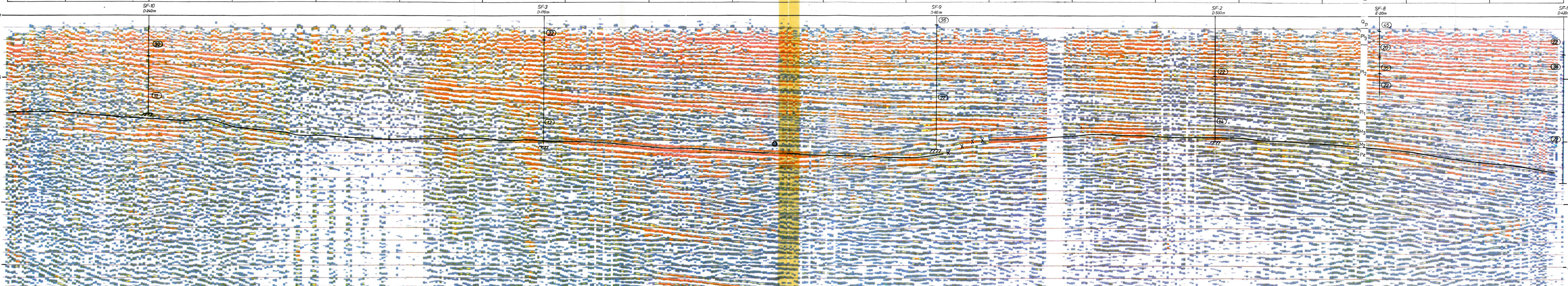
HIDEGSÉG

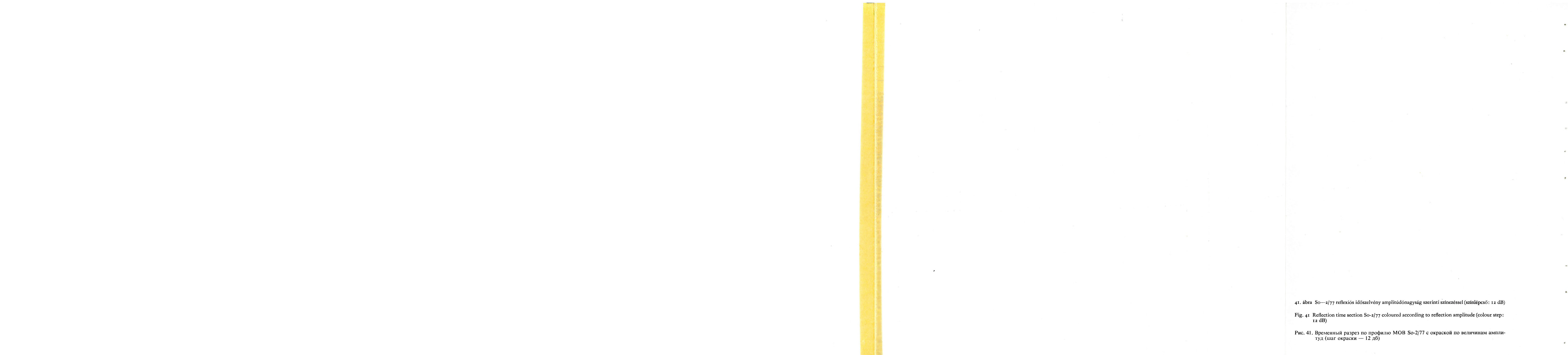
FERTŐHOMOK

E

HEGYKŐ

So-3
10°40'
Hegykö mt.



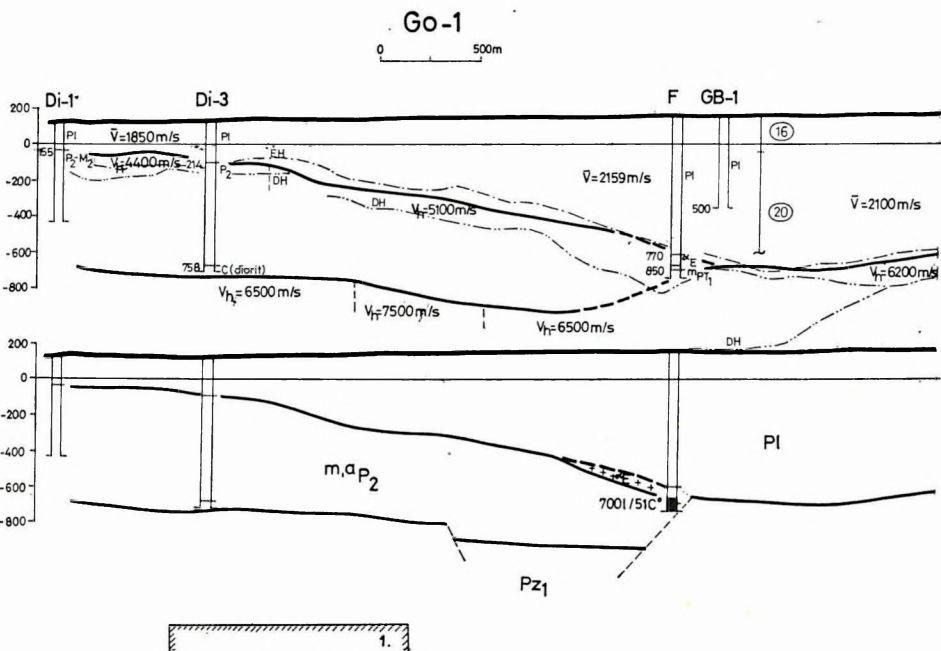


41. ábra So-2/77 reflexiós időszelvény amplitúdónagyság szerinti színezéssel (színlépcső: 12 dB)

Fig. 41 Reflection time section So-2/77 coloured according to reflection amplitude (colour step: 12 dB)

Рис. 41. Временный разрез по профилю МОВ So-2/77 с окраской по величинам амплитуд (шаг окраски — 12 дБ)

hőmérsékletű vizet nyertek. E sikeres termákvíz-kutató fúrás nagymértékben elősegítette a Velencei-tó déli üdülőterület-fejlesztési elképzeléseinek megalapozását.



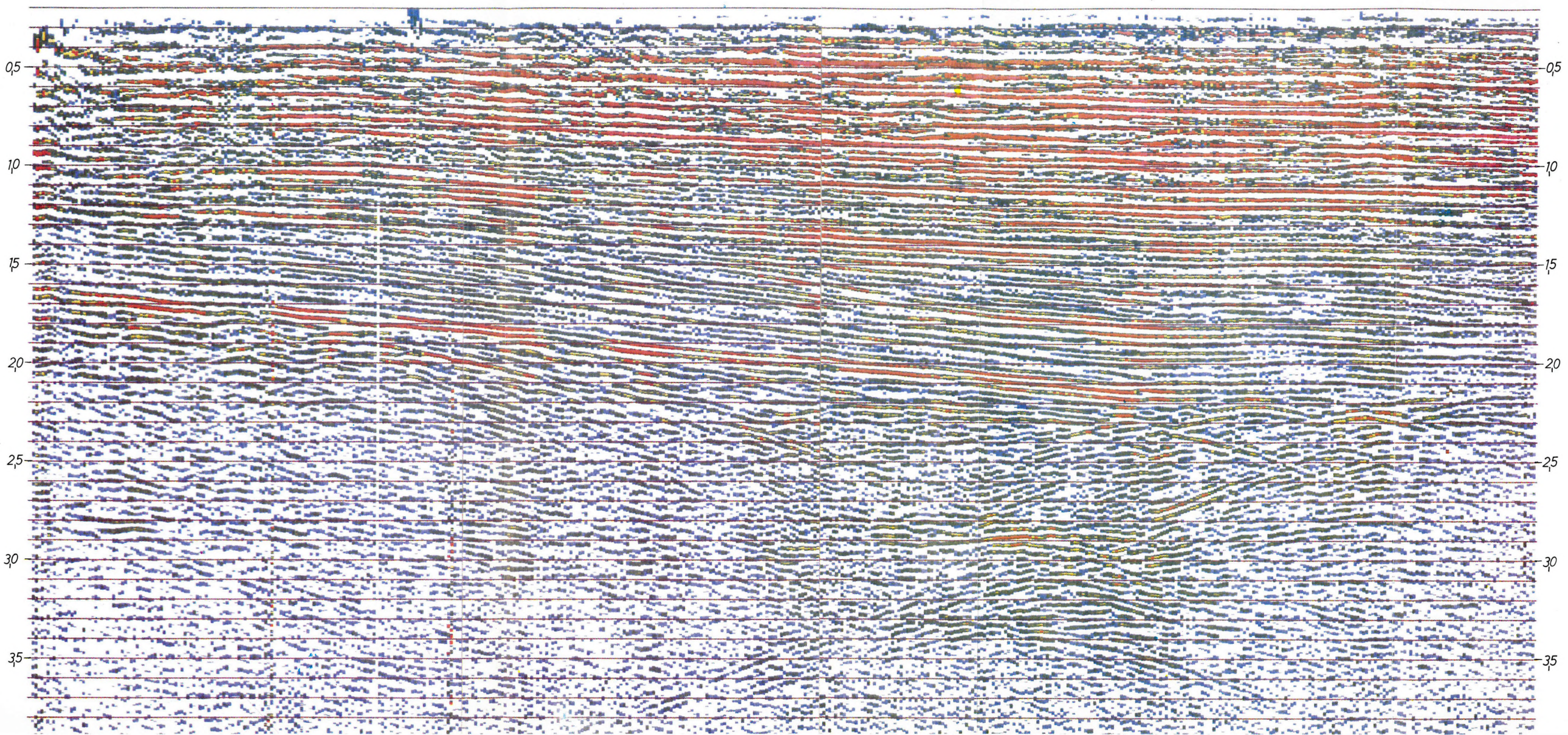
43. ábra Gárdony környékén mért Go-1 geofizikai szelvény
1 — mágneses ható


Fig. 43 Geophysical cross section Go-1, near Gárdony
1 — magnetic body

Рис. 43. Геофизический разрез Go-1 в районе Гардony
1 — магнитное возмущающее тело

2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK

0 775 1km 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 km 13375
0

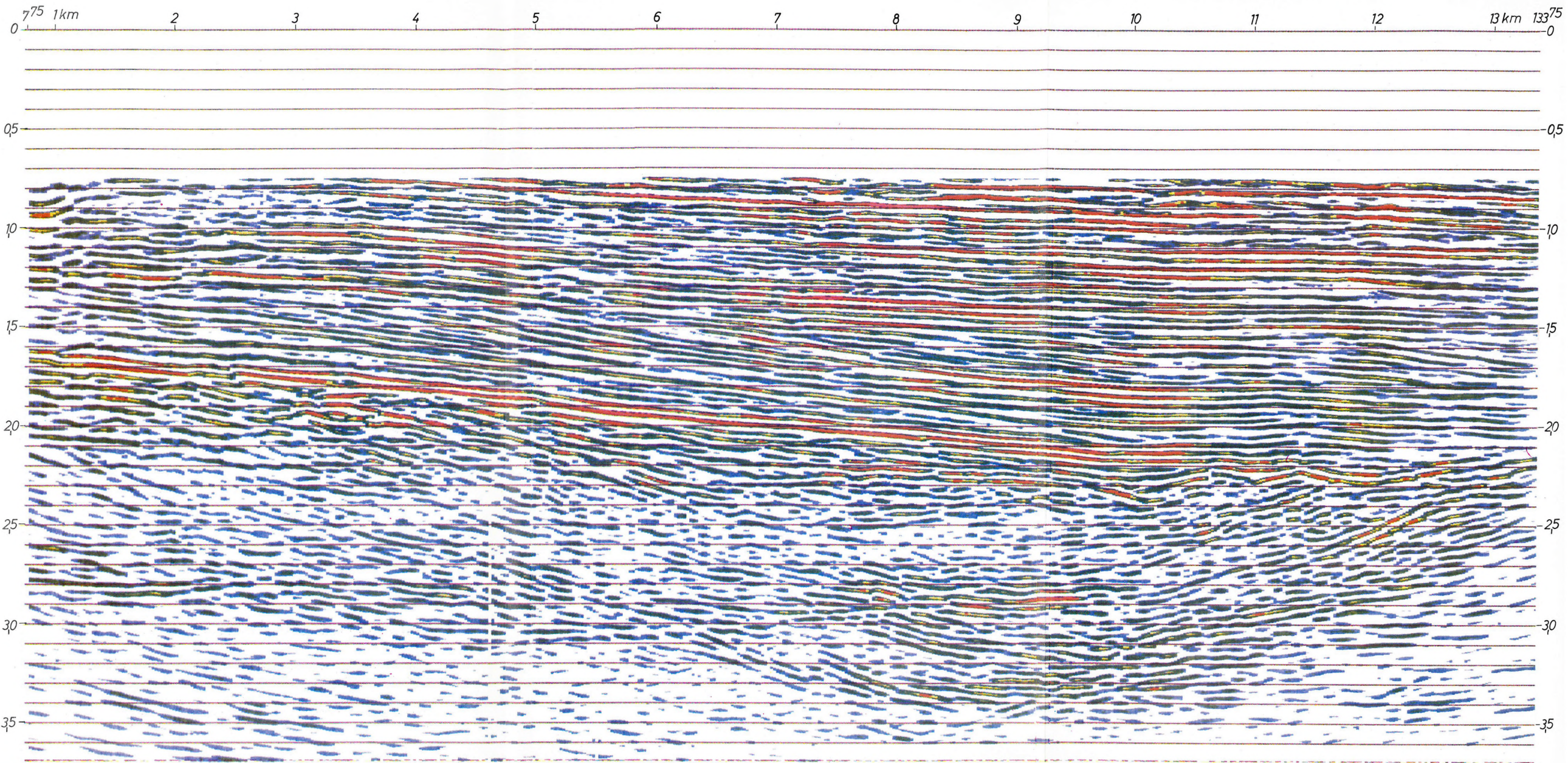




44. ábra V6—24/76 időszelvény amplitúdónagyság szerinti színezéssel (logaritmikus színskála, színlépcső: 12 dB)

Fig. 44 Reflection time section V6-24/76 coloured according to reflection amplitude (logarithmic colour scale , colour step: 12 dB)

Рис. 44. Временный разрез по профилю V6-24/76 с окраской по величинам амплитуд (логарифмическая шкала окраски, с шагом 12 дБ)




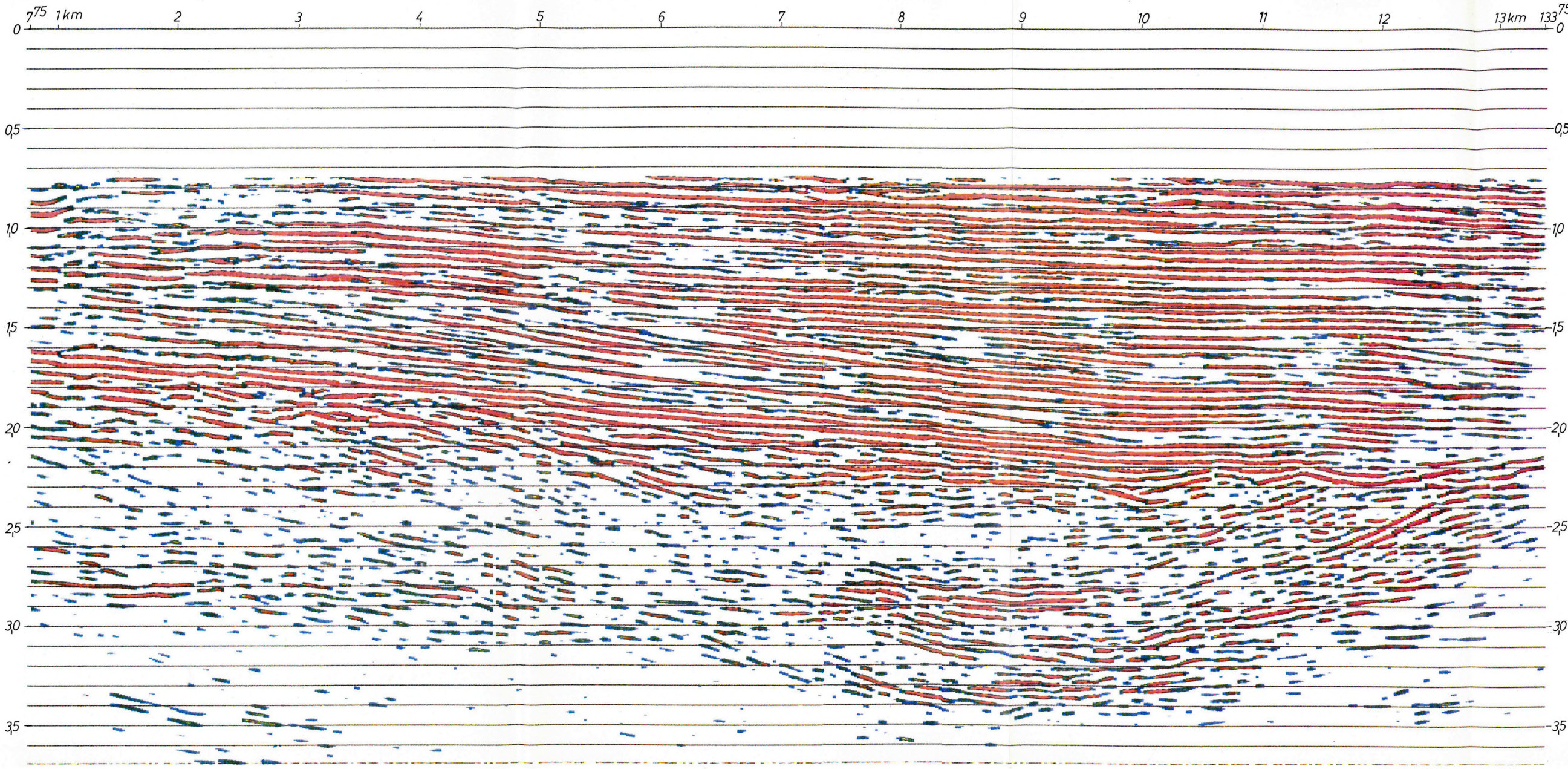


Fig. 45 Reflection time section V6-24/76, migration stacking with original amplitudes (logarithmic colour scale, colour step: 12 dB)

45. ábra V6—24/76 időszelvény, eredeti amplitúdókkal történt migrációs feldolgozás után (logaritmikus színskala, színlépcső: 12 dB)

Рис. 45. Временный разрез V6 —24/76 после обработки с миграцией с первоначальными амплитудами (логарифмическая шкала окраски, шаг окраски — 12 дБ)





46. ábra VÉ-24/76 időszelvény eredeti amplitúdókkal történt migrációs feldolgozás után (lineáris színskála, színlépcső: 13%)

Fig. 46 Reflection time section VÉ-24/76, migration stacking with original amplitudes (linear colour scale, colour step: 13%)

Рис. 46. Временный разрез VÉ-24/76 после обработки с миграцией, с первоначальными амплитудами (линейная шкала окраски с шагом 13%)

A szeizmikus és számítástechnikai módszer- és műszerkutató 1977. évi leglényegesebb eredményei a következők:

1) olyan migrációs eljárás kidolgozása, amely jelentős jel/zaj viszony javulást eredményez és így a harmadkori medencealjzat belső szerkezetének tanulmányozását is elősegíti;

2) a tengerkutató program keretében kifejlesztett berendezésen szelvények feldolgozása;

3) hagyományos reflexiós eljárásokkal eredménytelenül kutatott területek megszólaltatása a VIBROSEIS-rendszerrel;

4) digitális, sekély-szeizmikus berendezés kifejlesztése;

5) off-line színes-plotter rutinszerű használata és a színes szelvényírás továbbfejlesztése.

1) A *súlyozott migrációs programot* 1976-ban dolgoztuk ki, és működéséről az 1976. Évi Jelentésben példát mutattunk be. Az első kísérleteknél migráció előtt az időszelvényen amplitúdó-kiegyenlítést végeztünk. Az eredmények vizsgálata azt mutatta, hogy rossz jel/zaj viszonyú szelvényrészekben (a nagyobb időtartományokban), ahol az amplitúdó-kiegyenlítéssel a zajokat az átlagszintre erősítettük, a migrációs zaj nagy volt, s a rosszabb korrelációjú szintek kiválasztása lehetetlenné vált.

1977-ben a digitális színes plotter rutinszerű alkalmazása nagymértékben növelte a megjeleníthető dinamikatarományt. Ezért a továbbiakban a migrációt az eredeti amplitúdóviszonyokat megőrző időszelvényen végeztük, és az eredményeket a színes szelvényírón jelenítettük meg amplitúdónagyság szerinti színezéssel, dB-, ill. lineáris skálázással. Ily módon a migrált szelvényeken a mélyszintek jobb jel/zaj viszonytal jelentkeznek és amplitúdónagyságban elkülönülnek a migrációs zajtól.

A 44., 45., ill. 46. ábra a Vé—24/76 szelvény különböző feldolgozásait mutatja amplitúdónagyság szerinti színezéssel.

Az időszelvényen a 2,0—3,5 s közötti időtartományban a csak helyenként felismerhető reflexiós szintek a szerkezetre nem adnak felvilágosítást. A migrációval készült szelvényeken hosszabban követhető szintek

*Doky T., Koch Gy., Korvin G., Petrovics I., Pósgay K., Sipos J.

jelennek meg, amelyekből az idősebb rétegösszlet szerkezetére is következtethetünk. A 45. és 46. ábra összehasonlítása azt is mutatja, hogy kedvező esetben (a megfelelő amplitúdótartományban) lineáris skálázással a reflexiók szintek jobban kiemelhetők (és a migrációs zajok jobban elnyomhatók), mint logaritmikus (azaz dB-) skálázással.

Az ábrák is érzékeltetik azt a megfigyelésünket, hogy az eredeti amplitúdókkal végzett migrációs átrendezés jel/zaj viszonyt javító hatására a mélyebb, nehezen felismerhető szintek is tanulmányozhatókká válnak.

2) A geofizikai feldolgozásra speciális egységekkel kibővített R—10 kísérleti rendszeren hazai szelvényanyagot is futtattunk. Célunk a MINSzK—32 és az R—10 számítógépeken kapott anyag és a szükséges gépidők összehasonlítása volt. A Vé—24 szelvény R—10-en kapott eredményét mutatja a 47. ábra. A futtatási idő több mint egy nagyságrenddel rövidebb volt, mint a MINSzK—32 futtatásnál. A programrendszer főbb lépései a következők voltak:

- beadás és demultiplexálás az R—10 lebegőpontos formátumára való átalakítással (SD—10 vagy SzSzC—3 szeizmikus felvevőműszerről; 21, ill. 9 sávós terepi mágnesszalagról, vagy közvetlenül analóg dobról);
- a beadott anyag csatornafolyamatos felírása mágnesszalagra;
- normálkorrekció előre megadott sebességfüggvényvel;
- stacking;
- frekvenciaszűrés;
- dekonvolúció;
- automatikus amplitúdószabályozás és skálázás;
- az eredmények megjelenítése plotteren.

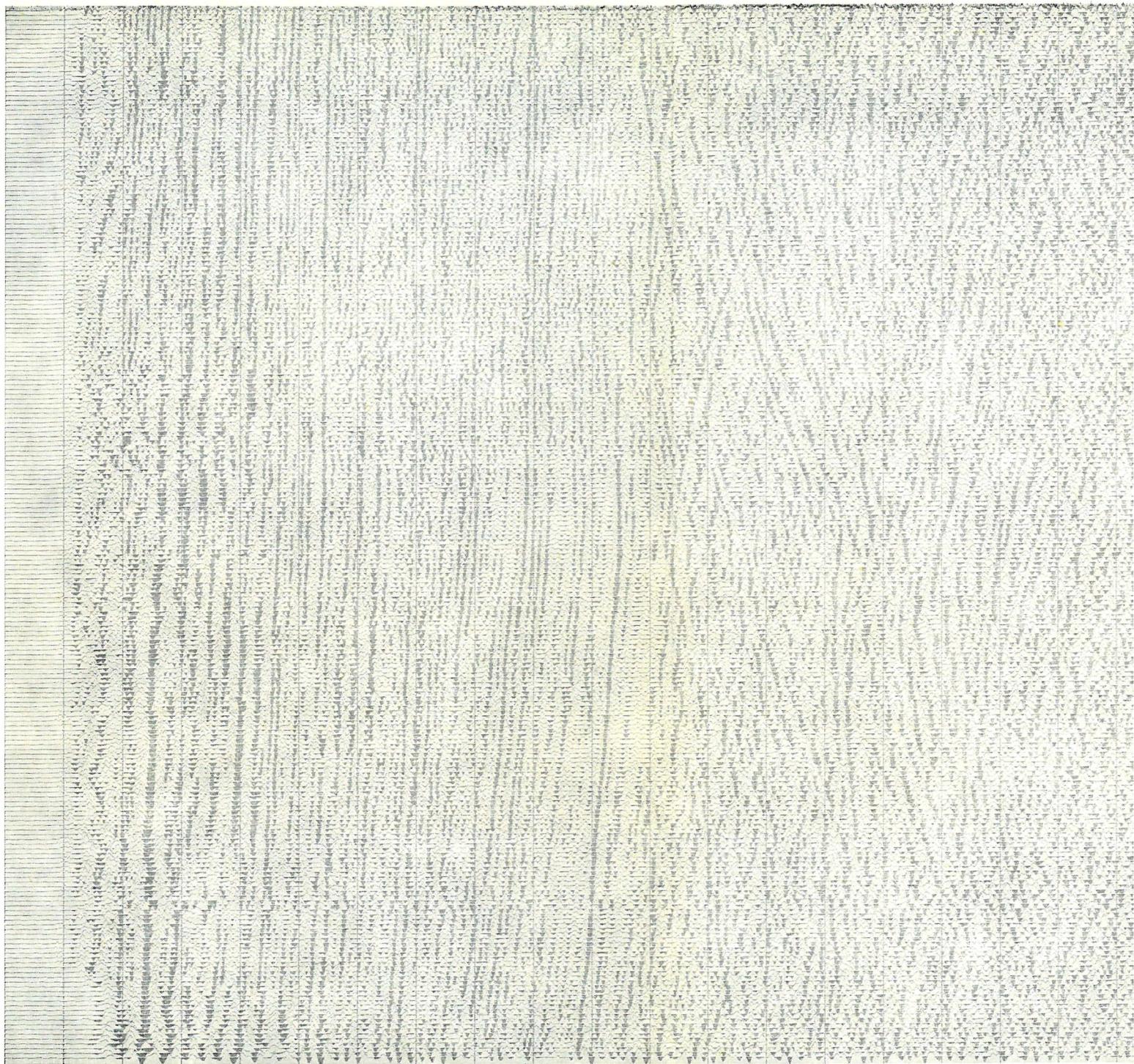
Ez a programrendszer az R—10-es feldolgozás magja, amelyet megfelelő rendező és statikus korrekciós program közbeiktatásával szárazföldi feldolgozásra is alkalmassá teszünk.

3) A *VIBROSEIS*-rendszerrel az eddig némának bizonyult, ill. nehezen járható, fúrható és beépített, lakott területeken végeztünk kísérleti méréseket. Az eredmények rendkívül biztatóak.

Itt egy néma zóna megszólaltatását ismertetjük.

Régóta ismertek a Hortobágy területén és Debrecen környékén olyan területrészek, ahol a hagyományos reflexiós észlelési rendszerrel, robbantásos rengéskeltéssel nem tudtunk reflexiókat regisztrálni. A kísérleti mérések színhelyéül három jól ismert néma területet választottunk ki: kettőt a Hortobágyon, egyet pedig Debrecentől É-ra, Józsa község mellett. A méréseket mindhárom területen ugyanazon elvek alapján terveztük.

A terítési paraméterek megválasztásában igyekeztünk az alföldi méréseknél általánosan használt értékekhez igazodni, a geofonbázis-távolságot ezért 50 m-nek, a fedésszámot $12 \times 100\%$ -nak választottuk. Józsnál a vi-



szonylag kis mélység miatt 150 m-es, a hortobágyi vonalakon 300 m-es offsetet használtunk.

A kísérletek lényegét a rengéskeltés újszerűsége jelentette, ezért a kísérletek súlypontját a vibrojel paramétereinek kiválasztására helyeztük. Mindhárom területen hosszú kísérletsorozatot hajtottunk végre az optimális

frekvencia és sáv szélesség,

a vibrojelhossz és változási sebesség, valamint

az összegezésszám

meghatározására.

A kísérleti mérések eredményeként a 2 oktávós, alacsonyfrekvenciás (Józsnál 12—48 Hz, a Hortobágyon 13—52 Hz), rövid (7 s), 16-os összegű vibrojelek bizonyultak a legjobbnak.

A vonalmérések során, terítésoldalon 50 m-es geofon-csoportosításokat alakítottunk ki 30%-os keveréssel, vibrátoroldalon pedig 100 m-es csoportosításokat használtunk. A csoportosításhosszakat az első beérkezések szűrésének megfelelően terveztük.

A vibroseis-mérések mindhárom területen jobb eredményt adtak a hagyományos technikával végzett méréseknél. Különösen szembeötlő javulás jelentkezett a józsnai kísérleti mérésnél, amelynek eredményét — a korábbi robbantásos szelvényvel összehasonlítva — 48. ábránk mutatja.

A néma zónákon végzett kísérletek tanulságaként megállapíthatjuk, hogy bár a VIBROSEIS-technika sem szünteti meg teljesen a néma zónák problémáját, de jelentős továbblépést jelent a kérdés megoldásában.

A VIBROSEIS-rendszer lehetővé tette, hogy vulkáni hegységeink területe is kutatható legyen reflexiós módszerrel.

1977-ben a Börzsöny-hegységben a Csóványos—Nagyhideghegy közti gerincvonaltól DK-re levő hegyoldaltól a Királyrét—Szokolya közti medenceterületig vezettük a Bö—1 vonalat. Földtanilag értelmezhető új adatokat kaptunk, emellett kísérleteket végeztünk a hasonló felépítésű területek kutatásánál alkalmazandó főbb terepi paraméterekre, illetve feldolgozási módszerre.

A vonal magas-börzsönyi, 25 m geofon-bázisközű I. szakaszán végzett kísérletek után, kétféle frekvenciával mértünk. A magasabb frekvenciás vibrojel (40—100 Hz) a rétegvulkáni-üledékes rétegsor finom tagolására alkalmas. Az alacsonyfrekvenciás vibrojel (12—48 Hz) nagyobb behatolást tesz lehetővé (2 s), az aljzatról és a szerkezetalakulásról telje-

47. ábra Vé—24/76 időszelvény R—10 számítógépen feldolgozva

Fig. 47 Time section Vé-24/76 as processed by the R-10 type computer

Рис. 47. Временный разрез Vé-24/76, обработанный на ЭВМ Р-10

sebb képet ad. Utóbbinak egy 12—24 Hz-es szűrt változatát mutatjuk be a 49. ábrán. Az aljzat kiemelkedő energiájú beérkezést ad 0,9 s táján, de egyes aljzat alatti és fedőbeli objektumok is körvonalazhatók (pl. 30° körül a 0,2—0,3 s közötti intrúzió).

A módszertani tapasztalatok közül fontos, hogy az összegzést befolyásoló tényezőkre a szokásosnál nagyobb gondot kell fordítani: így a nagy domborzati és felszínközeli sebességváltozások miatt a statikus korrekciókhoz folyamatos kisrefrakciós mérések kellene. A horizontális sebességváltozások (üledék-szubvulkáni test) miatt folyamatos sebességvizsgálat látszik szükségesnek.

A börzsönyi kutatásokon kívül módszertani és földtani kutató jelleggel méréseket végeztünk alaphegységi kibúvások területén a Bükkben is.

4) Az év folyamán lényegében befejeződtek egy *sekélyszélesmikus, összegző típusú berendezés* konstrukciós munkái. A berendezés az „Intergeotechnika” kooperációs szerződés keretében készül. Működése az 50. ábrán látható blokkvázlatból érthető meg. A geofonjelek az $E_1 \dots E_{12}$ erősítőkről, az MX multiplexeren át, az AD analóg-digitál átalakítóra jutnak. A digitált jelek az S összeadó egységen keresztül a T tárolóba kerülnek. Innen egyrészt visszavezetjük az összeadóra, másrészt a DA digitál-analóg konverteren keresztül a K megjelenítő képernyőre, a D kiíróra, illetve az O oszcillográfra. A tárolt digitális adatokat az M kazetta magnetofonon lehet rögzíteni a későbbi feldolgozás céljaira. Az I indítójel hatására (rengéskeltő) a V vezérlőegység elindítja a digitálás folyamatát, és az adatok a T tárolóba kerülnek. Minden további rengéskeltésnél a tárolt adatokat kihívjuk a T tárolóból, hozzáadjuk az újabb adatokat, és az összeget visszavisszük a tárolóba. Ezt mindaddig ismételjük, amíg nem kapunk megfelelő felvételt. A felvétel minősége a K képernyőn folyamatosan ellenőrizhető. A tárolt felvételt a D dobra csatornánként kiírhatjuk melegtűs direktíróval.

A berendezés fényképe az 51. ábrán látható.

Specifikációja a következő:

Csatornaszám: 12 (24-ig bővíthető)

Erősítés: 96 dB (12 dB lépésekben)

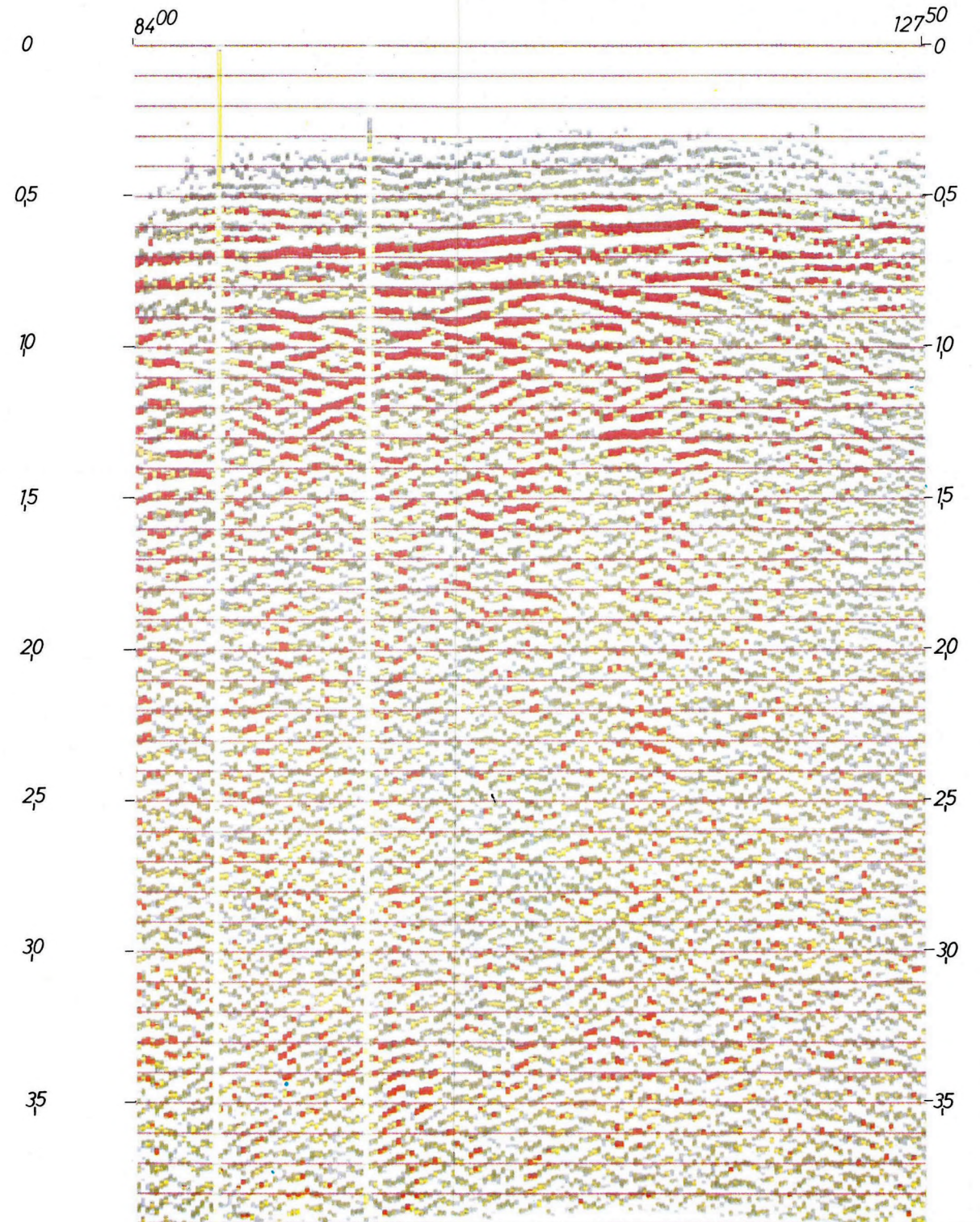
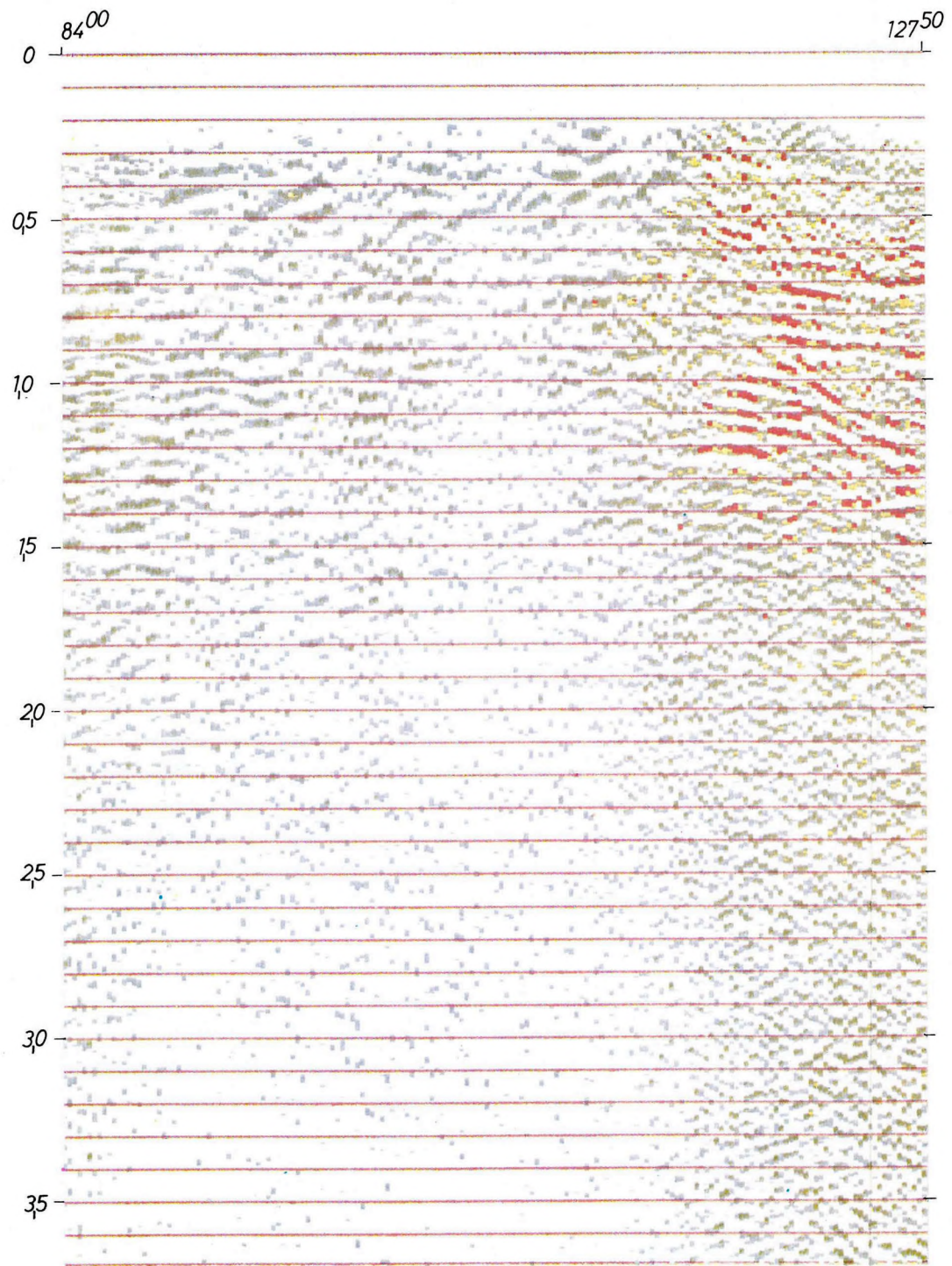
Frekvenciatartomány: 20—250 Hz; 20—500 Hz (átkapcsolható), vagy
aliasszűrő-cserével 20—1000 Hz; 20—2000 Hz
(átkapcsolható)

Mintavételi idő: 1 ms; 0,5 ms; 0,25 ms; 0,125 ms.

AD-konverter felbontóképessége: 10 bit (9 bit + előjel, 2 komplexens)

Szóhossz: 16 bit

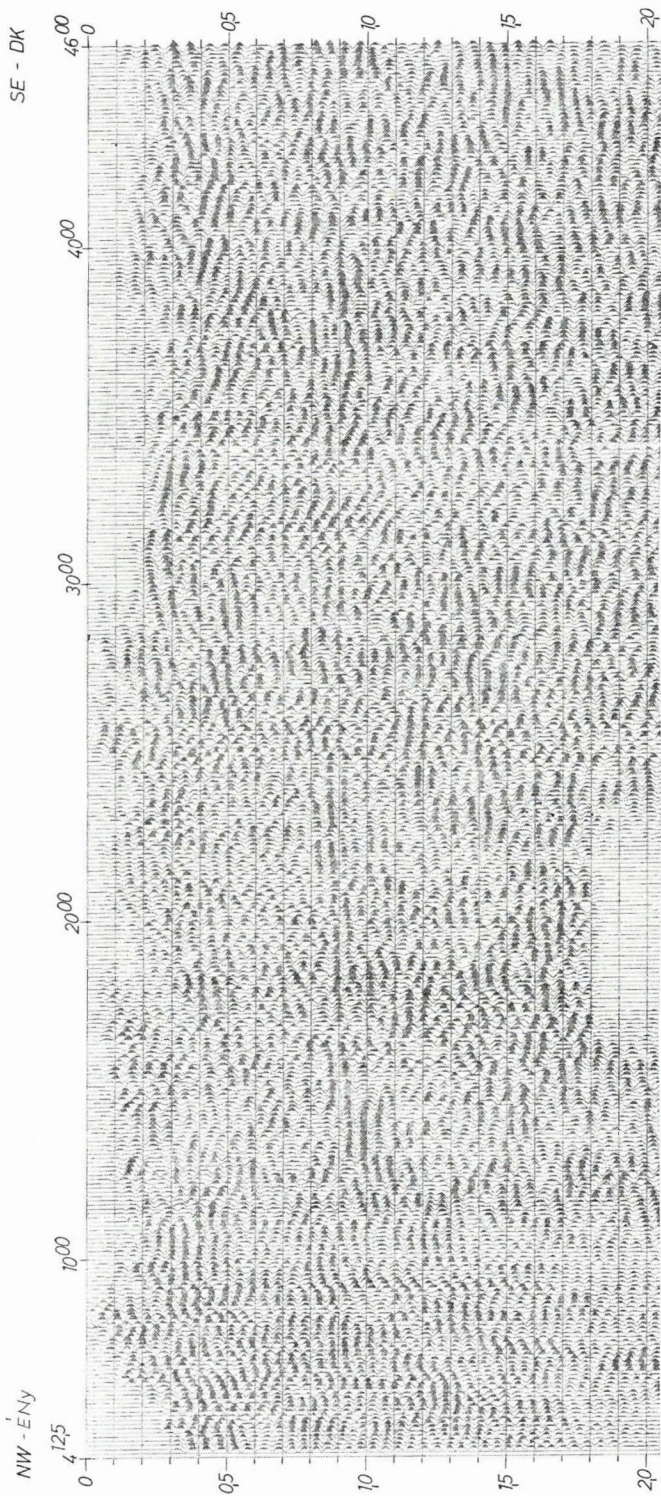
Összegzések száma: max. 64



48. ábra Józsa környéki szelvényrész. Bal oldali kép a robbantásos, jobb oldali a vibrátoros rezgés-keltéssel kapott időszelvényt mutatja

Fig. 48 Reflection time section from the Józsa district. Left side dynamite, right side VIBROSEIS

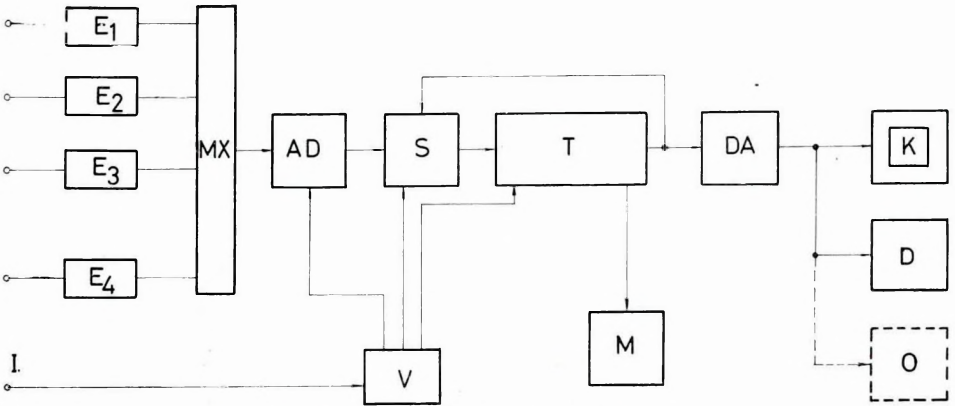
Рис. 48. Отрезок разреза в районе Иोजа. Временный разрез, полученный: в левой стороне — с взрывным возбуждением, в правой стороне — вибраторным возбуждением колебаний



49. ábra A börzsönyi Bő-1 vibrosziz-reflexiók időszelvény

Fig. 49 VIBROSEIS time section Bő-1, from the Börzsöny Mountains

Рис. 49. Временный разрез, по вибросейсмическому профилю МОВ Бő-1 в районе гор Баржень



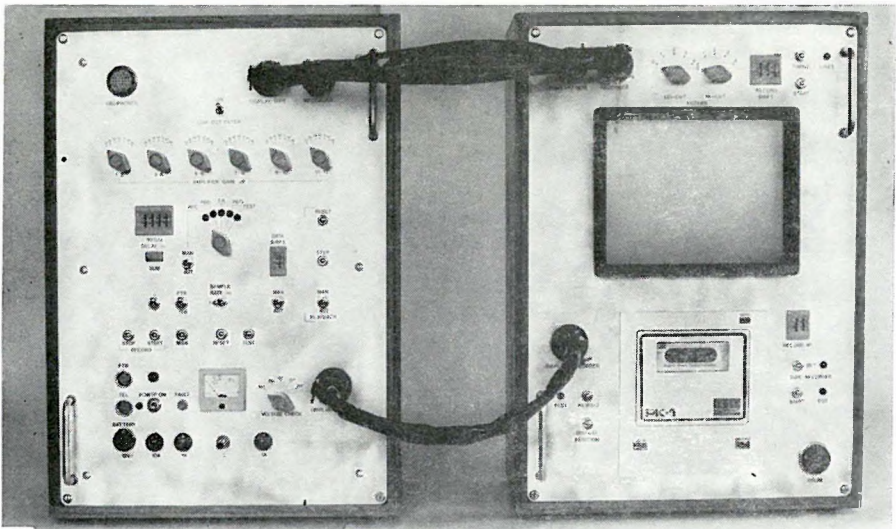
50. ábra Sekélyszizmikus digitális összegző berendezés blokkvázlata

E_1, \dots, E_{12} : felvevő-erősítők; MX: multiplexer; AD: analóg-digitál átalakító; S: összegző; T: tároló; DA: digitál-analóg átalakító; V: vezérlőegység; K: képernyő; D: kiíró dob; O: oscillográf (csatlakozás); M: magnetofon; I: indító jel (rezgésfeltétől)

Fig. 50 Block diagram of the summing type seismic equipment for engineering applications
 E_1, \dots, E_{12} : amplifiers; MX: multiplexer; AD: analogue to digital converter; S: accumulator; T: memory; DA: digital-to-analogue converter; V: control unit; K: screen; D: drum; O: oscillograph (optional); M: magnetic tape unit; I: start signal

Рис. 50. Схема цифровой суммирующей сейсморазведочной аппаратуры для исследования мелких глубин

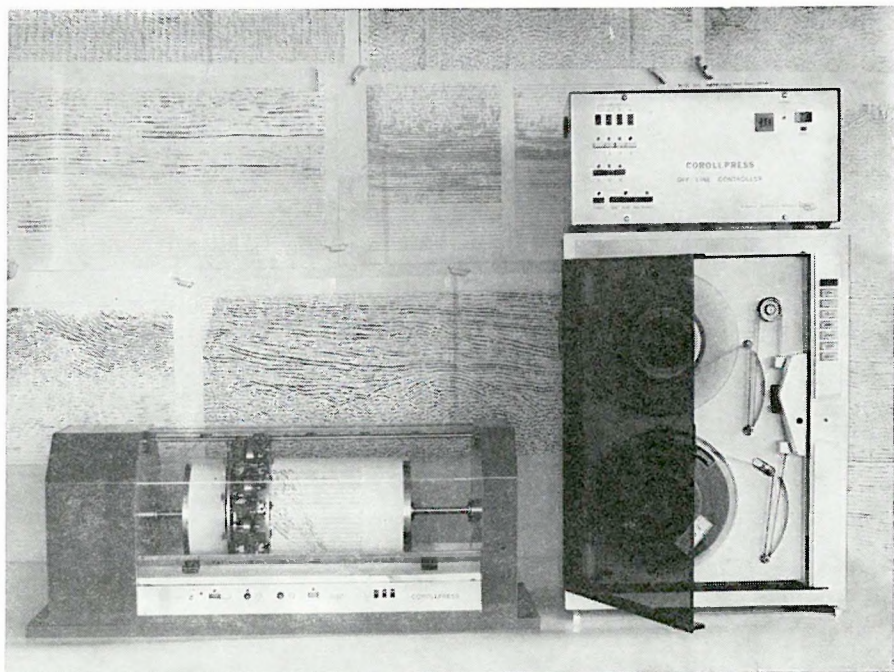
E_1, \dots, E_{12} — приемные усилители; MX — коммутатор каналов; AD — преобразователь аналог/код; S — суммирующее устройство; T — накопитель; DA — преобразователь код/аналог; V — управляющее устройство; K — экран; D — барабан; O — осциллограф (контакт); M — магнитное устройство; I — пусковой сигнал (с устройства возбуждения колебаний)



51. ábra Sekélyszizmikus digitális összegző berendezés

Fig. 51 Summing type seismic equipment for engineering applications

Рис. 51. Цифровая суммирующая сейсморазведочная аппаратура для исследования мелких глубин



52. ábra Off-line színes plotter

Fig. 52 Off-line colour plotter

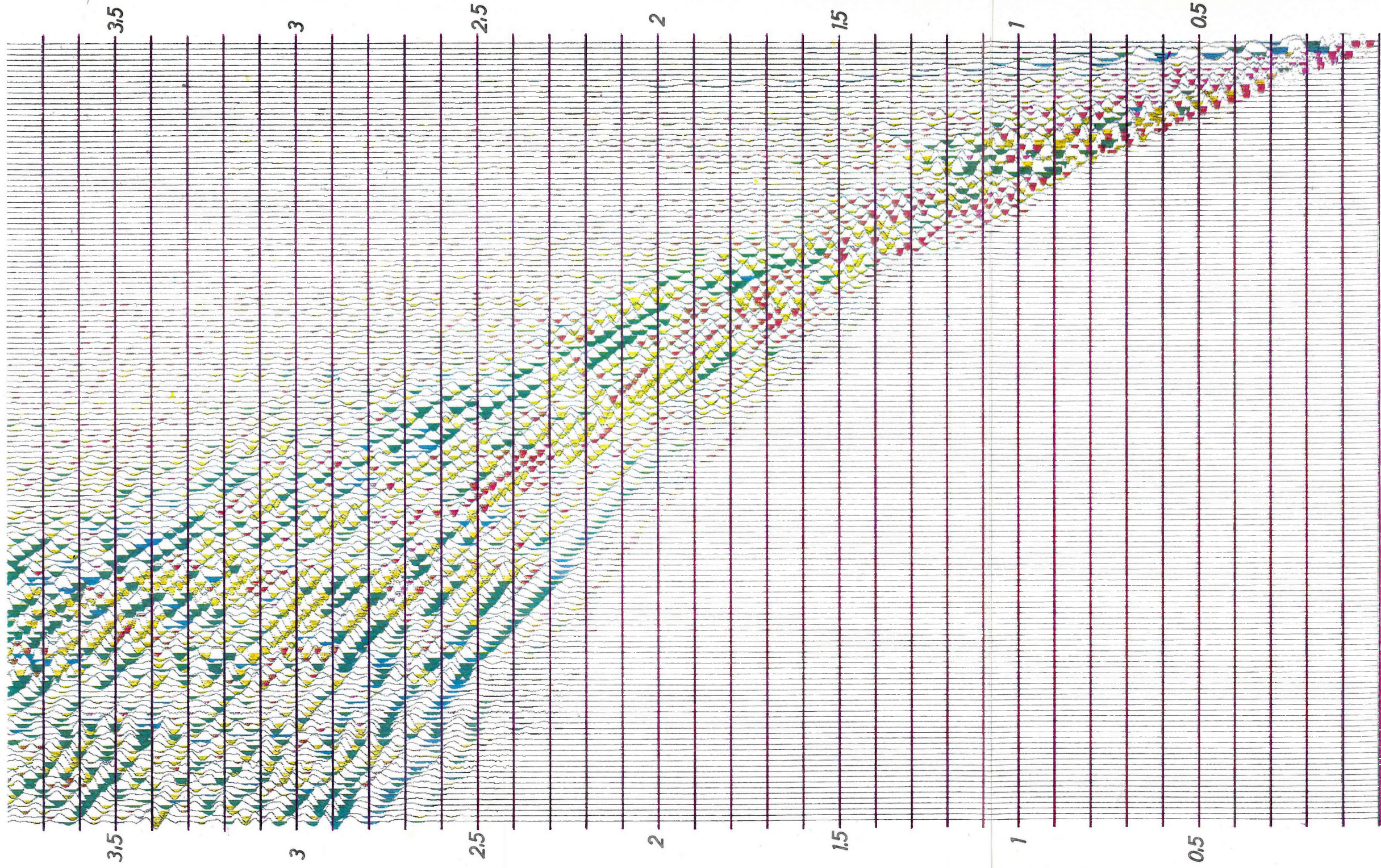
Рис. 52. Цветной плоттер, работающий в автономном режиме

Felvételhossz: 0,682 sec, 1 ms mintavétel esetén (függ a tároló kapacitásától)

Tároló kapacitása: 8 K (bővíthető 24 K-ig az alapkiépítésben)

Felvétel-késleltetés: 10 s-ig 10 ms lépésekben.

5) Az *off-line színes plotter* (52. ábra) rutinszerű alkalmazásával a reflexiók időszelvények különböző jellemzőinek kiemelésén kívül, megkezdjük a refrakciós időszelvények ábrázolását is. Az 53. ábra egy refrakciós beérkezés-sorozatot mutat be látszólagos frekvencia szerinti színezéssel. Az egy robbantóponthoz tartozó egymás utáni felvételeket, a csatornánkénti maximális amplitúdóra normálva, fekete színnel hullámírással írtuk ki, és változó területírással látszólagos frekvencia szerint színeztük.



53. ábra Refrakciós beérkezés-sorozat látszólagos frekvencia szerinti színezéssel
Színskála: kék — 4—10 Hz; zöld — 10—15 Hz; sárga — 15—20 Hz; narancs —
20—25 Hz; piros — 25—30 Hz

Fig. 53 Refraction arrivals coloured according to frequency content
(Colour key: blue — 4—10 Hz, green — 10—15 Hz, yellow — 15—20 Hz, orange —
20—25 Hz, red — 25—30 Hz)

Рис. 53. Серия вступлений преломленных волн с окраской по кажущейся частоте.
Шкала окраски: голубой цвет — 4—10 гц; зеленый — 10—15 гц; желтый —
15—20 гц; оранжевый — 20—25 гц; красный — 25—30 гц

2.2 GEOELEKTROMOS MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK*

1977-ben már négy *DIAPIR—4005 típusú digitális, automatikus, gerjesztett-potenciál mérőműszert* használtunk rutinszerűen a hazai és külföldi ércgeofizikai kutatásokban. A DIAPIR-műszerek általában a

$$t_k = a_j b^k$$

idősor szerint vesznek mintát a lecsengési görbéből, és automatikusan kiszámolják az adott időpontokhoz tartozó látszólagos polarizálhatósági (P_{a_k}) értékeket. A DIAPIR—4005-nél

a_j — az első mintavétel időpontja (0,125 s);

b — a mintavételezés sűrűségét meghatározó tényező (értéke 2);

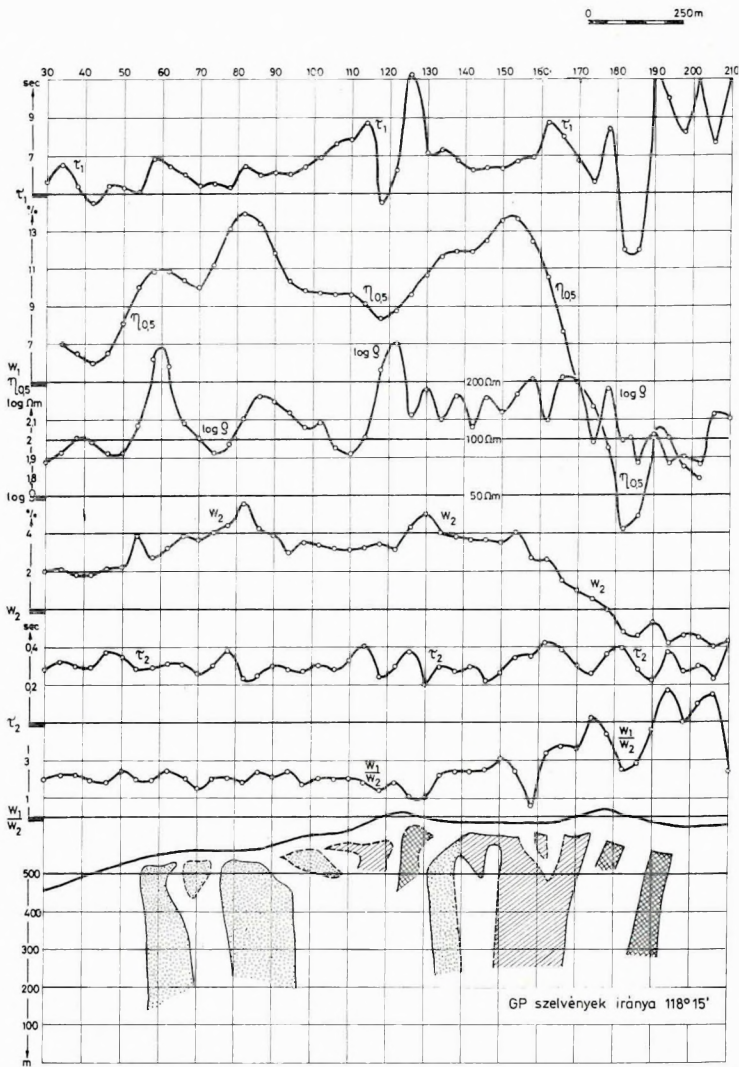
k — a mintavételezés sorszáma, $0 \leq k \leq 4$, tehát összesen 5 adatot kapunk.

Kísérleti méréseink során bebizonyosodott, hogy az esetek túlnyomó többségében a lecsengési görbe ilyen rövid szakasza jól — néhány százalékos pontossággal — közelíthető két exponenciális tag összegével. Ennek alapján írtuk meg a feldolgozó programot a HP—97 kalkulátorra. A program főbb lépései:

- 1) tetszőleges számú mérési adat (P_{a_k}) átlagolása;
- 2) az első, nagyobb időállandójú komponens amplitúdójának (w_1) és időállandójának (τ_1) kiszámítása P_{a_3} és P_{a_4} értékekből;
- 3) az első komponens t_0 , t_1 és t_2 időpontokban felvett értékének levonása a mért P_{a_0} , P_{a_1} és P_{a_2} értékekből és az így kapott különbségekből a második komponens paramétereinek (w_2 és τ_2) kiszámítása;
- 4) a w_1/w_2 és $w_1 + w_2$ értékek kiszámolása;
- 5) a kétkomponenses exponenciális közelítés és a mért értékek közti százalékos eltérések meghatározása.

A paramétereket, simítás után, szelvényeken vagy térképeken ábrázoljuk. A Börzsönyben, középgradiens-szelvényezéssel végzett GP-mérések egy jellegzetes szelvénye látható az 54. ábrán.

* Bojár G., Dankházi Gy., Erkel A., Kardeván P., Simon P., Szabadvány L., Verő L., Rezsényi G.



54. ábra DIAPIR-mérésekből meghatározott dinamikus paraméterek változása a 33. szelvény mentén és a GP-hatók elhelyezkedése

Fig. 54 Variation of dynamic parameters determined by IP measuring unit DIAPIR along profile 33 and position of IP causing bodies

Рис. 54. Изменение динамических параметров, определенных по наблюдениям «ДИА-ПИР» по профилю № 33, и расположение тел, вызывающих аномалии ВП

Az értelmezés alapjául az a korábbi megállapításunk szolgáit (részletebben lásd az 1976. Évi Jelentést), hogy hosszú idejű gerjesztés után hosszú ideig mért lecsengési görbe lehetőséget nyújt a GP-ancmáliák minősítésére. Ez a vizsgálati módszer azonban mind a mérést, mind a fel-

dolgozást tekintve igen időigényes, ezért rutinszerűen nehezen alkalmazható. Elméletileg megvizsgáltuk, nem helyettesíthetők-e a hosszú idejű mérések rövidebb, például DIAPIR—4005-tel végzett mérésekkel? Jellegetes lecsengési görbéket dolgoztunk fel az előbb közölt programmal is, miután a többkomponenses közelítés eredményei már ismertek voltak. Megállapítottuk, hogy

- az amplitúdók összege kevésbé függ a feldolgozás módszerétől, azaz

$$w_1^D + w_2^D \simeq \sum_{i=1}^5 w_i$$

(a D index arra utal, hogy a kétkomponenses közelítés DIAPIR-ra! végzett mérésnél is lehetséges);

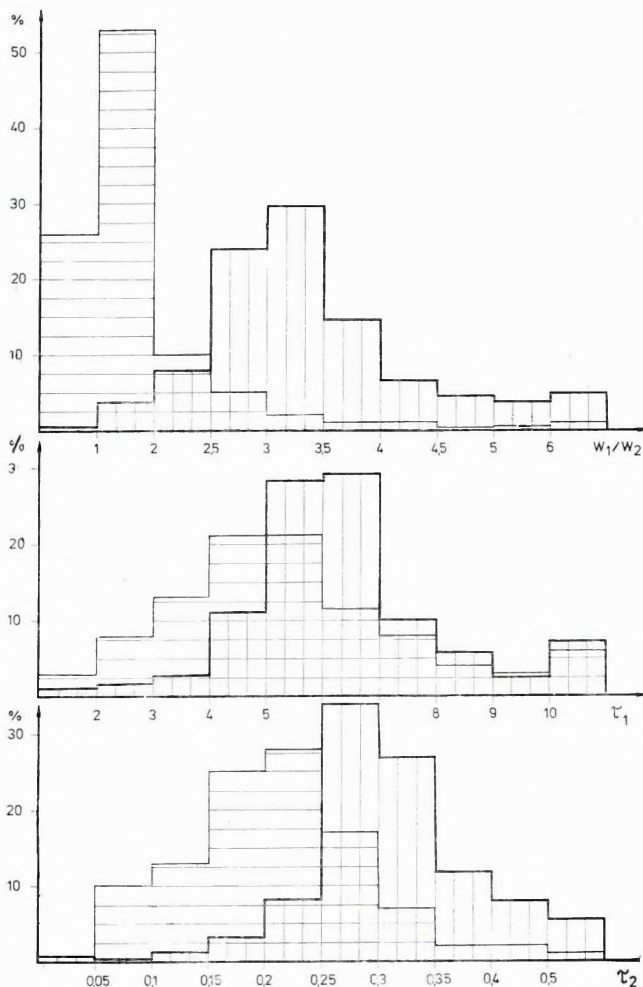
- a második komponens paraméterei jó közelítéssel megegyeznek a legrövidebb időállandójú komponens paramétereivel, azaz

$$w_2^D \sim w_5; \text{ illetve } \tau_2^D \sim \tau_5.$$

Nagyszámú terepi mérés igazolta fenti megállapításaink helyességét. A hosszú idejű mérésekből szerkeszthető $w-\tau$ diagramokhoz hasonlóan, a w_1/w_2 értékek eloszlása is jelentősen eltér a szulfidos és grafitos GP-hatók felett (55. ábra). Bár az időállandók eloszlásában ilyen éles különbségek nincsenek, az elméleti vizsgálatokból igen valószínű, hogy τ_1 elsősorban tömzsös-telérés szulfidércek felett növekszik meg jelentősen. Ezen megfontolások alapján ott jelöltük ki a legperspektivikusabb szakaszokat, ahol a w_1/w_2 és τ_1 paraméterek együtt vettek fel az átlagosnál nagyobb értéket.

A jelalak-analízis nagyobb pontossági követelményeket támaszt a terepi méréssel szemben, mint a hagyományos TD-módszer. Ezért a DIAPIR-ral is több időt igényel egyetlen pont lemérése, mint például az IPR—7-tel, vagy a GESKA-val. Ezzel szemben áll egyrészt a jelentősen megnövekedett információ-mennyiség, másrészt — saját építésű műszerről lévén szó — az a lehetőség, hogy a terepi csoportot több műszerrel ellátva jobban kihasználjuk a rendelkezésre álló időt. 1977. évi méréseink is igazolták, hogy a csoport felszereltségének javításával, gondosan kidolgozott előterítési rendszerrel jelentősen növelhető a GP-mérések volumene.

A DIAPIR-műszer-család két újabb tagjával, az R és a 4010/N típusal terepi méréseket még nem végeztünk. A DIAPIR—R lehetővé teszi az analóg regisztrálók dinamika-tartományának 1—2 nagyságrenddel való megnövelését, az 56. ábrán látható módon. Ha a primer és a szekunder jelet (U_T és U_j) is azonos erősítéssel regisztráljuk, akkor a két jel amplitúdója között 1—2 nagyságrend különbség van (56. A. ábra). Ha a primer



55. ábra DIAPIR-mérésekből meghatározott dinamikus paraméterek százalékos eloszlása két kutatási területen

Fig. 55 Percentage distribution of dynamic parameters determined by IP measuring unit DIAPIR on two different localities

Рис. 55. Процентное распределение динамических параметров, определенных по наблюдениям «ДИАПИР» по двум районам работ

jelből levonjuk a bekapcsolás pillanatában felvett értékét ($U_{T_{00}}$), akkor a két jel dinamikája már megegyezik (56. B. ábra). Ezt a levonást analóg áramkörökkel oldottuk meg. A dinamika-tartomány további növelését automatikus vezérlésű D/A konverter biztosítja. Ha a jel a regisztrálási tartományt bármely irányban túllépné, ez az áramkör a dinamika-tartománynak megfelelő feszültséget ad hozzá a jelhez, illetve von le belőle

(56. C. és D. ábrák). A DIAPIR—4010/N típusú műszer tíz időpontban méri a P_{a_k} értékét $t_k = 3$ s-ig és ezeket az értékeket tárolja. 3 s eltelte után 3 másodpercenként méri és a méréssel egy időben kijelzi a P_{a_k} értékeket. A kívánt hosszúságú mérés után az adatok egyenként kiolvastathatók a tárból. Ezt a típust elsősorban a nagy időállandójú, tömzsös-telérés érce-sedések részletes kutatásában lehet majd hasznosan alkalmazni, ahol a jellegzetes lecsengési görbetípusok még ismeretlenek.

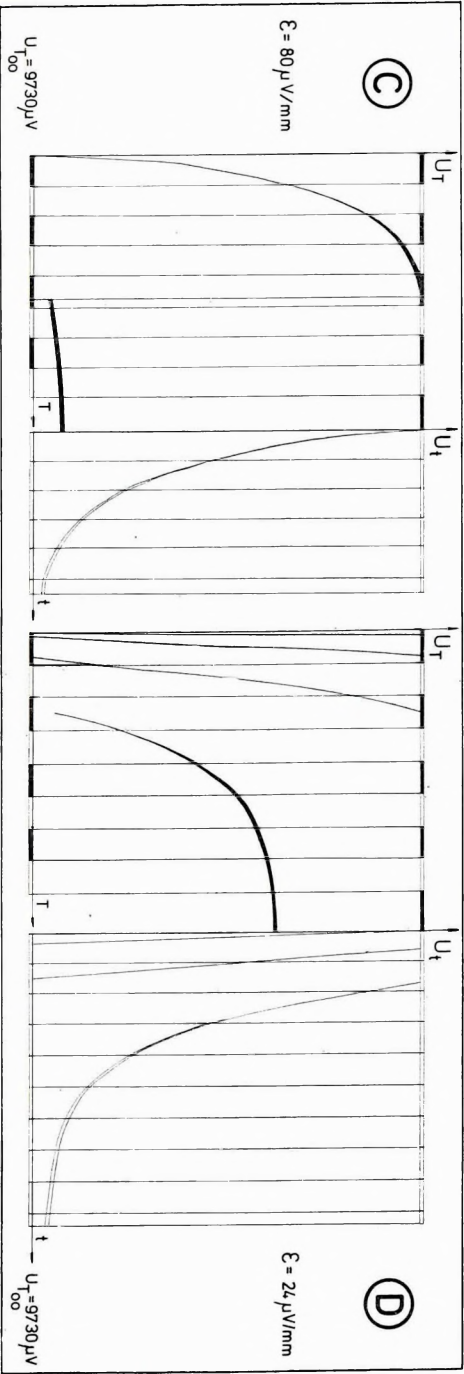
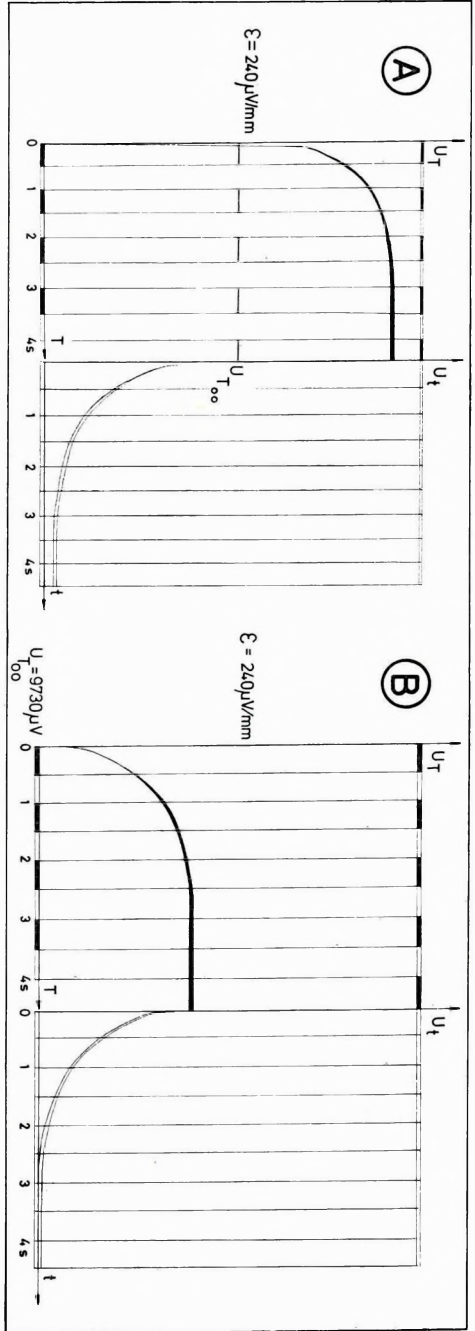
Több éves fejlesztő munka eredményeképpen elkészült a *váltóáramú gerjesztett potenciálmérő berendezés*, a SEF—4 műszer is. A 300 W-os tápegység kváziszinusos, 0,1%-ra stabilizált amplitúdójú jeleket állít elő; a maximális tápáram 1 A. A négy frekvenciát — 0,1 — 0,4 — 1,6 — 6,4 Hz — nagy pontosságú kvarcoszcillátor segítségével állítja elő. Ugyanilyen kvarcoszcillátor van a vevőben is, ezek szinkronizálása egy teljes munkanapon át biztosítja a $\pm 0,1^\circ$ -os fázisszög-mérési pontosságot. A látszólagos fajlagos ellenállás meghatározása integrál középérték-méréssel történik, maximális érzékenysége 0,1 μ V.

A SEF—4 műszerrel végzett méréseket — hasonlóan a DIAPIR-műszerekhez — HP—97-re írt program segítségével dolgozzuk fel. A műszerről leolvasható adatok bevitele után a kalkulátor kiszámolja és nyomtatja a következő adatokat:

- a látszólagos fajlagos ellenállás értékét a négy frekvencián,
- a fázisszög értékét a négy frekvencián,
- a 0,0 Hz-re extrapolált fázisszög értékét,
- a hat lehetséges PFE-értéket,
- a 0,1 és 0,4 Hz-es adatokból számolt MF-értéket,
- a Cole-Cole-diagram megszerkesztéséhez szükséges normált képzetes és valós részeket.

Három területen végeztünk méréseket, mindenütt az *FD*-mérésekben szokásos dipól-dipól elrendezéssel. A dipólhossz 25—100 m volt. Ezek a mérések — elsősorban módszertani célból — olyan területeken történtek, amelyek *TD*-mérésekből már ismertek voltak. Legfontosabb tapasztalataink a következők:

- 1) Bebizonyosodott, hogy — főleg kis fajlagos ellenállású ($\rho_a \sim \sim 0,1$ ohmm) környezetben — ugyanazt a lehatolási mélységet a SEF—4 közel egy nagyságrenddel kisebb teljesítményű adóval is el tudja érni, mint a *TD*-mérés.
- 2) Az esetek többségében igen jó a korreláció a fázisszög és a PFE-értékek között.
 -) Még ilyen kis kutatási mélységeknél is szükség lehet a 0,0 Hz-re való korrigálásra, azaz még 0,1 Hz-en is jelentkezik az elektromágneses csatolás.
 -) A *TD* és *FD* paraméterek összevetése nehezebb, mert a kétféle mé-



rési módszer eltérő követelményei miatt nem lehet ugyanazt a terítési rendszert használni. Ennek ellenére az 57. ábrán is jól látható, hogy a korreláció elég jó.

Az OMFБ és az ELGI közös finanszírozásában elkezdődött egy *nagy teljesítményű, nagy lehatolási mélységű szulfidérc-kutató berendezés* építése, mérési és feldolgozási módszer kifejlesztése. A műszer digitális mágnesszalagos jelrögzítőre igen nagy pontossággal (11 + 1 bites A/D konverter), számítógép-kompatibilis formában írja fel a mérőcsatornákról érkező jeleket. Első lépésként az analóg csatorna prototípusát készítettük el és kipróbáltunk több számítógépes feldolgozási eljárást is szintetikus lecsengetési jeleken.

A *geoelektromos mérések feldolgozásának automatizálása* terén megkezdtük a felkészülést az 1978. évre tervezett ESZR számítógép-beruházásra. Az új programokat a beruházásra tervezett géppel kompatibilis IBM—370/145 számítógépen ellenőrizzük.

Az 1976-ban elkészült DEF—1 digitális elektromágneses felvevőberendezés (1976. Évi Jelentés) magnetellurikus regisztrátumainak feldolgozása (1975. Évi Jelentés) során szerzett tapasztalatok új igényeket vetettek fel.

Az új program vázlatát az 58. ábra mutatja. Az új algoritmus — a korábbi feldolgozással szemben — a következő módszertani előnyöket mutatja:

- minden frekvencián biztosítja a maximális bemenő adatszám növelését 40 000-ről 160 000-re; ezzel növekedik a statisztikus feldolgozás megbízhatósága,

- lehetőségessé vált a rövidebb-hosszabb zajos pulzációk vagy szakaszok felismerése és kihagyása,

- az impedancia-tenzor mellett a független admittancia-tenzort is meghatározza,

- a kiszámolt tenzorkomponensek hibájának pontos becslését adja.

← 56. ábra Analóg regisztráló dinamika-tartományának növelése

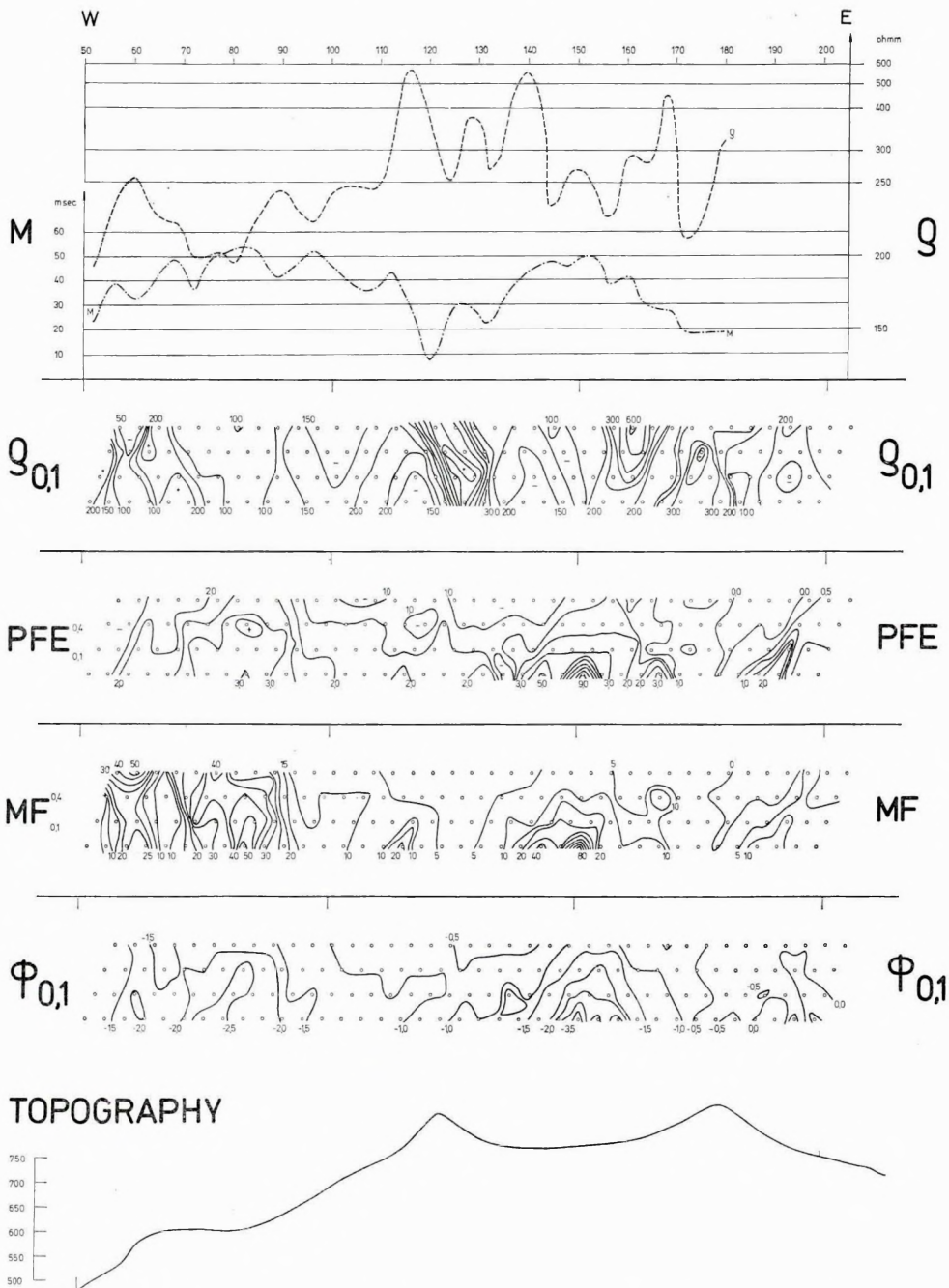
A: a primér és szekundér jel mérése azonos érzékenységgel; B: a primér és a szekundér jel mérése azonos érzékenységgel, a primér jel egy része kompenzálva; C, D: mérés megnövelt érzékenységgel, a regisztrálási tartomány többszörös kihasználásával

← Fig. 56 Increasing the dynamic range of the analogue recorder

A: registration of primary and secondary signals by equal sensitivity; B: registration of primary and secondary signals by equal sensitivity, but part of the primary signal compensated; C and D: registration by increased sensitivity by multiple exploitation of recording range

← Рис. 56. Повышение динамического диапазона аналогового регистратора

A — измерение первичного и вторичного сигналов с аналогичной чувствительностью; B — измерение первичного и вторичного сигналов с аналогичной чувствительностью, часть первичного сигнала компенсирована; C, D — измерение с повышенной чувствительностью, с многократным использованием диапазона записи



57. ábra Frekvencia-tartománybeli (FD) ($Q_{0,1}$, $PFE_{0,1}^{0,4}$, $MF_{0,1}^{0,4}$, $\Phi_{0,1}$) és időtartománybeli (TD) (M , Q) mérések a 33. szelvény mentén

Fig. 57 Frequency domain ($Q_{0,1}$, $PFE_{0,1}^{0,4}$, $MF_{0,1}^{0,4}$, $\Phi_{0,1}$) and time domain (M , Q) registration along profile 33

Рис. 57. Измерения в диапазоне частот (FD) ($Q_{0,1}$, $PFE_{0,1}^{0,4}$, $MF_{0,1}^{0,4}$, $\Phi_{0,1}$) и в диапазоне времени (TD) (M , Q), по профилю № 33

Az új eljárás kidolgozásában nagy segítséget jelentett a moszkvai VNYI Geofizika munkatársaival folytatott rendszeres konzultáció és tapasztalatcsere.

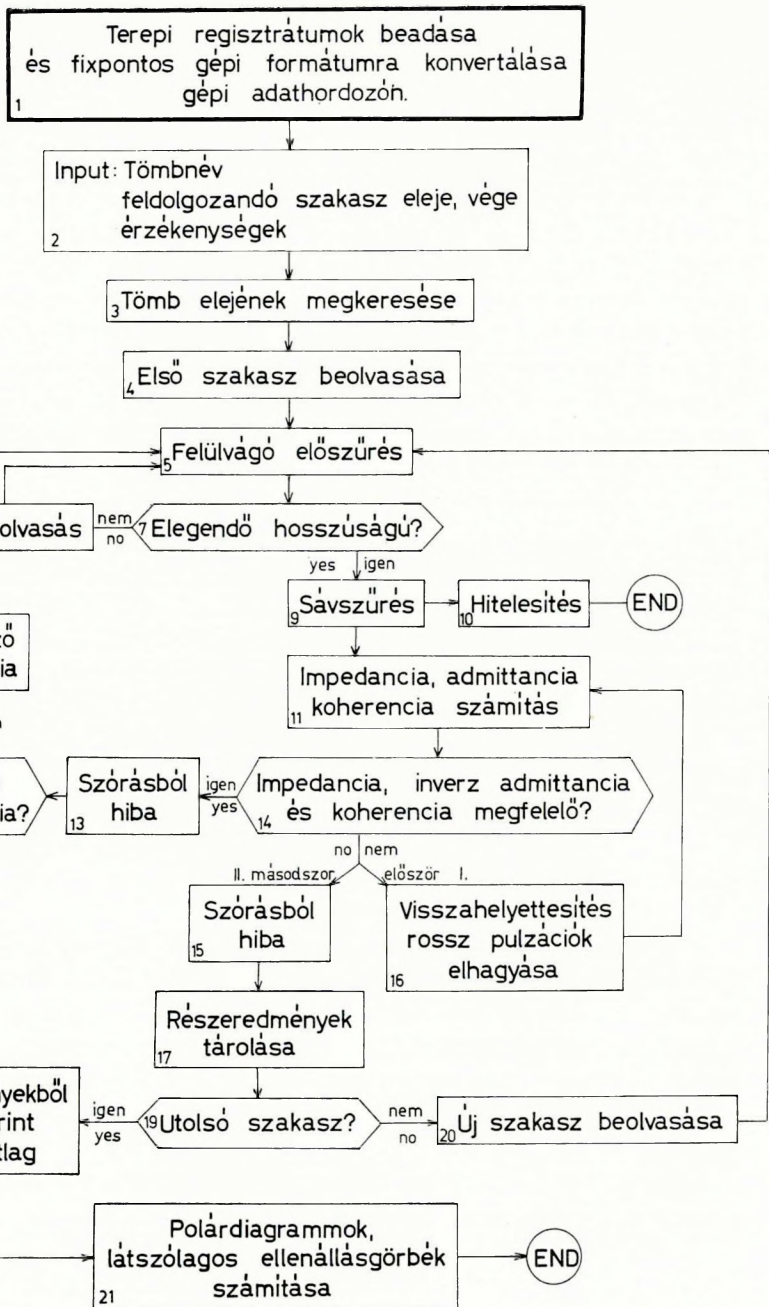
Eddigi tapasztalataink szerint az új eljárás — költségnövekedés nélkül — fél nagyságrenddel növelte az impedancia-meghatározás pontosságát.

A geoelektromos automatizálásnak igen eredményes és hálás területe az 1976-ban üzembe állított HP—9815 A kalkulátorral és plotterrel felszerelt *terepi számítócentrum* programrendszerének továbbfejlesztése. A geoelektromos térképező mérések feldolgozása mellett (1976. Évi Jelentés) sor került a szondázási görbék kiértékelésére is. A kalkulátor nyújtotta grafikus interaktív lehetőségek a szondázási görbék kiértékelésében kiküszöbölik az elméleti görbeseregek használatát. A gép által ábrázolt mérési adatokra a becsült, majd fokozatosan javított paraméter-sorozatnak megfelelő elméleti görbék rajzolása néhány perc alatt megtörténik. Így a geofizikus kiértékelő pontos képet kap nemcsak a kiértékelés közvetlen eredményéről, hanem annak megbízhatóságáról és az ekvivalencia-viszonyokról is. A direkt kiértékeléssel szemben az eljárás lehetőséget nyújt a földtani okokra visszavezethető torzulások meghatározására. A VESZ elméleti görbeszámoló program az ELTE Geofizikai Tanszék (Salát P. és Drahos D.) által javasolt diszkrét konvolúciós algoritmussal dolgozik, és az általuk kiszámolt szűrőegyüttható-sorozatot használja.

A bauxit-, barnakőszén- és vízkutatás feladataihoz a multifrekvenciás elektromágneses módszerfejlesztést a KFH és az OMF megbízása alapján végezzük. 1977-ben a kanadai Scintrex cég SE—77 típusú berendezésével megkezdtük a terepi módszertani méréseket. Induktív csatolású mágneses adóhurok mágneses terét mértük Turam-elrendezésben: 35, 105, 315, 945 és 2835 Hz fix frekvenciákon.

A módszer hatékonyságát Bakonyoszlopon, igen nehezen kutatható földtani modellen próbáltuk ki eocén mészkővel fedett bauxittest kimutatására. A mérések 315 Hz frekvencián pozitív eredményt hoztak: a 7%-ot elérő anomáliakép jó egyezést mutat a bauxit feküjét képező triász felszín mélységtérképével. A terepi mérések feldolgozását, korrigálását a homogén féltérhez tartozó normáltérrel a terepi számítócentrumban végezzük.

Tovább vizsgáljuk a módszer alkalmazhatóságát elsősorban hosszan elnyúlt hatók (szerkezeti vonalak, ércetek) felderítésénél.



58. ábra Magnetotellurikus regisztrátumok feldolgozásának blokkvázlata IBM—370/145 számítógépen

Fig. 58 Diagram of processing of magneto-telluric registrations on computer IBM 370/145

Рис. 58. Схема обработки магнитотеллурических данных на ЭВМ типа IBM-370/145

2.3 MÉLYFŰRÁSI GEOFIZIKAI MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS*

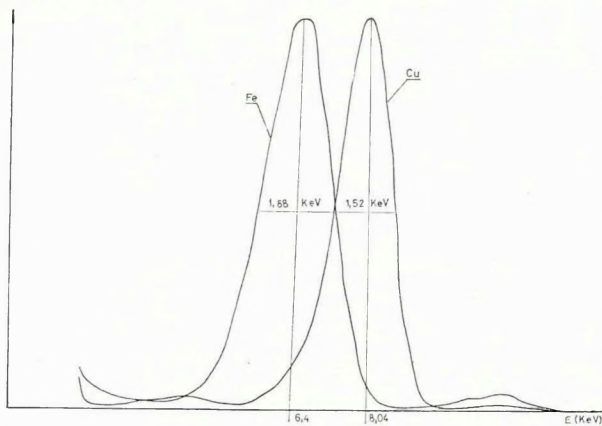
A nukleáris műszerfejlesztést kiterjesztettük az izotópos röntgenfluoreszcens (XRF) analízis területére. Elkészítettünk egy kísérleti berendezést, amely Fe, Cu, Zn, Pb-elemkoncentráció meghatározására alkalmas.

A 43 mm átmérőjű, rugóval falhoz szorított kombinált szonda detektorai jó felbontóképességű proporcionális csövek. A szondához két cserélhető detektoregység tartozik. Az egyik egység proporcionális csövet tartalmaz, állítható sugárforrás-tartóval, valamint a felszínről vezérelhető mechanikus kiegyenlített szűrőpárral. A kis zajú, egycsatornás energiaszelektív üzemmódú elektronika a detektor jeleit hagyományos karotázskábelben keresztül 0,5 KeV zajküszöbvel juttatja a felszíni egységhez. Így folyamatos spektrális, ill. szűrőpárokkal pontmérés valósítható meg. A szondával felvett réz- és vasminták karakterisztikus sugárzásának spektrumát láthatjuk az 59. ábrán. A második detektoregység két proporcionális csövet tartalmaz, fix elrendezésű szűrőpárral. Az egység csatlakozásával a szondaelektronika automatikusan átkapcsolódik kétparaméteres detektorüzembe és a jeleket hagyományos felszíni egység dolgozza fel. Mindkét üzemmódban a detektorok és a sugárforrás (^{238}Pu) előtt a szondaház falában berillium-ablak van.

A szabványos műszerdobozba szerelt felszíni műszer blokkvázlata a 60. ábrán látható. A mérési módtól függően a ratemeterek kicserélhetők scalerekre, amelyekhez négycsatornás, 6 számjegyes termenyomtató csatlakoztatható. A négycsatornás, spektrális üzemmóddhoz kifejlesztettünk egy 50 mm széles négycsatornás analizátor-egységet, amelyen az energiaablakok „programdugóval” beállíthatók. Egy összeállítás látható a 61. ábrán.

A berendezés alkalmazási vizsgálatában megállapítottuk, hogy spektrális üzemmódban a szonda érzékenysége akkor teszi lehetővé az elemek szétválasztását, ha a vizsgálandó elemek közötti rendszámkülönbség

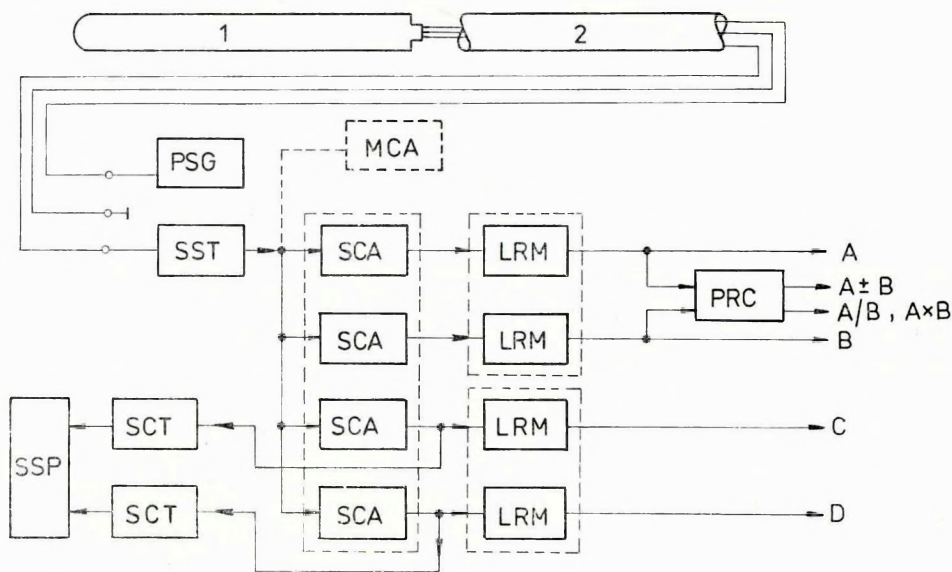
* Andrásy L., Baráth I., Dankházy Gy., Karas Gy., Kórodi G., Liszt F., Mészáros F., Morvai L., Renner J., Tatár J.



59. ábra Vas- és rézminták tipikus spektruma

Fig. 59 Typical energy spectra of iron and copper samples

Рис. 59. Типичный спектр проб железа и меди



60. ábra XRF-analizátor blokkvázlata

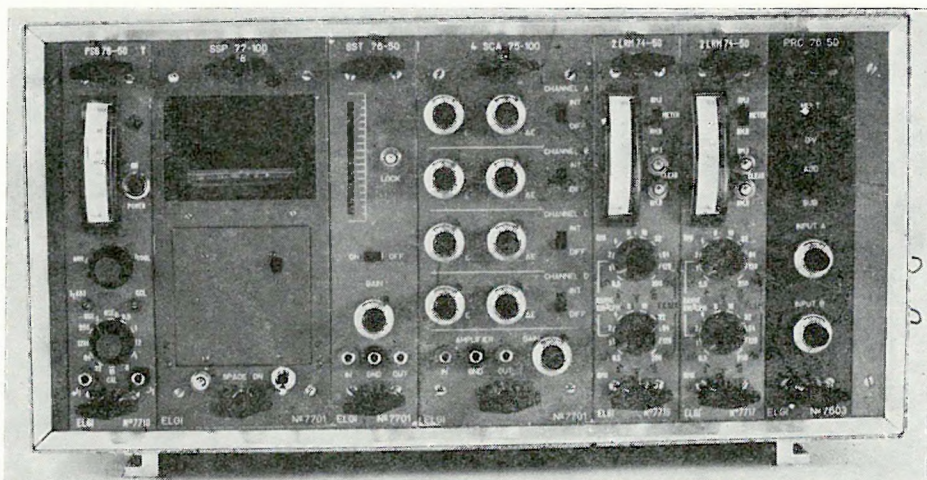
1 — szonda; 2 — kábel; PSG — tápegység; SST — spektrumstabilizátor; SCA — egy-csatornás analizátor; LRM — lineáris ratemeter; PRC — analóg processzor; SCT — scaler; SSP — sornyomtató; MCA — sokcsatornás amplitúdó-analizátor (feltételesen); A, B, C, D — kimeneti csatlakozások

Fig. 60 Block diagram of XRF analyser

1 — probe; 2 — cable; PSG — power supply and generator; SST — spectrum stabilizer; SCA — single channel analyser; LRM — linear rate meter; PRC — analogue processor; SCT — scaler, timer; SSP — serial scanner printer; MCA — multichannel analyser (optional); A, B, C, D — output terminals

Рис. 60. Схема анализатора XRF:

1 — зонд; 2 — кабель; PSG — источник питания; SST — стабилизатор спектра; SCA — одноканальный анализатор; LRM — линейный измеритель скорости счета; PRC — аналоговый процессор; SCT — счетчик; SSP — строкпечатающее устройство; MCA — многоканальный анализатор амплитуд (условно); A, B, C, D — выходные контакты



61. ábra XRF-analizátor

Fig. 61 XRF analyser

Рис. 61. анализатор XRF

3-nál nagyobb. Ha ez nem áll fenn, az energiamérést szűrőpáros eljárással kell kombinálni. Egy ilyen energia és szűrőpáros kombinatív mérési eredményt mutatunk be az I. táblázatban.

Az energia-tartományokat (ΔE) változtattuk vas, réz és porított kőzetminta esetén, amikor is az ablak szélességét és a Ni/Co szűrőpárt is a réz vizsgálatára választottuk. Látható pl., hogy a 8,35—9,25 KeV-es ablak szélességénél a 100%-os vas 39 impulzusbeütést eredményez. A szűrőpár hatásának ellenőrzését úgy végezzük el, hogy a „nem mért elem” (vas) különbségi beütésszámának — az ideális zérus értéken túl — a következő határok között kell lennie:

$$0 \pm 5\delta \text{ (beütés/s)} = 0 \pm 5 \sqrt{\frac{2T-D}{t}},$$

ahol:

T — beütésszám áteresztő szűrővel

D — a különbségi beütésszám

t — a mérési idő,

ami a választott beállításban teljesül. Meg kell jegyezni, hogy ez a hatás 100%-os vasra vonatkozik, kőzetviszonyok között ez még kedvezőbb.

Szűrőpáros kalibrációs mérés adatai
Calibration with filter pair
Данные калибровочных измерений с парами фильтров

ΔE	8,65—8,95 KeV			8,95—9,1 KeV			8,35—9,25 KeV			8,2—9,4 KeV			integrális üzem integral mode of operation интегральный режим		
	I_1	I_2	ΔI	I_1	I_2	ΔI	I_1	I_2	ΔI	I_1	I_2	ΔI	I_1	I_2	ΔI
Cu 100%	3590	1409	2181	7510	2743	4767	10696	4195	6501	14523	5860	8683	59339	25337	34002
Fe 100%	150	150	0	329	313	16	596	557	39	988	882	106	33438	30533	2743
Cu 1,25% Fe 10,0%	174	103	71	335	219	116	534	327	207	757	473	284	9242	8188	1054

I_1, I_2 } az egyes szűrőkkel kapott beütésszámok
counts with filters
показания с одиночными фильтрами

ΔI } a két beütésszám különbsége
difference of counts
разность двух показаний

A nukleáris módszerfejlesztés feladatkörében elvégeztük a KRGNN-3-150—76sHY háromcsatornás neutronszonda hitelesítését $1,44 \cdot 10^7$ neutron/s intenzitású ^{252}Cf neutronforrással négy különböző szondahelyzetben: centrikusan, a fúróluk falától 20 mm-re, a fúróluk falától 10 mm-re és falhoz szorítva. A diagramok paramétere a fúróluk-átmérő (134 és 214 mm) és a szondahossz. A 62. ábrán a falhoz szorított helyzetre megszerkesztett diagramot mutatjuk be.

A 62. ábrán látható kiértékelő diagram alkalmazását a tarnabodi fúrásban felvett kísérleti neutronszelvények kiértékelésén mutatjuk be. A II. táblázat tartalmazza az 1850 m-től 1910 m-ig terjedő mélységintervallumra a kiszámított Φ_n neutronporozitás-értékeket.

Neutronporozitás kiértékelési adatai
Neutron porosity data
Результаты интерпретации нейтронной пористости

II. Táblázat
Table II.
Таблица II.

N ^o	mélység depth глубина [m]	a _r = 50 cm		a _h = 74 cm	
		N _r [cpm]	Φ_N [%]	N _h [cpm]	Φ_N [%]
1	1849,0	7 148	35,0	1111	34,25
2	1851,5	11 255	29,0	1370	32,50
3	1854,0	9 126	31,5	1148	34,0
4	1856,5	12 776	27,2	1444	31,7
5	1858,0	6 540	36,0	889	36,2
6	1860,0	7 148	34,7	1036	35,0
7	1863,5	6 388	36,0	925	36,0
8	1866,0	8 365	32,5	1037	35,0
9	1869,5	5 779	37,5	889	36,0
10	1875,0	7 148	35,0	814	37,0
11	1877,5	5 627	37,5	889	36,0
12	1881,0	9 126	31,5	1111	34,2
13	1885,5	7 833	33,5	1055	35,0
14	1889,0	5 171	39,0	740	40,0
15	1900,5	19 773	21,75	2481	27,5
16	1903,0	9 916	30,50	1425	31,7
17	1905,0	16 274	24,0	2029	29,0
18	1907,0	16 883	23,5	2332	28,0
19	1909,0	12 320	27,25	1573	31,5
20	1913,0	8 289	32,5	1296	33,0

a_r: rövid szonda, short probe, короткий зонд

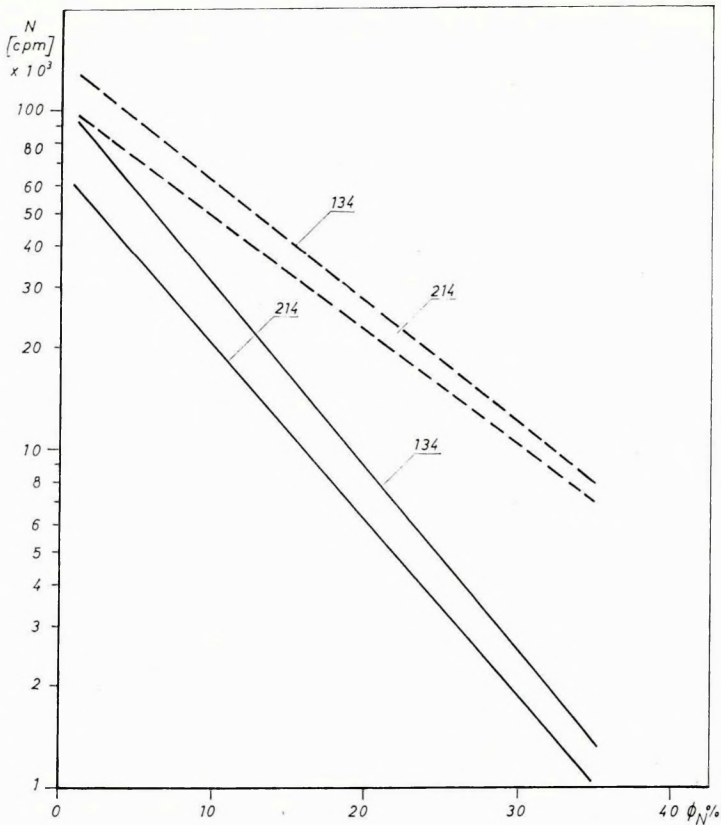
a_h: hosszú szonda, long probe, длинный зонд

N_r: rövid szonda beütésszáma, count of short probe, число импульсов короткого зонда

N_h: hosszú szonda beütésszáma, count of long probe, число импульсов длинного зонда

Φ_N : neutron-porozitás, neutron porosity, нейтронная пористость

A porozitásmérések tökéletesítésére tanulmányozni kezdtük a neutrontereket egy- és kétszoportos neutron-diffúziós egyenletekkel modell-körülmények között. Célunk az, hogy termikus és epitermikus neutronokra különböző szondahosszak és fúróluk-átmérők mellett elméleti görbeseregeket számítsunk ki. Az elméleti görbeseregek, a hitelesítő



62. ábra KRGNN-3-150-76sHY hitelesítő diagramja
 Φ_N — neutron-porozitás
 ————— 74 cm szondahossz
 - - - - - 50 cm szondahossz
 (a számok az ábrán lyukátmérőt jelentenek mm-ben)

Fig. 62 Calibration diagram of KRGNN-3-150-76sHY type probe
 Φ_N — neutron porosity;
 ————— probe length: 74 cm;
 - - - - - probe length: 50 cm
 (Numbers on the figure mean bore-hole diameter in mm units)

Рис. 62. Диаграмма градуировки зонда KRGNN-3-150-76sHY
 Φ_N пористость по нейтронам
 ————— длина зонда 74 см
 - - - - - длина зонда 50 см
 (цифры означают диаметр скважины в мм-ах)

diagramokkal történő egyeztetés után alkalmasak Φ_N porozitás meghatározására. Irodalmi adatok és összefüggések segítségével, homok- és mészkő-mátrixokra összegyűjtöttük és kiszámítottuk a diffúziós egyenletekben szereplő csoportállandókat (D — diffúziós együtthatók és L — diffúziós úthossz), amelyeket a III. táblázatban foglaltunk össze.

A számítások lehetővé tették az epitermikus-termikus fluxusarány és a fúróluk-átmérő közötti kapcsolat tisztázását. A Φ_2/Φ_1 hányados minden esetben a szondahossz növekedésével állandó értékhez tart. A 30—90 cm-es szondahossz-tartományban a hányados változása legfeljebb a kis fúróluk-átmérőknél jelentősebb.

Ma már a kis mélységű és *kis átmérőjű* szilárd hasznosásvány-kutató mélyfúrásokban is igénylik a *kombinált szondákat*, nemcsak módszertani szempontból, hanem gazdasági okokból is. Ennek megfelelően három szondakombinációt készítettünk:

- 1) Normál elektromos és radioaktív szonda;
az elektromos szonda méretei: B2,73A₀, 1M₁O, 35M₂, a potenciál és M2,83A₀, 35B a gradiens elrendezésben. A radioaktív szonda KRG-2-120-43 típusú, amelynek felső csatornája méri a természetes-gamma, az alsó csatornája pedig valamilyen gerjesztett sugárzást (gamma-gamma, neutron-gamma). A négy paraméter mérésére alkalmas kombinációban az elektromos szonda van felül.
- 2) Mikroellenállás- és szelektív gamma-gamma szonda;
a merev műanyag törzsű szondán elkülönülve kiálló, rugózó műanyag rész képezi a mikroszonda papucsát, amelyen egymástól 2,5 cm távolságra levő három elektródát helyeztünk el. A szelektív gamma-gamma szonda is műanyagházban van. Mindkét szonda külön-külön falhoz szorító rugóval van ellátva.
- 3) Folyamatos folyadékellenállás-mérő és termoszonda;
a szorosan egybeépített szondában a termoszonda hőérzékelője alul van.

A *terepi módszertani vizsgálatok* témakörében folytattuk a gerjesztett-potenciál (GP) méréseket, részben folyamatos szelvényezéssel, részben a lecsengő gerjesztettpoten ciál-görbék digitális regisztrálásával. Elsősorban a gerjesztett potenciál függését vizsgáltuk a tiszta homokok, homokkövek permeabilitásától. Vizsgálataink a következő egyenletben foglalhatók össze:

$$\kappa = \frac{\xi^2}{L_{33} \rho_0}$$

ahol „ κ ” a kőzetek GP-tulajdonságait jellemző polarizációs szuszceptibilitás, ξ az áramlási potenciál, ρ_0 a kőzetmátrix fajlagos ellenállása, L_{33} pedig a tiszta permeabilitásra jellemző mennyiség, a termodinamikai két-fázisú rendszer mátrix eleme.

Az NE—5017 típusú *hordozható röntgenradiometrikus berendezés* alapozó vizsgálatait befejeztük. Megállapítottuk, hogy por és darabos kőzetminták réztartalmának meghatározására 0,5%-nál nagyobb koncentráció esetén alkalmas.

porozitás porosity пористость	L_1 [cm]	D_1 [cm]	L_2 cm A	L_2 cm B	D_2 [cm]
víz, water вода	7,3*	2,30	2,75*	1,64	0,145*
mészkö, limestone, известняк					
0%	21,5**	1,39	12,5		1,00
3%	17,4 ⁺ (19,3°)	1,48	11,2	10,4	0,85
5%	15,6 ⁺ (17,2°)	1,52	10,4	9,37	0,77
10%	13,3 ⁺ (13,6°)	1,58	9,03	7,51	0,629
12,45%	12,5 ⁺ (12,5°)	1,61	8,48	6,84	0,576
20%	10,9 ⁺ (10,6°)	1,67	7,15	5,37	0,459
30%	9,6 ⁺ (9,4°)	1,75	5,93	4,19	0,361
40%	8,6 ⁺ (8,6°)	1,81	5,08	3,43	0,298
száraz homok, dry sand, сухой песок	46,9**	2,68	32,1		2,20
homokkő, sandstone, песчаник					
0%	26,5**	1,52	18,2		1,24
3%	17,8 ⁺⁺ (21,7°)	1,61	15,5	13,9	1,01
5%	16,2 ⁺⁺ (19,1°)	1,65	14,1	12,0	0,90
10%	14,1 ⁺⁺ (14,7°)	1,72	11,5	8,99	0,71
20%	12,0 ⁺⁺ (11,2°)	1,81	8,50	6,00	0,494
30%	10,7 ⁺⁺ (9,8°)	1,88	6,73	4,50	0,380
40%	9,8 ⁺⁺ (9,1°)	1,94	5,57	3,61	0,309

L_1 : diffúziós úthossz, diffusion path, диффузионный пробег

D: diffúziós együttható, diffusion coefficient, диффузионный коэффициент

A: édes víz, sweet water, пресная вода

B: sós víz, salt water, соленая вода

index 1: epitermikus neutronok, epithermal neutrons

индекс 1: относится к надтепловым нейтронам

index 2: termikus neutronok, thermal neutrons

индекс 2: относится к тепловым нейтронам

* Reactor physics constants. Argonne National Laboratory Report 2, U. S. Atomic Energy Commission (1963)

** Tittmann, J.: Moderation of neutrons in SiO₂ and CaCO₃. J. Appl. Phys. V. 26, p. 393-398 (1955)

+ Tittle, C. W.: Theory of Neutron Logging I. Geophysics, V. 26, No 1 (1961)

+ + Allen, L. S. et al.: Dual-spaced neutron logging for porosity, Geophysics, V. 32, No 1 (1967)

0 Kozsvenyikov, D. A.: K raszcotnu nejtronnik harakterisztjyk gornih porod. Prom. Geofizika, V. 41, p. 54-74 (1963)

A K—3000 terepi digitális karotázsberendezés programcsomagjának továbbfejlesztésével lehetővé vált a szilárd hasznosásvány-kutató fúrásokban mért adatok számítógépes feldolgozása és értelmezése, amely jelenleg a következő fázisokból áll:

- 1) A terepi mérési anyag számítógépbe adása és tárolása a Karotázs Többváltozós Adattárban;
- 2) Az egyes szelvények fizikai egységekre transzformálása és átírása a Karotázs Szelvénytárba;
- 3) A különböző hűzásokban felvett szelvények mélységegyeztetése az 1976. Évi Jelentésben ismertett eljárással;
- 4) Az értelmezéshez szükséges szelvénykorrekciók végrehajtása, ide értve a neutron-aktivációs és természetes-gamma szelvények különbségének képzését is;
- 5) Litológiai tagolás és réteghatárok kijelölése az 1975. Évi Jelentésben leírt, mélységpontonkénti litológiai tagolást és a litológia valószínűségét megadó programmal.

Megjegyezzük, hogy a Karotázs Szelvénytárba a mérési adatok nemcsak a terepi mágnesszalagról, hanem az analóg szelvények irodai digitalizálása útján is beírhatók.

A számítógépes értelmezés egy példáját a Mány Cs-248 fúrás szelvényein mutatjuk be. A felhasznált szelvények: két ellenállás (B2,73A0,1M), (B2,73A0,4M), természetes gamma, gamma-gamma, neutron-neutron és neutronaktiválás. A mélységegyeztetés eredménye a 63. ábrán látható, amelyen az egyeztetés előtti és utáni görbéket egymásra rajzoltuk

63. ábra MÁNY Cs-248 sz. fúrás egy szakaszának számítógépes kiértékelése →

I — B2,73A0,1M; II — B2,73A0,4M; III — természetes gamma; IV — gamma-gamma; V — neutron-neutron; VI — aktivitással együtt mért természetes gamma; VII — neutron-aktiválás; VIII — neutron-aktiválási és a természetes gamma-görbe különbsége;

A — kézi értelmezés; B — számítógépi értelmezés;

1 — bauxit; 2 — szálban álló dolomit; 3 — törmelékes dolomit; 4 — szenes márga; 5 — mészkő

Fig. 63 Computerized interpretation of a section of well Cs-248 (Mány) →

I — B2.73A0.1M; II — B2.73A0.4M; III — Gamma ray; IV — Gamma-gamma; V — Neutron-neutron; VI — Gamma ray recorded simultaneously with neutron activation; VII — Neutron activation; VIII — Difference of neutron activation and gamma ray

A — manual interpretation
B — computerized interpretation

1 — bauxite; 2 — dolomite; 3 — clastic dolomite; 4 — carbonaceous marl; 5 — limestone

Рис. 63. Машинная интерпретация интервала скважины МАНУ Cs-248: →

I — B2.73A0.1M; II — B2.73A0.4M; III — ГК; IV — ГКГ; V — ННК; VI — естественное гамма-излучение, измеренное вместе с активностью; VII — кривая по методу нейтронной активации; VIII — разность кривых по методу нейтронной активации и ГК;

A — ручная интерпретация; B — машинная интерпретация;

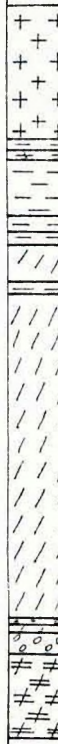
1 — бокситы; 2 — коренные доломиты; 3 — обломочные доломиты; 4 — уголь-мергели; 5 — известняки

MÁNY Cs-248.

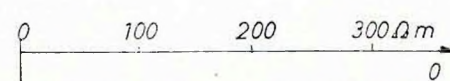
A



B



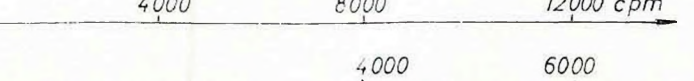
I. B2,73A0,1M



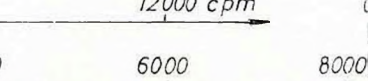
II. B2,73A0,4M



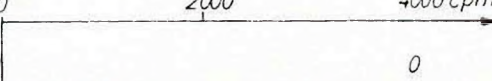
III. TERM- γ



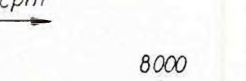
IV. γ - γ



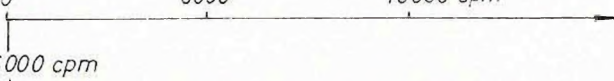
V. NEUTRON-NEUTRON



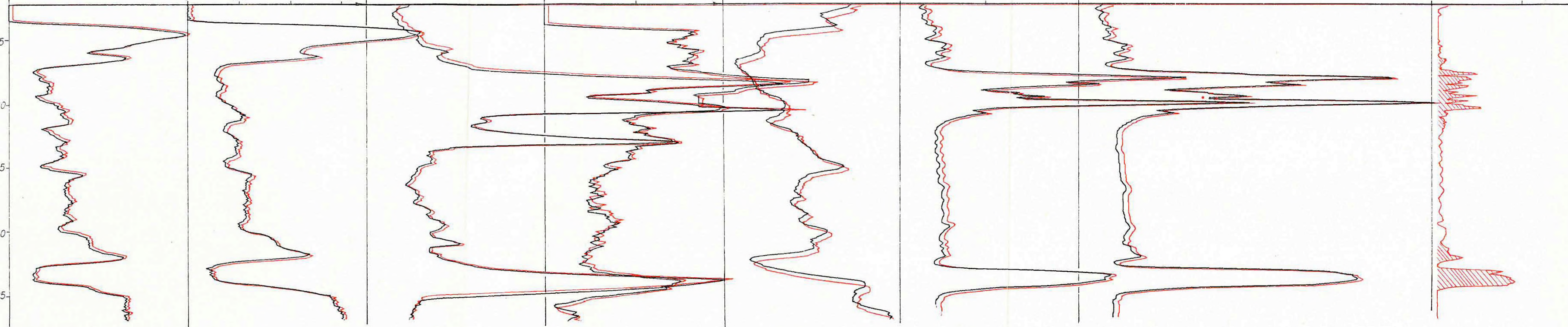
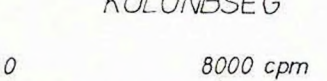
VI. TERM- γ



VII. NEUTRON AKTIVÁLÁS



VIII. AKTIVÁLÁSI GÖRBE KÜLÖNBSÉG



1.

2.

3.

4.

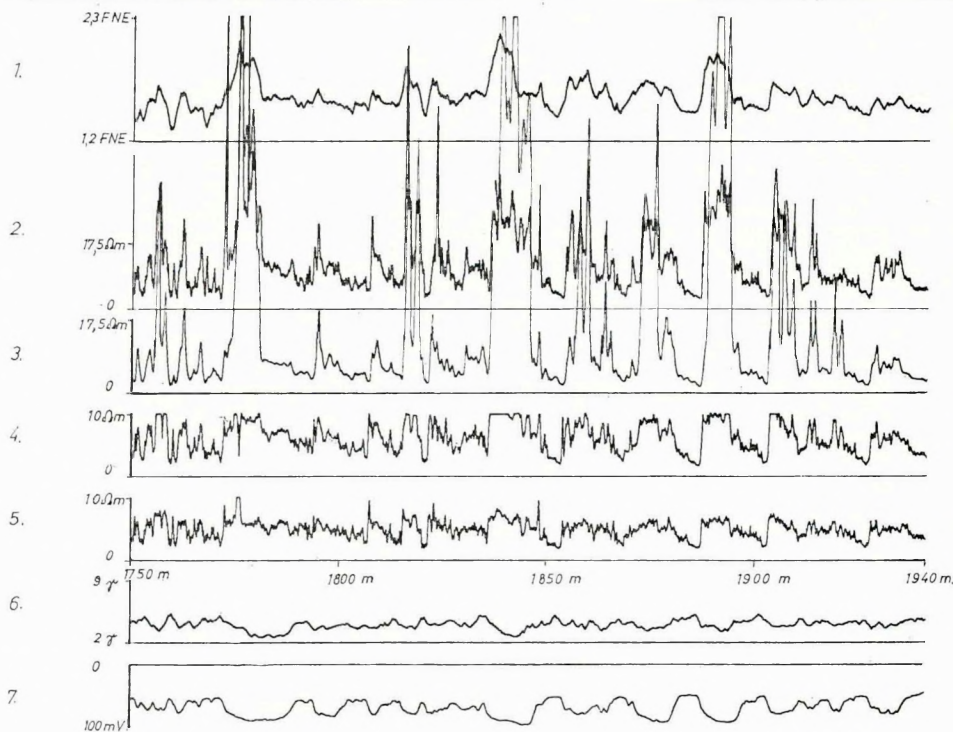
5.

valamint az aktiválási görbe és a természetes-gamma különbségét is feltüntették.

A litológiai tagoláshoz megadtuk a szelvények értékeinek alsó és felső határát az egyes rétegtípusokra vonatkoztatva, valamint annak a valószínűségét, hogy melyik szelvény milyen megbízhatósággal jellemzi a réteget. Kritériumként fogadtuk el, hogy a neutronaktiválás egyértelműen, azaz egységnyi valószínűséggel jelöli ki a bauxitrétegeket. A program pontonként kiszámítja a megadott értékhatárok és a szelvényről vett értékek alapján, hogy melyik rétegtípus valószínűsíthető; ugyanakkor kijelöli a réteghatárokat is.

A bemutatott szelvényen összehasonlítható a számítógépi értelmezéssel kapott és kézi értelmezéssel kijelölt rétegsor, amelyek igen jól meggyeznek. Eltérés csak 10—20 cm vastagságú rétegek meghatározásánál van, mivel ilyen vékony rétegeket kézi értelmezésnél csak átlagolva lehet figyelembe venni, a számítógép viszont különálló rétegek tünteti fel.

A MINSZK—32 számítógépre több évi fejlesztő munkával kidolgo-



64. ábra A KÉR-programhoz felhasznált karotázsszelvények

Fig. 64 Logs interpreted by KÉR program package

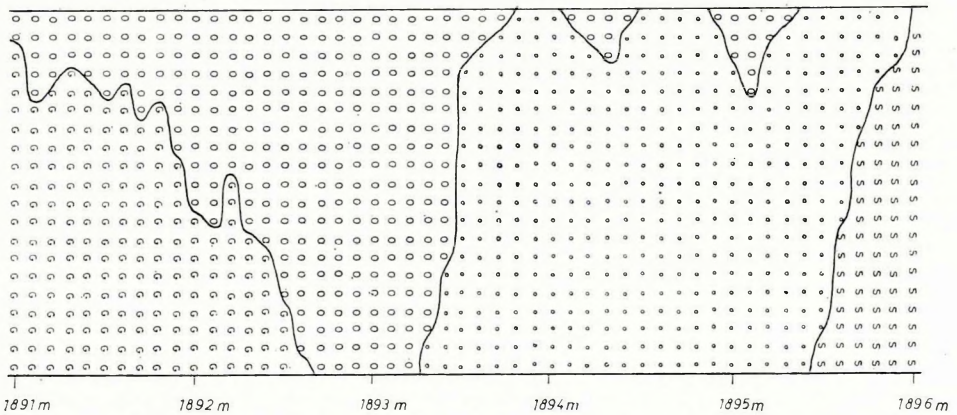
Рис. 64. Каротажные кривые, использованные для программы КЕР

zott *Karotázs Értelmező Rendszer (KÉR)* felhasználását egy dél-magyarországi kőolajipari terület feldolgozásából vett példával illusztráljuk.

A 64. ábrán egy fúrás 1750—1940 m-es szakaszán felvett szelvényeit ábrázoltunk. A 65. ábrán látható az előbbin megjelölt 5 m-es szakasz részletes litológiai valószínűség-eloszlása. A 66. ábra a számítógép által meghatározott rétegfizikai paramétereket ábrázolja. Az NG-görbe a bizonyos küszöbérték feletti neutron-gamma indikációt jelzi, amely gáz jelenlétére utal. A porozitás (Φ) görbe alatti besatírozott terület a szénhidrogén-telítettség [$\Phi(1 - S_w)$] mértékével arányos.

A rendszer korszerű matematikai statisztikát alkalmazó eljárásai paraméterként használják fel az értelmező geofizikus által a területre megadott jellemző konstansokat. Az egységes mágnesszalagos adattár az eljárások egymásutáni csatlakozását segíti elő. Minden feldolgozó program azonos formátumú mágnesszalagról mágnesszalagra dolgozik, a szelvények és a számított görbék adatai kódszámaikkal könnyen elérhetők. A mágnesszalagra rögzített adatok memóriába töltése mélységszakaszonként történik, a memória szabad kapacitásától, a felhasználandó görbék számától és hosszától függően.

A geofizikai értelmezés mintavételi pontonként történik, de a litológia meghatározása után a további hasznos információ számítása csak a per-



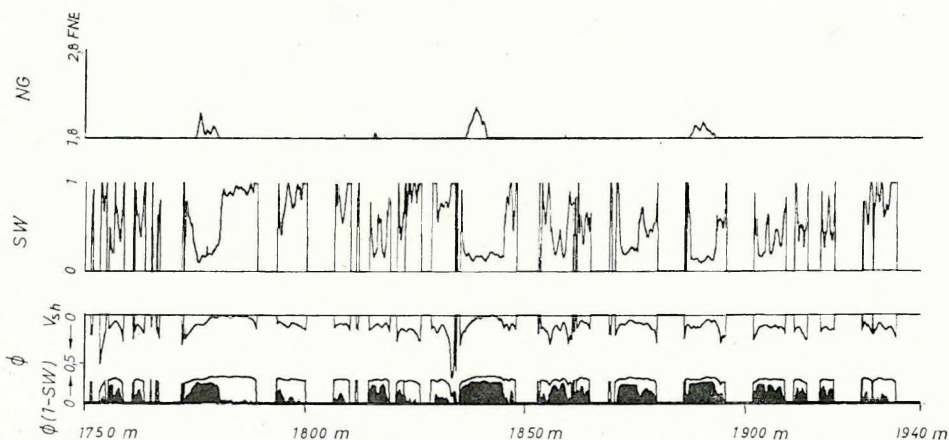
65. ábra A KÉR-programban számított litológiai valószínűségeloszlás ábrázolása

Fig. 65 Lithological probability distribution calculated by KÉR program package

Рис. 65. Представление распределения вероятностей литологического расчленения по программе КЕР

meabilis helyeken folytatódik. A feldolgozás főbb mozzanatai a következők:

- a szelvények digitalizálása és visszarájzoltatással való ellenőrzése;
- a digitalizált szelvények mágnesszalagos adattárba való elhelyezése fizikai értékre konvertálva;
- a szelvények automatikus mélységegyeztetése;
- PS- és természetes-gamma görbék normálása az automatikusan kijelölt agyag- és homokvonal közé;
- mikrogörbék különbségének képzése;
- mélységpontonként történő statisztikai litológiai értelmezés;
- a porozitás és az agyagtartalom meghatározása a területre és a szondára jellemző diagramok alapján;
- víztelítettség meghatározása többféle módszerrel;
- szénhidrogén-telítettség számítása;
- eredmények megjelenítése plotteren és szélesnyomtatón.



66. ábra A KÉR-programban kiszámított rétegfizikai paraméterek

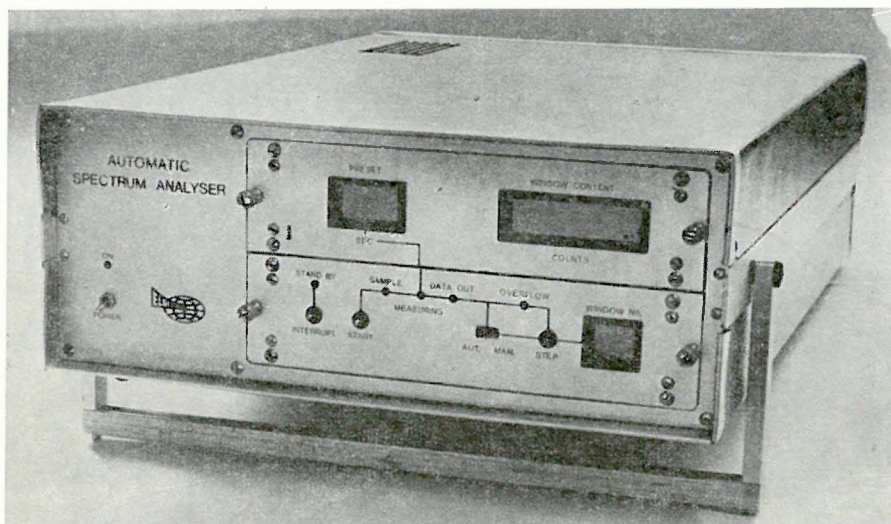
Fig. 66 Physical parameters as the results of KÉR program package

Рис. 66. Физические параметры пластов, подсчитанные в программе КЕР

A rutinszerű alkalmazás során kapott eredmények a hagyományos értelmezéssel és a geológiai szolgálat által nyújtott eredményekkel összhangban hasznos információt szolgáltatnak a szénhidrogén-telepek kimutatására és a tárolás földtani értékelésére.

A *tengerkutatói programban* folytattuk az XRF spektrálanalitikai vizsgálatokat hazai fejlesztésű Si/Li félvezető detektorból és hűtött előerősítőből, valamint a hozzákapcsolódó adatfeldolgozó és -értékelő „Automatikus Spektrum Analizátor”-ból (ASA) álló berendezéssel (67. ábra).

A félvezető detektor energiafelbontása — hajófedélzeti körülmények között — jobb, mint 200 eV a Fe—55 izotóp 5,9 KeV-es vonalára vonatkoztatva. Az Automatikus Spektrum Analizátor felépítése egyszerű, méretei kicsik, kezelhetősége könnyű. Működését az jellemzi, hogy egy beállítható mérési időtartamig történő, 1024 bit felbontású amplitúdóanalízis energiaspektrumának csak egy program szerint kijelölt részeit tárolja a 16 memóriarekeszben.



67. ábra Automatikus spektrum-analizátor

Fig. 67 Automatic spectrum analyser

Рис. 67. Автоматический анализатор спектра

A kidolgozott méréstechnikával a tengeri torlatminták kémiai összetevőinek meghatározását következők szerint végezzük:

- az Automatikus Spektrum Analizátor energiahitelesítése,
- a vizsgálni kívánt spektrumtartományok (ablakok) kijelölése,
- az etalonminták mérése,
- a mérési eredmények és az ismert koncentráció-értékek alapján a hitelesítési görbék megszerkesztése,
- a sorozatmérések végzése.

Ezen eljárást alkalmaztuk a Fekete-tenger déli kontinentális talapzata titanomagnetites torlatainak expressz vizsgálatánál, hajófedélzeti körülmények között. 270 db torlatmintában Ca-, Ti-, V-, Cr-, Mn-, Fe-, Ni-, C-, Zn-, Sr-, Pb-meghatározást végeztünk. Meghatároztuk továbbá a rugalmatlanul és rugalmasan visszaszóródó fotonok intenzitását, valamint ezek arányát is. Ez a mérőszám információt tartalmaz a minták átlagrendszerére és segítségével mátrix-korrekciós számítás végezhető. A mé-

rési eredmények tanúsága szerint a minták között titanomagnetites homokok, karbonátos homokok és iszapok találhatóak. A vizsgált minták egyes elemeinek koncentráció-tartományát a IV. táblázatban foglaltuk össze.

Egyes elemek előfordulási értékei
Frequency of elements
Значения появления отдельных элементов

IV. táblázat
Table IV.
Таблица IV.

A	B	C
Ca	0,15—95%	22,95%
Ti	o — 36 700 ppm	5400 ppm
V	—	—
Cr	o — 6 733 ppm	176 ppm
Mn	o — 3 960 ppm	650 ppm
Fe	0,71—20,4%	4,89%
Ni	o — 236 ppm	68 ppm
Cu	o — 3 015 ppm	597 ppm
Pb	—	—
Sr	16 — 930 ppm	465 ppm
Zn	o — 690 ppm	101 ppm

A: elem, element, элемент

B: koncentráció-tartomány, concentration range, область концентрации

C: átlagos koncentráció, average concentration, среднее значение концентрации

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK

A Tihanyi Observatóriumban, az előző évek gyakorlatának megfelelően, folyamatosan regisztráltuk a földmágneses tér D , H és Z komponenseinek időbeli változását. Miután az observatóriumi összemérések arra mutattak, hogy az Observatórium H szintje mintegy $+25$ nT-értékkel eltér a környező országok szintjétől, QHM-műszereinket ellenőrzés és újrahitelesítés céljából elküldtük a dán Meteorológiai Intézetnek. A műszerek hitelesítése után mért új H szint szervesen illeszkedik a környező országok szintjéhez.

Összehasonlító méréseket végeztünk különböző típusú protonprecessziós magnetométerekkel. A vizsgálatok eredményeként megállapíthattuk, hogy a különböző műszerek ± 1 nT-értéken belül megegyező értékeket mérnek.

Földmágneses adatokat szolgáltatunk különböző intézményeknek, főként térképszerkesztés és légi közlekedés céljára.

Kiadtuk a Tihanyi Observatórium 1976. évi jelentését.

Az ionoszféra—magnetoszféra-kutatás területén tovább folytattuk a rendszeres whistler-regisztrálásokat, az észlelt anyag statisztikai feldolgozását és az elektronsűrűség-számításokat. Megfigyelési sorozatunk hosszának növekedésével a whistler-gyakoriságban határozott hosszú periódusú változás jelentkezik, amely valószínűleg kapcsolatban van a naptevékenységgel. Ezt a változást a regisztráló rendszer öregedése következtében fellépő érzékenységsökkenés torzítja.

Az észlelési adatokat az Observatórium évi jelentéseiben publikáljuk.

A földi árapály-megfigyelések témakörében folytattuk a graviméteres regisztrálásokat a tihanyi állomáson, és horizontális ingaméréseinket az MTA—GGKI sopronbánfalvi megfigyelő állomásán.

Elkészült az 1975—76. években a Szovjetunióban (Obninszk, Pulkovo) megfigyelt mérési adatok végleges feldolgozása. Ezeknek és a korábban Európa más országaiban kapott adatoknak az alapján, átfogó képet nyer-

* Aczél E., Csapó G., Hegymegi L., Márton P.-né, Pollhammer M.-né, Reményi Gy., Szabó Z., Tóth P., Varga P.

tünk az árapály-paraméterek eloszlásáról kontinensünk középső és keleti részén. Az értelmezés megbízhatóságát növeli, hogy műszerünk minden állomáson más műszerekkel egy időben regisztrált, érzékenysége végig azonos és a megfigyelési hibák kicsinyek voltak. A kapott paraméterek alapján megállapíthattuk, hogy az egésznapos hullámok amplitúdó-hányadosai az egész területen állandók, míg a félnapos hullámok amplitúdó-hányadosa nyugatról kelet felé haladva monoton csökken. Ez utóbbi jelenség oka a világoceánok hatásában keresendő, de a korábbiaktól eltérően a Jeges-tenger hatását is figyelembe kell venni (V. Táblázat). Kor-

V. táblázat
Table V.
Таблица V.

	Bonn	Tihany	Obninsk
a)	1,196	1,188	1,190
b)	1,159	1,164	1,174
c)	1,156	1,159	1,162
d)	1,162	1,165	1,165

a) A legnagyobb félnapos hullám (M_2) átlagos amplitúdó-hányadosai az egyes állomásokon;
average amplitude ratios of the largest semidiurnal wave (M_2);
Амплитудные характеристики наибольшей полусуточной волны (M_2) на отдельных станциях

b) A világoceánok (kivéve a Jeges-tengert) hatásától megszabadított M_2 amplitúdó-hányadosai;
amplitude ratios of M_2 exempted from the effect of the world oceans (except Arctic Ocean);
Амплитудные характеристики волны M_2 освобожденные от влияния океанов за исключением Ледовитого океана

c) M_2 amplitúdó-hányadosai a Jeges-tenger hatásának kizárása után;
amplitude ratios of M_2 after the exemption of the effect of the Arctic Ocean;
Амплитудные характеристики волны M_2 после исключения эффекта Ледовитого океана

d) Egésznapos hullámok amplitúdó-hányadosa;
amplitude ratios of diurnal waves;
Амплитудные характеристики суточных волн

rekciós számításaink a félnapos hullámok amplitúdó-hányadosának változásait megszüntették. A kapott átlagos amplitúdó-hányados jól egyezik a korábbi, elméleti modellekre végzett számításaink eredményével.

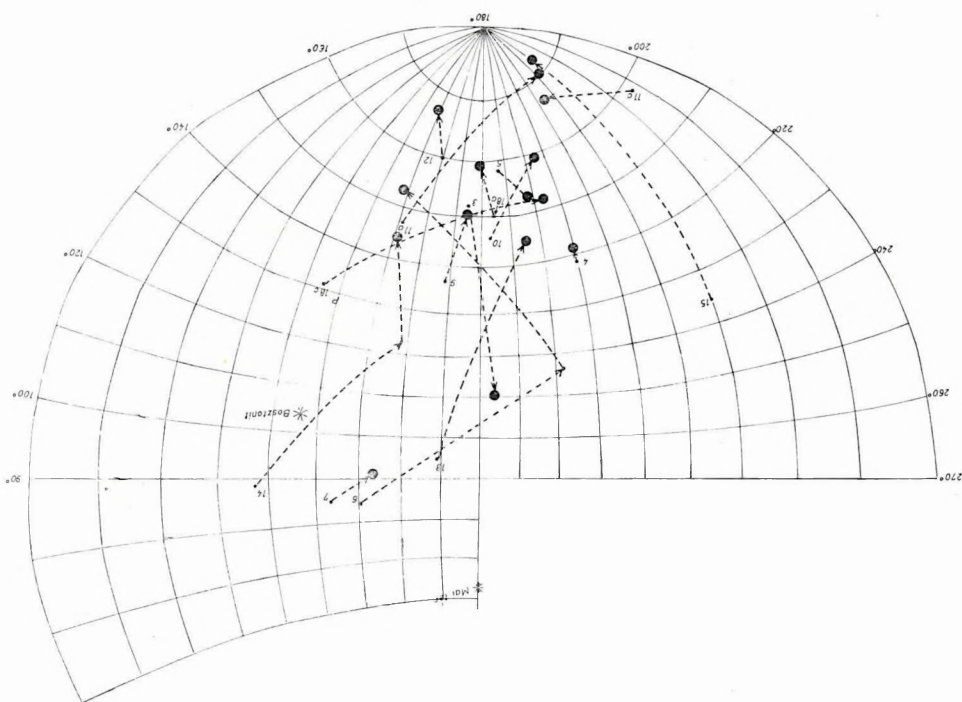
Részletesen megvizsgáltuk a Földnek a külső terhelések hatására létrejövő és a terhelési számok sorával leírható deformációit. Számításainkat, a lassú konvergencia miatt, a terhelési számok első százezer tagjára végeztük el. Megállapítottuk, hogy a sorozat hosszának növekedésével az egyes földmodellek mind nagyobb mértékben eltérő eredményeket adnak. A tagok számának növekedésével a Föld felszínéhez közelebbi szerkezeti elemek hatása nő, a mélyebben levőké csökken; így például a földmag hatása az első 25—30 tag után elhanyagolhatóvá lesz, míg 6000 tag felett a kéreg és a felső köpeny szerkezetének változásai játszanak döntő szerepet.

A paleomágneses témakörben a következő vizsgálatokat végeztük:

A Dunántúli-középhegységből jura, a Villányi-hegységből f. jura — a kréta mészkövek paleomágneses vizsgálatának eredményeként az előzőre az afrikai, az utóbbira stabil európaihoz hasonló pólus adódott. Ebből arra következtethetünk, hogy a Dunántúli-középhegység az afrikai, a Villányi-hegység az eurázsiai lemezhez tartozott a vizsgált kőzetek keletkezése idején.

A mecseki Mórágy községi kőfejtő granitoid kőzeteinek kőzettanilag rendkívül heterogén képződményeiben két eltérő irányú mágnesezettséget sikerült elkülöníteni: az egyik a bosztonit és egyes földpátban dús minták váltóáramú tisztítással legtöbbször eltávolítható mágnesezettsége, a másik a gránit és a metamorf kőzet reliktumainak jellemző mágnesezettsége (68. ábra). A kétféle mágnesezettség a gránitosodás két fázisához kapcsolódhat: a keményebb az idősebb migmatitosodáshoz, a lágyabb a fiatalabb alkáli metasomatózishoz.

A Börzsöny, Dunazug-hegységben 400 kőzetminta paleomágneses vizsgálatát végeztük el.



68. ábra A mágnesezettség irányváltozása mágnese tisztításra; Mórágy községi kőfejtő

Fig. 68 Changing of direction of magnetization during magnetic cleaning; quarry of Mórágy

Рис. 68. Изменение направления намагничивания на воздействие магнитной чистки; Каменоломня в селе Морадь

A vizsgált közetcsoportokat a remanens mágnesezettség intenzitása, a szuszceptibilitás, a Koenigsberger-viszonyszám és változékonyságuk alapján osztályoztuk. A mágneses paraméterek és a közettípus között a következő összefüggéseket találtuk:

A *lávákat* nagy vagy közepes szuszceptibilitás (10^{-3} — 10^{-4} CGS nagyságrend), intenzív remanens mágnesezettség (10^{-3} — 10^{-4} CGS nagyságrend), általában egynél nagyobb Koenigsberger-viszonyszám, valamint a szuszceptibilitás és a remanens mágnesezettség intenzitásának egy mintacsoporton belüli változékonysága jellemzi.

A *szubvulkánokat* nagy, ill. közepes szuszceptibilitás és remanens mágnesezettség (a súlypont a közepes felé tolódott a lávákhoz képest), a szuszceptibilitás és a remanens mágnesezettség egy mintacsoporton belüli állandósága, általában egynél nagyobb Koenigsberger-viszonyszám jellemzi.

A *tufák* szuszceptibilitása közepes (10^{-4} CGS nagyságrendű), a remanens mágnesezettség kicsi (10^{-4} CGS), a Koenigsberger-viszonyszám általában egynél jóval kisebb.

A *telérek* minden paramétere rendkívül változatos.

A *mágnesezettség iránya*: a feldolgozott 51 csoport közül 17 pozitív, 14 negatív és 5 átmeneti irányú, a többi a vizsgálat jelenlegi szintjén nem adott eredményt.

A magas-börzsönyi paleovulkán területéről több egymás alatti lávaszint mintái pozitívak, ugyancsak normál mágnesezettségű a hegyháti szommát képviselő egyetlen mintacsoport.

A dunazugi szubvulkánok egy kivételével negatívak.

Különleges helyet foglal el közöttük a Csódi-hegy lakkolitja, amelyből a kontaktushoz közelebb eső feltárás mintái mágneses tisztítás után negatívak, a távolabbiak átmeneti mágnesezettségűek.

A váltóáramú lemágnesezés szokatlanul kemény pozitív mágnesezettséget távolított el, amely valószínűleg a lakkolit kihülésének szakaszában keletkezett. Ez azt jelentheti, hogy a kihülés negatív térben kezdődött és a maival egyező polaritásúban fejeződött be. A telérek közül a dunazugiak átmeneti, a börzsönyiek normál mágnesezettségűek. A dunazugi tufák közül az egyik pozitív, a másik negatív (VI. Táblázat).

Összesítve a Börzsönyben és a Dunazugban eddig végzett (1970—77) paleomágneses vizsgálatok eredményeit, megállapíthatjuk, hogy ásványtani különbségtől függetlenül jól elkülönülnek:

- a magas-börzsönyi paleovulkán lávái és telérei: pozitív,
 - a K-i hegységperem és a hegyháti szomma kőzetei: pozitív,
 - az irtáspusztai kiemelkedés képződményei: negatív,
 - a dunazugi szubvulkánok: negatív,
- polaritásuk alapján.

Az 1977-ben mintavételezett Börzsöny—Dunazug hegységi képződmények mágnesezettségének középíránya
 Mean direction of magnetization of the formations of the Börzsöny—Dunazug Mountains sampled in 1977

Средние направления намагниченности, группированные по типу формаций, образцов
 отобранных в 1977-ом году в горах Бэржэнь—Дуназуг

VI. Táblázat
 Table VI.

Таблица VI.

Lávarad Lavaflow Слой лавы		Szubvulkán Subvolcano Субвулкан		Télér Vein Жила		Tufa Tuff Туф	
N°	D	I	N°	D	I	N°	D
B 87b	?	?	B 97	175,7	-60,9	B 88	?
B 90	339,3	+61,4	D 107	180,3	-55,5	B 91	343,2
B 92	26,7	+6,9	D 108	199,8	-73,9	B 93	?
B 94	28,4	+46,6	D 109	206,5	-53,7	B 95	pozitiv
B 96		pozitiv	D 110	171,6	-74,8	B 100	?
B 98	1,4	+62,2	D 112	162,8	-48,9	B 106	105,2
B 99	333,3	+49,2	D 113	196,2	-69,4	D 111	+15,0
B 101	?	?	D 114	167,6	-54,1	D 127	+32,9
B 102	337,7	+58,8	D 115	193,2	-48,1	B 131	?
B 103	23,2	+49,4	D 116	192,8	-51,8	B 132	+70,8
B 104	342,8	+61,2	D 117	192,6	+3,3	B 133	?
B 105	24,0	+32,5	D 118	?	?	B 134	?
			D 119	19,9	+44,0		354,5
							222,3
B 136		+55,0	D 120	?	?		
			D 122	150,4	-36,1		
			D 123	140,7	-60,0		
			D 124	172,4	-36,9		
			D 135	74,9	-49,9		

{ a mágnesezettség középíránya nem jellemző ($\alpha > 15^\circ$)
 } mean direction of magnetization non-characteristic ($\alpha > 15^\circ$)
 } направление намагниченности не является характерным ($\alpha > 15^\circ$)

A Börzsöny—Dunazug többi részén a polaritások keverednek (69., 70. ábrák).

A mágnésesen elkülönülő egységek összekapcsolását megkísérelhetjük az átmeneti irányok felhasználásával, azonban a térfordulások idején végbemenő irányváltozásokról még keveset tudunk, így a mágnésesen elkülönülő képződménycsoportok képződési sorrendjének megállapítása elsősorban földtani megfontolásokon alapulhat.

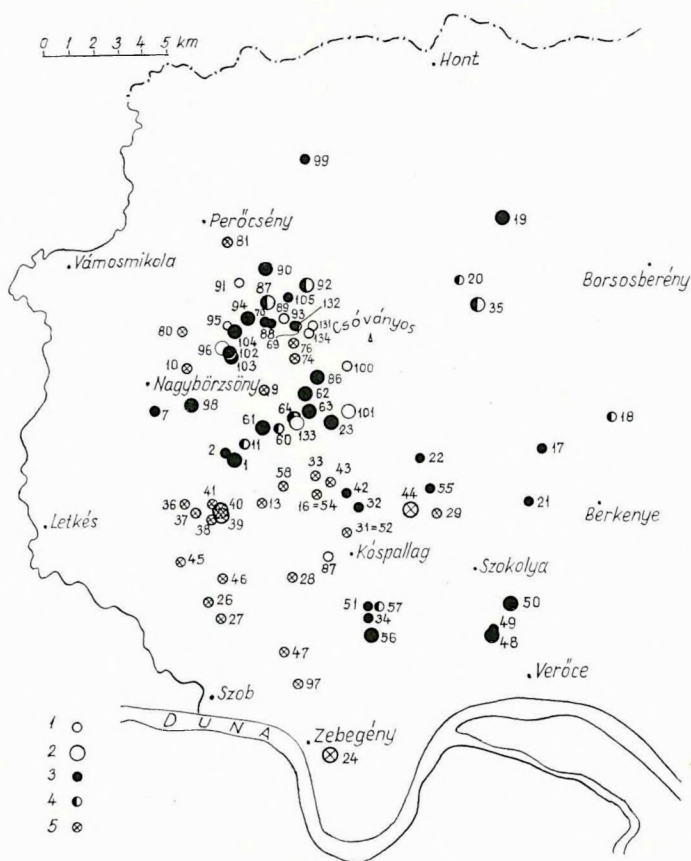
A *geodéziai gravimetria* témakörében a főhangsúlyt a műszervizsgálatokra helyeztük. Az év folyamán elsősorban vibrációs és hőmérsékleti problémákkal foglalkoztunk.

Két gravimétert (Worden Geodesist No. 937 és Sharpe No. 256-G) vizsgáltunk elektrodinamikus rázóasztalon 0,05—200 Hz frekvenciatartományban annak megállapítására, hogy a vibráció milyen hatást gyakorol a graviméterek műszerleolvasási értékeire. A 71. ábrán a Sharpe-graviméter átviteli függvényét mutatjuk be 2—200 Hz között, amikor vertikális irányú szinuszos rezgéskeltést alkalmaztunk 1 cm/s^2 és 25 cm/s^2 állandó rezgésgyorsulási szinteken. A 72. ábrán a Worden-graviméter rezgésérzékenységét feltüntető görbesereg látható néhány frekvencián, különböző terhelésnél.

Mindkét típusú graviméter, különösen a Worden, érzékeny a vibrációs hatásokra. Különösen veszélyesek a 2 Hz alatti rezgések, amelyeknél igen lassú, szemmel alig követhető, de 0,2—0,4 mgal Δg különbséget okozó szálmozgások tapasztalhatók, valamint a 40—90 Hz közötti rezgések, amelyeknél a nyugalmi helyzethez képest 2 mgal (!) nagyságrendű változások is felléphetnek — stabil indexállásnál. A csillapítási görbékből megállapítható, hogy a Sharpe-graviméterek konstrukciója ebből a szempontból kedvezőbb. Az alkalmazott mechanikai csatolások mintegy 20 Hz-ig csillapítás nélkül veszik fel a talajnyugtalanságokat, 20—120 Hz között erősen nagyítják azokat, s csak e frekvenciatartomány felett csillapítanak ténylegesen.

A hőmérséklet-változásoknak a graviméterek műszerleolvasási értékeire gyakorolt hatása a graviméteres mérések egyik legjelentősebb hibaforrása. E hatás csökkentése érdekében elektromos termosztátot szerkesztettünk a Sharpe-graviméterek számára. A termosztát alkalmazása szükségessé tette új műszerház építését, ennek metszete és fényképe a 73. ábrán látható.

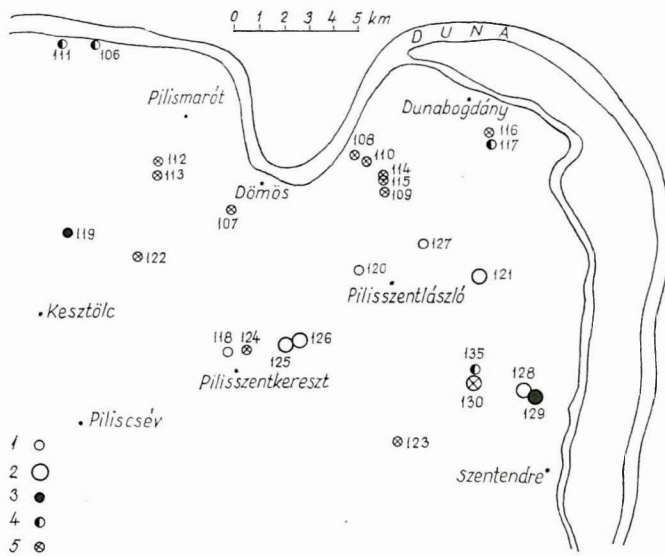
A termosztát bármely 5,7—7 V egyenáramú energiaforrásról üzemeltethető. A berendezés szabályozó eleme folyamatos üzemet biztosít. A termosztált tér hőmérséklet-stabilitása jobb 0,01 °C-nál. Hőérzékelőnek nagy érzékenységgű Ni hőelemet használtunk, amelyből kettőt helyez-



69. ábra Börzsöny hegység: mintavételi helyek és polaritások
 1 — mintacsoport szubvulkáni vagy bizonytalan helyzetű kőzetből; 2 — mintacsoport lávapadból vagy tufarétegből; 3 — pozitív mintacsoport; 4 — átmeneti mintacsoport; 5 — negatív mintacsoport

Fig. 69 Börzsöny Mountains: sampling sites and polarities
 1 — samples from subvolcano or of uncertain origin; 2 — samples from lava flow or tuff; 3 — samples of positive magnetization; 4 — intermediary; 5 — negative magnetization

Рис. 69. Горы Бържънь: места взятия образцов с полярностями
 1 — группа образцов субвулканических пород или пород с неопределенным положением; 2 — группа образцов из лавового уступа или слоя туфов; 3 — группа образцов положительной полярности; 4 — группа образцов переходной полярности; 5 — группа образцов отрицательной полярности



70. ábra Dunazug hegység; mintavételi helyek és polaritások
 1 — mintacsoport szubvulkáni vagy bizonytalan helyzetű kőzetből; 2 — mintacsoport lávapadból vagy tufarétegből; 3 — pozitív mintacsoport; 4 — átmeneti mintacsoport; 5 — negatív mintacsoport

Fig. 70 Dunazug Mountains: sampling locations and polarities
 1 — samples from subvolcano or of uncertain origin; 2 — samples from lava flow or tuff; 3 — samples of positive magnetization; 4 — intermediary; 5 — negative magnetization

Рис. 70. Гора Дуназуг: места взятия образцов с полярностями
 1 — группа образцов из субвулканических пород или пород с неопределённым положением; 2 — группа образцов из лавового уступа или слоя туфов; 3 — группа образцов положительной полярности; 4 — группа образцов переходной полярности; 5 — группа образцов отрицательной полярности

tünk el a Dewar-palack helyett alkalmazott 10 mm vastag hőkiegyenlítő alumíniumhenger belsejében diametrálisan készített furatokban. A bifilárisan tekercselt fűtőtestet az alumíniumhenger külső palástjára erősítettük. A hőszigetelőnek felhasznált poropakréteg kellő mechanikai stabilitást biztosít a henger és a műszerház külső fala között. A termosztát teljes elektronikai egységét a termosztált térben helyeztük el.

A termosztát legfontosabb paramétere:

üzemmód: folyamatos;

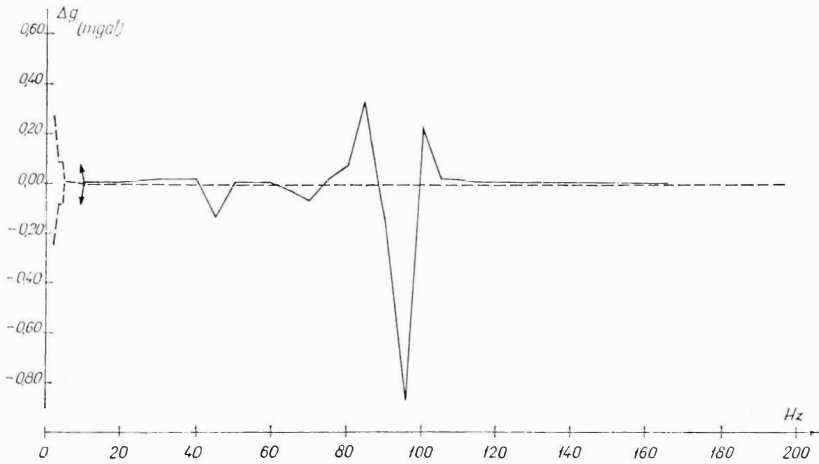
termosztált tér hőmérséklete: $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (átkapcsolható);

a termosztált tér hőmérséklet-változása a külső hőmérséklet-változáshoz viszonyítva $4 \cdot 10^{-4}$;

minimális fűtőteljesítmény: $0,3\text{ W}$;

felfűtés meredeksége: $5\text{ }^{\circ}\text{C/óra}$;

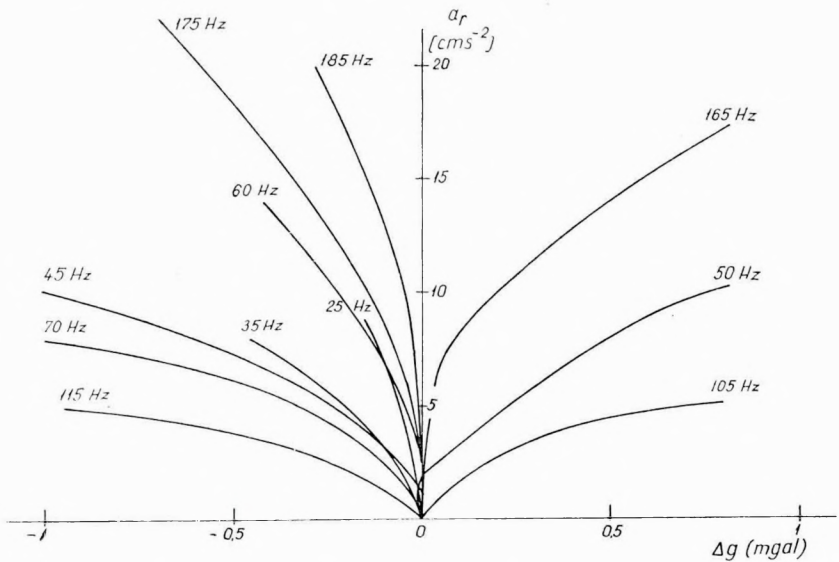
energiafelvétel a külső és belső tér $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet-különbségénél: 6 W ;



71. ábra A Sharpe—256 G graviméter átviteli függvénye vertikális irányú rezgéskeltés esetén
 ————— gyorsulás 25 cm s^{-2}
 - - - - - gyorsulás 1 cm s^{-2}

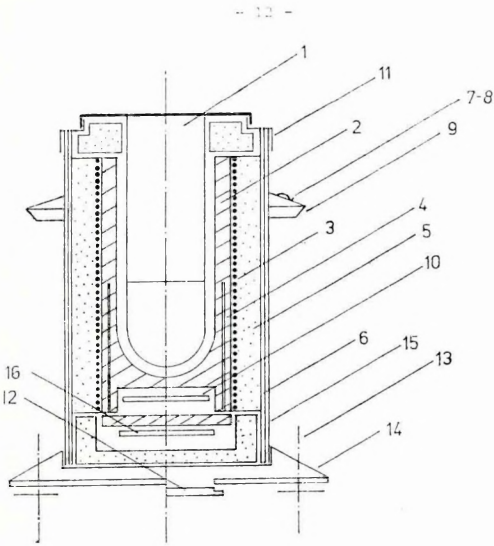
Fig. 71 Response of Sharpe-256 G gravimeter to vertical vibration
 ————— acceleration 25 cm s^{-2}
 - - - - - acceleration 1 cm s^{-2}

Рис. 71. Характеристика гравиметра типа Шарп-256-G при вертикальном направлении возбуждения колебаний
 ————— ускорение 25 cm s^{-2}
 - - - - - ускорение 1 cm s^{-2}



72. ábra A Worden—937 graviméter rezgésérzékenységi görbéi vertikális irányú rezgéskeltésnél
 Fig. 72 Sensitivity curves of Worden-937 gravimeter to vertical vibrations

P 2. Кривые чувствительности гравиметра типа Уорден-937 при вертикальном направлении возбуждения колебаний



73. ábra A Sharpe-graviméter termosztátjának vázlata és a termosztátos műszer fényképe
 1 — a graviméter törzse; 2 — hőelosztó alumíniumhenger; 3 — fűtőtekeres; 4 — hőérzékelő elem; 5 — poropak szigetelés; 6 — metamid védőhenger; 7, 8 — indikátorműszer nyomógombbal; 9 — hordfűl; 10 — elektronika panelje; 11 — szűkítő; 12 — fenéklemez; 13 — talpcsavarok; 14 — talprész; 15 — külső hőelosztó fémhenger; 16 — csatlakozó panel

Fig. 73 Construction sketch and photo of the thermostat with Sharpe gravimeter
 1 — body of gravimeter; 2 — heat distributor aluminium cylinder; 3 — heating coil; 4 — thermo sensor; 5 — poropak insulation; 6 — metamid protecting cylinder; 7, 8 — indicator instrument with press button; 9 — handle; 10 — panel of electronics; 11 — reducing socket; 12 — bottom plate; 13 — foot screw; 14 — foot; 15 — exterior heat distributor cylinder; 16 — connection panel

Рис. 73. Схема термостата гравиметра типа Шарп и фотоснимка прибора с термостатом
 1 — корпус гравиметра; 2 — алюминиевый цилиндр, распределитель тепла; 3 — обмотка накала; 4 — термочувствительный элемент; 5 — изоляция «порopak»; 6 — метамидный защищающий цилиндр; 7, 8 — индикаторное устройство с нажимной кнопкой; 9 — ручка для переноса; 10 — панель электронной схемы; 11 — переход; 12 — донная плита; 13 — болты; 14 — подошвенная часть; 15 — внешний цилиндр-распределитель тепла; 16 — панель подключения

külső hőmérséklet-tartomány:

+25 °C állásnál: —20 °C és +22 °C között,

+35 °C állásnál: —10 °C és +32 °C között;

hőmérsékleti egyensúly jelzése: indikátorműszerrel $\pm 0,8$ °C tartományban;

tápfeszültség-kontroll: indikátorműszerrel, nyomógomb működtetésével;

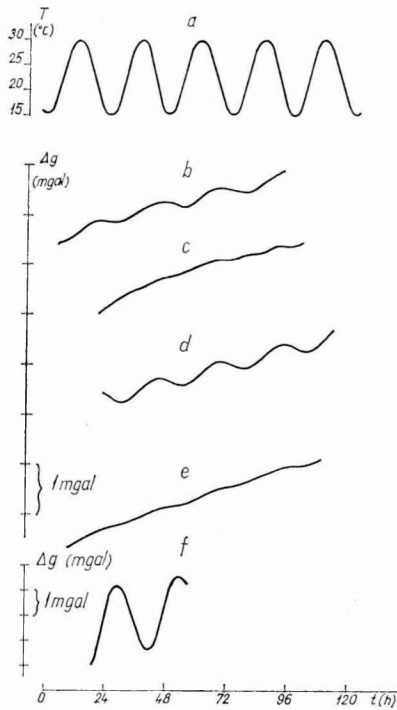
műszer súlya termosztáttal: 6,5 kp.

Az elkészült termosztátot két graviméterrel (No. 181-G és No. 256-G) próbáltuk ki. A kísérletek eredményeit a 74. ábrán mutatjuk be, amelyből látható, hogy a termosztát megfelel a magas műszaki követelményeknek.

Folytattuk a *kéregmozgási szintezési hálósat* vonalain az 1973-ban megkezdett graviméter-méréseket, amelynek eredményeit a szintezéshez szükséges korrekció számítására, ill. a gravitációs tér esetleges változásának kimutatására használunk fel.

Az év folyamán befejeztük az *országos áttekintő graviméter-méréseket* A Dunántúl déli részén 3 állomás/km² sűrűségű hálózatot mértünk, 2600 állomást telepítettünk.

Az 1975—76-ban végzett áttekintő graviméteres mérések adatait lyuk-kártyán rögzítettük.



74. ábra Termosztát vizsgálata hőkamrában

a — hőkamra hőmérsékleti görbéje; b — Sharpe 256-G graviméter Δg görbéje eredeti házban mérve; c — Sharpe 256-G graviméter Δg görbéje termosztátban mérve; d — Sharpe 181-G graviméter Δg görbéje eredeti házban mérve; e — Sharpe 181-G graviméter Δg görbéje termosztátban mérve; f — Sharpe 181-G graviméter Δg görbéje az új házban, fűtés nélkül mérve

Fig. 74 Test of thermostat in heat chamber

a — temperature curve of heat chamber; b — Δg curve of Sharpe 256-G gravimeter in original casing; c — Δg curve of Sharpe 256-G gravimeter in thermostat; d — Δg curve of Sharpe 181-G gravimeter in original casing; e — Δg curve of Sharpe 181-G gravimeter in thermostat; f — Δg curve of Sharpe 181-G gravimeter in the new casing, without heating

Рис. 74. Исследование термостата в термокамере

a — температурная кривая термокамеры; b — кривая Δg гравиметра Шарп 256-G по измерению, проведенному в оригинальном корпусе; c — кривая Δg гравиметра Шарп 256-G по измерению в термостате; d — кривая Δg гравиметра Шарп 181-G по измерению, проведенному в оригинальном корпусе; e — кривая Δg гравиметра Шарп 181-G по измерению, проведенному в термостате; кривая Δg гравиметра Шарп 181-G по измерению, проведенному в новом корпусе, без отопления

FÜGGELÉK

Mongóliai kutatási tevékenységünket 1976-ig kétoldali szerződés határozta meg. Ettől kezdve viszont a KGST Nemzetközi Földtani Expedíciója (NFE) keretében végezzük a földtani-geofizikai kutatásokat. Az NFE szervezetében a KGST-tagországok közösen, komplex módszerekkel kutatják Mongóliában, hogy miként lehetne a MoNK és a KGST-országok nyersanyag-bázisát bővíteni.

Az Expedíció feladata: földtani-geofizikai térképezés és valamennyi nyersanyag felderítő fúrásos kutatása, az érdeklődésre számot tartó lelőhelyek részletes feltárása gazdasági-földtani értékelésükkel egyetemben.

Az Expedíció tevékenységi területe az első kutatási ciklusban (2,5 év) K-Mongóliában, az É-Kerületi övezetben a 110° — 112° meridiánok között volt. Az MNK részéről az ELGI fővállalkozóként vesz részt és egy földtani térképező csoportot (MÁFI), valamint egy átlag 22 főből álló geofizikai csoportot működtet. A geofizikai tevékenység — a főgeofizikuson keresztül — az ELGI irányításával történik.

Geofizikai feladataink az első kutatási ciklusban a következők voltak:

a) Az É-Kerületi övezet $16\ 000\ \text{km}^2$ -nyi területén (az $1 : 200\ 000$ és $1 : 50\ 000$ méretarányú földtani térképezéssel párhuzamosan) *regionális geofizikai térképezés* (graviméteres, geoelektromos, szeizmikus módszerekkel) a földtani térképezés jobb értelmezhetőségére és a nagyszerkezeti viszonyok tanulmányozására.

b) A felfedezett nyersanyag-indikációk térségében — a részletező ($1 : 10\ 000$) földtani térképezéssel és fúrásos tevékenységgel párhuzamosan — *részletező komplex geofizikai mérések* geoelektromos (VESz, GP, ellenállás-szelvényezés), szeizmikus, szeizmoelektromos, mágneses, radiometrikus, mikrogravitációs és egyéb módszerekkel.

Az első kutatási ciklus terepi mérései befejeződtek.

Az 1973. évi bleibergi szeizmikus és geoelektromos kutatások kedvező eredményének köszönhetően Ausztriából újabb geofizikai mérésekre kaptunk megbízást. A Graz—Köflacher Eisenbahn- und Bergbau Gesellschaft a Lavant folyó völgyében (Karinthiában) a medencealjzat szerkezetének meghatározására szeizmikus refrakciós és graviméteres méréseket végeztetett szénkutatás céljából.

*

A Geofizika n.p. Brno és az ELGI 1977-ben középtávú szerződést kötött országaik geofizikai kutatásában kölcsönös segítség nyújtására. A Geofizika n.p. légi geofizikai méréseket végzett a Kemenesháton, valamint gravitációs méréseket a Dunántúli-középhegységben. Az ELGI szeizmikus refrakciós méréseket végzett Losonc környékén és magneto-tellurikus kutatást a Morva-medencében.

Az együttműködést a NIKEX és a Strojexport külkereskedelmi vállalatok bonyolították.

Nyomásra előkészítettük és megjelentettük az ELGI 1976. Évi Jelentését, valamint az Annual Report 1976 (Geophysical Observatory, Tihany) kötetét. Nyomásra előkészítettük a Bulletin of KAPG Working Group 33 (Study of the Earth Tides, No 1), valamint a Geofizikai Közlemények 25. kötetét.

*

A Könyvtár jelenlegi állománya 20 046 kötet könyv és folyóirat, valamint 28 080 egyéb könyvtári egység. Állományunkat 1977-ben 560 könyvvel, 498 kötet (2568 db) folyóirattal, valamint 1100 dokumentációs kiadvánnyal és 210 műszerprospektussal gyarapítottuk. Nemzetközi kiadványcsere révén 296 kiadványt kaptunk. Folyóirattárunkat 11 féle új folyóirattal bővítettük.

Könyvtári szolgáltatásainkat az elmúlt évben 4749 olvasó/kölcsönző vette igénybe.

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'
FOR 1977

I GEOPHYSICAL PROSPECTING

Location of the field works of ELGI in 1977 is presented on Fig. 1.

The geophysical investigation of the Transdanubian Central Range continued according to the co-ordinated plans of the Bauxite Prospecting Enterprise and the Hungarian Geological Institute. The bulk of the work consisted of *reconnaissance mapping* near Keszthely, in the western foreground of the Bakony Mountains and in the environs of the Velence Mountains. *Regional mapping* was carried out in the Bakony Mountains and in the SE and NW margins of the Gerecse Mountains. *Detailed* surveys were performed for quartz-sand, lignite, oil shale and bauxite exploration.

Some of the more interesting results are summarized as follows. In the *western foreground* of the *Keszthely Mountains* new bore-holes and karst water observations were needed to study the water supply problems of Lake Hévíz. The bore-holes have been located on the base of integrated geophysical investigations. On the contour map of the upper Triassic dolomite (Fig. 2) determined by gravity, magnetic and seismic refraction measurements several fault zones can be traced which may have an important role in the flow of the karst water. Depressions of the Triassic basement are filled by marl. On Fig. 3 at the place marked H-VI the bore-hole reached marl at the depth predicted by geophysics and yielded 100 l/min 38 °C water.

In the *western foreground of the Bakony Mountains* the Preaustrian basement was mapped, but upper Cretaceous horizons were determined as well. The project was based on the possible coal reserves of the area. In the geophysical complex gravity, geoelectrics, seismic refraction and VIBROSEIS reflection were involved. The resulting map is presented on Fig. 4.

The regional mapping in the *Bakony Mountains* served bauxite exploration. On Fig. 5 two characteristic cross sections are presented. East of the ridge geophysical parameters suggest the presence of Cretaceous and Eocene formations. These, as overlying layers could prevent the Oligo-

cene denudation of the bauxite accumulated in tectonic troughs. To clear these problems bore-holes were proposed (locations marked by F).

The target of geophysical survey of the *basin between Tatabánya and Szárújtelep* was coal and bauxite exploration. For drilling project the southern part of the area was submitted for consideration which—according to cross section Sze-9 (Fig. 7)—has favourable structural position.

Basaltic ring structures, as possible oil shale sites were prospected by helicopter borne magnetic survey. The ΔT map is shown on Fig. 8 a, and a geologic cross section on Fig. 8 b. Interpretation of the map was done by model computations; it was concluded that towards NW, W and SW of the discovery site, other crater rings were presumable as well.

As contract work for the Bauxite Prospecting Enterprise an integrated geophysical survey has been carried out *around the Ibarkút mining area* since 1974. The summarized results are shown on Fig. 9. Perspective areas were separated and the relief of the Triassic basement determined. The geophysical model has been updated continuously using the latest bore-hole data.

The exploration of the *Börzsöny Mountains* was concentrated around two subjects: 1) regional structure and evolution; 2) localization conditions of mineralization.

Reinterpretation of former geological-geophysical data played the prominent part in the first point (Fig. 14). The dislocation zone on the boundary of the Transdanubian-Gömörid Permian-Mesozoic and the Veporid crystalline structural formations (Fig. 10) near Diósjenő, was detected by seismic refraction survey (Fig. 11) and gravity-magnetic modeling (Fig. 12). In the volcanic structure the character of the marginal ridge was specified, the set-up of the depression of Szob-Szokolya and the position of the sedimentary series of Márianosztra were detailed. The marginal ridge consists of several small volcanoes (Fig. 13), remnants of an earlier large size strato-volcano could not be detected. The volcanic series of the depression of Szob-Szokolya are thin and consist of the formations of the marginal ridge (Fig. 16). The sedimentary series of Márianosztra proved to be the same as the underlying sediments. It means that the vicinity of bore-hole Nb-7 is in depressed position (Fig. 15). The most prominent elements of the post-volcanic structure are the young, mainly thrust faults of NW-SE strike.

The *localization conditions of mineralization* were studied according to the following classification: ore district, separated areas of the ore district, locality and local mineralization (Fig. 17). The location and parameters of each unit are governed by two effects: the origin and thermodynamical conditions and the structural set-up controlling the migration routes and

condensation of the fluids. The ore district lies where the Oligocene main structural line and the deep magma chamber coincides. The northern locality (Fig. 18) is in connection with a shallower magma chamber (hypabissal intrusion?), and the radial fracture system of the central dome (Fig. 19).

Three types of mineral deposits are known in the area: veins of sulfides and clay minerals, columnar bodies of nested, brecciated, banded texture and zones of disseminated mineralization. The target of the present exploration by the IP method (Fig. 20) is the disseminated mineralization.

The *geophysical exploration of the Darno structural zone* in 1977 aimed at the investigation of deep structure and mineralization of the Bükk and Uppony Mountains. Three reflection seismic profiles traversed the Darno-line; one of them, shot by the VIBROSEIS system crossed both mountains. Additional gravimetric surveys and geoelectric (IP, SP, VES) measurements along profiles continued as in former years. In the southern foreground of the Bükk Mountains the basement relief was contoured by telluric survey and DE soundings (Fig. 21).

From the interpretation of the data obtained in 1976 the magnetic model computations and reflection seismic profile ÉK-2/A are reviewed.

The complex magnetic anomalies of the Bükkszék area were interpreted by separating them graphically—generally into three separate anomalies, already suitable for model computations. The biased errors of separation influence mainly the width of the causing body. It can be seen on Fig. 22 that three bands of magnetic bodies (probably diabase) were determined. The results of model computations are in agreement with the data of bore-hole Bs-4, located on band A.

Reflection profile ÉK-2/A is located in the North Hungarian Paleogene Basin (Fig. 23). Two variations of the processed section are presented: on Fig. 24 the low frequency time section up to 10 sec, on Fig. 25 the result of migration stacking coloured by 12 dB amplitude steps. Geological interpretation is given on the overlay.

The *regional study* of the tectonics of Transdanubia was continued in two directions: 1) magneto-telluric soundings on former seismic profile MK-2 to investigate conducting layers in the Paleozoic basement and 2) seismic profiling across the Transdanubian Central Range (MK-3/77).

The MT soundings were preceded by telluric and VES surveys. On Fig. 26 the telluric isoarea map is presented: the two minima may be in connection with Paleozoic conductors. The MT soundings were oriented according to the isoarea map. The cross section (Fig. 27) shows at the southern end a more than 1000 m thick conducting layer (3.5 ohmm resistivity) under the $\rho > 100$ ohmm Triassic limestone. Probably this

conductor between the Triassic and the crystalline basement is of Carboniferous age.

The location map of the seismic profile is shown on Fig. 28. The time section of the northern part (MK-3/77 É) is presented on Fig. 29, while its migrated version on Fig. 30. As a result of the signal to noise ratio improvement due to migration stacking a reflection horizon can be traced in the basement. On Fig. 31 a portion of the southern section (MK-3/77 D) can be seen. In the Mór basin a deep horizon appears forming a local high, and near point 420° is terminated by a structural line. Southward the character of the cross section changes absolutely: before further signal to noise ratio improvement it can not be interpreted.

The civil engineering mapping of the Balaton area has been continued. On Fig. 32 a characteristic cross section is presented. By integrated interpretation of the physical parameter logs different formations could be separated.

Several *water supply and engineering geophysical* projects were carried out for different companies. The results of the geophysical investigations for the Danube Water Conservancy Project are reviewed on Fig. 33. It can be seen that not only the dam site was investigated but the whole river bed down to Budapest to explore the transport of detritus and the prospect of building material production.

Similar preliminary investigations were carried out for the water reservoir on the Drava River near Barcs, and for a reservoir near Chalmová, Czechoslovakia.

A geophysical project was completed on the Mohács island (Danube) to help to solve the water supply problems of Pécs. Two aquifers: the Mesozoic basement and the alluvial cone were explored.

The geophysical survey of the Great Hungarian Plain was continued. The net of reflection profiles was completed by both dynamite and VIBRO-SEIS systems; the latter was used in the inhabited areas of Debrecen. On Fig. 34 the location map and the isochrones of the Pannonian basin floor are given. On Figs. 35 and 36 a time section and its migrated version are presented. Migration stacking helps to interpret the deep structure of the section.

A project of national *regional seismic network* for CH prognosis was initiated in 1976. ELGI started to work on profile A-12 and completed in 1977 a total sum of 84.3 km, partly by 12 fold and partly by 24 fold coverage. The profile (see Fig. 37) lies mainly in the North Hungarian Paleogene Basin. The task was the delineation of the Paleogene and older structure. From the collected data the time section of profile A-12a is presented; on Fig. 38 coloured by 12 dB amplitude steps, on Fig. 39

according to frequency content. On the overlays two versions of geological interpretation are given.

In the *Mecsek Mountains* two areas were under exploration. For the coal mines the refraction seismic survey of former years was extended, and in the western part of the mountains reflection seismic profiles were shot for the investigation of the Paleozoic formations. Fig. 40 shows time section Gö-5 coloured according to frequency content. On the northern part of the profile the surface of the granite appears around 2 sec. Its slope towards the south can be followed till point 90°.

Karst and thermal-water exploration projects were carried out at different localities. For the drink and thermal water supply of Sopron combined reflection seismic and geoelectric survey was initiated. Fig. 41 shows reflection time section So-2/77 coloured according to reflection amplitudes. The combination of reflection profiling and geoelectric soundings has the advantage of yielding both structural and resistivity (porosity) informations. The fracture zone, terminating the updip of the basement is favourable for thermal water, while in the eastern part the thickening of the Upper Pannonian sediments and their increasing resistivity suggest a good water-bearing area.

For the preparation of a thermal water drilling project refraction seismic and gravity survey was carried out at Diósgyőr (Miskolc). Fig. 42 shows the obtained basement contour map. Because of industrial noise no geoelectric method could be employed. Different basement formations were separated by their head wave velocities (zones A, B, C and D).

In 1976 the refraction seismic profile near Gárdony revealed a fracture zone (see Fig. 43). The bore-hole, drilled later discovered Permo-Triassic limestone in the predicted depth and yielded 700 l/min 51 °C thermal water.

2 METHODOLOGICAL AND
INSTRUMENTAL RESEARCH

2.1 SEISMIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

The most valuable results of seismic methodological and instrumental research in 1977 were as follows:

1) A migration method was developed whereby the signal-to-noise ratio is increased considerably. Its application enabled the investigation of the structure of formations below the Tertiary basin floor;

2) the real-time data processing system developed—within the framework of the COMECON Ocean Research Program—was put in routine use;

3) the VIBROSEIS method was applied successfully on areas where conventional seismic methods failed;

4) the summing type seismic equipment for engineering applications was completed;

5) the off-line colour plotter was put in routine use and with it the plotting technology developed.

1) The *weighted migration program* was developed in 1976 and an example of its application was presented in the Annual Report of the same year. In the first experimental applications amplitude equalization was performed before migration. By examining the results it became clear that by amplitude equalization the noise is amplified considerably at poor signal-to-noise ratio. Thus migration noise reached such a level that horizons of poor correlation disappeared in it.

In 1977, by using the digital colour plotter, the visual dynamic range was increased. Therefore, migration could be performed with original amplitudes. The migrated time sections were coloured according to reflection amplitude in either logarithmic or linear scale. On the sections so migrated the deeper horizons appear with better signal-to-noise ratio and are separable from the migration noise.

On Figs. 44, 45 and 46 various processing results of section VÉ-24/76 are shown.

On the time section (Fig. 44) in the 2.0–3.5 sec interval the fragmentary reflections do not give any information about the structure. In the migrated sections correlation of these deep arrivals improved, thus out-

lining the structural set up. By comparing Figs. 45 and 46 it can be seen that under favourable conditions (within the respective amplitude ranges) the seismic horizons are enhanced better by using linear scale (and also the migration noise may be better suppressed) than by using a logarithmic scale. It can be seen as well, that migration stacking with the original amplitudes improve signal-to-noise ration especially in the deeper parts of the section.

2) The *real time data processing system based on R-10 computer* was applied for the processing of domestic seismic profiles as well.

The aim was to compare the results and the necessary running times of MINSK-32 and R-10 type computers. The time section Vé-24 processed by the R-10 computer is shown in Fig. 47. Processing time was shorter more than an order by R-10, than by MINSK-32 computer. The main steps of the program package are as follows:

- Input, demultiplexing and transformation to R-10 floating point format. (Input from SD-10 or SSC-3 seismic recording instrument, from 21 or 9 track field magnetic tape or directly from the analogue magnetic drum.)
- Writing the input data onto magnetic tape in channel sequential format;
- NMO correction with predetermined velocity function;
- horizontal stacking;
- frequency filtering;
- deconvolution;
- automatic gain control and scaling;
- presentation of the results on plotter.

This program package extended by a handler and static correction program will be suitable for seismic land data processing.

3) The *VIBROSEIS system* was applied in experiments on previously unexplorable regions, such as: areas of strong ground roll, difficult mountainous terrain and densely populated areas. The results are encouraging. Two examples are given below.

Parts of the Hortobágy puszta (NE Hungary) and around Debrecen town large areas were unexplorable because of strong ground roll. Three such areas were selected for the VIBROSEIS experiments. Field parameters for all three areas were equal and similar to those applied in routine work on the area: geophone base distance: 50 m, $12 \times 100\%$ coverage, offset: generally 300 m, at Józsa village 150 m.

The main point in the experiments was the application of a new energy source. Thus, the attention was focussed on the selecting of the sweep parameters. Long test series were performed for determining the opti-

imum frequency and bandwidth, sweeplength and rate, and number of compositing.

As a result of the tests the 2 octave, low frequency (12–48 Hz and 13–52 Hz at Józsa and Hortobágy, resp.) 7 sec long sweep and 16 times compositing was found the best.

50 m geophone groups with 30% mixing and 100 m long vibrator groups provided the cut-out of the first arrivals.

The VIBROSEIS system produced better results than the former conventional techniques on all three areas. The improvement was especially striking at Józsa as Fig. 48 proves it.

As a conclusion it can be stated that, although the VIBROSEIS method does not solve all the problems it produced a major breakthrough.

The VIBROSEIS system opened up new vistas in the seismic exploration of volcanic mountainous regions. In 1977 a research program in the Börzsöny Mountains comprised tests for both field and processing parameters.

In the Central Börzsöny a geophone base distance of 25 m and two different sweeps were used. The high frequency sweep (40–100 Hz) is suitable for the separation of the thin beds of the strato-volcanic series. The lower frequency sweep (12–48 Hz) provides deeper penetration (2 sec) and a better picture about the basement and the structural conditions. Profiling with the low frequency sweep and filtering in the 12–24 Hz band resulted in the time section of Fig. 49. Beside the basement which appears with prominent energy around 0.9 sec certain objects can be contoured below and above the basement (e.g. the intrusion around point 30° between 0.2–0.3 sec).

At processing it is important to pay more than usual attention to the factors affecting stacking. Because of the great elevation differences and rapid near-surface velocity changes continuous shallow seismic refraction measurements are necessary to determine the static corrections. Due to the horizontal velocity changes (sediments—subvolcanic bodies) continuous velocity analysis seems to be necessary.

Other VIBROSEIS test areas were in the Bükk Mountains on basement outcrops.

4) The construction of a *summing type seismic equipment for engineering applications* was completed. It was part of the COMECON “INTER-GEOTECHNIKA” co-operation contract. The block diagram of Fig. 50 explains its operational principles.

The geophone signals are passed from amplifiers $E_1 \dots E_{12}$ through multiplexer MX to the AD analogue to digital converter. The digital signals are stored in memory T after having passed through adder S .

From this stage the signals are fed back to the adder and at the same

time after passing through the *DA* digital-to-analogue converter transmitted to the display screen *K*, to the rotating drum *D*, or to the oscillograph *O*. The digital data stored in the memory can be recorded onto a magnetic cassette (by recorder *M*) for further processing. On the effect of the starting signal *I* given by the energy source the control unit *V* starts the process of digitalization and the data are stored in *T*. After each shot the data are recalled from the memory and the new data are added to them. The sum is stored again in memory *T*.

This process is repeated until the record becomes satisfactory. The quality of the record can be monitored continuously on screen *K* and played back sequentially on thermosensitive paper drum *D*.

The photograph of the equipment is shown in Fig. 51.

Specifications of the equipment:

Number of channels: 12 (extendable to 24)

Amplification: 96 dB (in steps of 12 dB)

Frequency range: 20–250 Hz; 20–500 Hz (switch-over) or with change of antialias filter 20–1000 Hz; 20–2000 Hz (switch-over)

Sampling interval: 1 msec, 0.5 msec, 0.25 msec, 0.125 msec

Resolution of the AD converter: 10 bits (9 bits + sign bit, 2 complements)

Word length: 16 bits

Summation: max. 64

Recording length: in case of 1 msec sampling interval 0.682 sec (depending on memory capacity)

Capacity of memory: 8 K (extendable to 24 K in the basic configuration)

Delay of recording: till 10 sec, in steps of 10 msec

5) The *off-line colour plotter* (Fig. 52) was put in routine work. Apart from various displays (amplitude, frequency) of the reflection time section the presentation of refraction seismic time section has been started. On Fig. 53 refraction arrivals are shown coloured according to apparent frequency. The successive records belonging to the same shot point—normalized to the maximum amplitudes of the respective channels—are plotted in wiggle trace form (black line) while the frequency content appears in variable area.

GEOELECTRIC METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

During 1977 already four *DIAPIR-4005 type digital, automatic induced polarization receivers* were in routine use on domestic and foreign ore exploration projects. DIAPIR samples the decay curve according to the following time series:

$$t_k = a_j b^k$$

and automatically calculates the apparent polarizability value (P_{a_k}) at the given time instants. For the DIAPIR-4005 type unit

- a_j, the time of the first sampling is 0.125 sec;
- b, the factor determining the sampling rate is 2;
- k, serial number of sampling: $0 \leq k \leq 4$ that is altogether 5 readings are obtained.

It was proved that in most cases such a short segment of the decay curve can be approximated—within a few percentage of accuracy—by the sum of two exponential components. The processing program for HP-97 calculator was based on this experience. The main steps of the program are as follows:

- 1) The averaging of an arbitrary number of readings (P_{a_k})
- 2) The calculation of the amplitude (w_1) and time constant (τ_1) of the first component (of longer time constant) from the values of P_{a_3} and P_{a_4} .
- 3) The subtraction of the calculated amplitudes of the first component from the respective readings, and the calculation of parameters w_2 and τ_2 of the second component from the residue.
- 4) The calculation of the values of w_1/w_2 and $w_1 + w_2$.
- 5) Determination of the percentage discrepancy between the readings and the exponential approximation.

After smoothing, the parameters are presented as sections or as maps. A typical section of an IP middle gradient profiling in the Börzsöny Mountains is presented on Fig. 54.

It was established formerly (see 1976 Annual Report) that long recordings of decay curves after long duration of charging enable the classi-

fication of IP anomalies. This method, however, is time consuming both in recording and processing.

Therefore, the possibility of replacing the long recordings by shorter ones, like those of the DIAPIR-4005, was studied. Typical devay curves were processed by using the above described program after the results of multi-component approximations were known. It was found that:

- the sum of the amplitudes hardly depends on the method of processing, that is

$$w_1^D + w_2^D \simeq \sum_{i=1}^5 w_i$$

(where subscript D indicates results of DIAPIR measurements)

- the parameters of the second component correspond with a good approximation to the parameters of the component of shortest time duration, that is:

$$w_2^D \sim w_5 \text{ or } \tau_2^D \sim \tau_5.$$

A large number of field measurements proved the correctness of the above statements. Similarly to the $w - \tau$ curves of the long duration recordings the distribution of the w_1/w_2 values are different over sulfide and graphitic bodies (Fig. 55). Even though time constants do not show such prominent differences theoretical studies suggest that τ_1 increases primarily above sulfide ore deposits. Thus the most perspective areas were marked at places where the values of both w_1/w_2 and τ_1 increased above average.

Curve shape analysis demands stricter accuracy on field measurements than the conventional TD method. Thus, the reading of one single point with DIAPIR takes longer time than by IPR-7 or GESKA. On the other hand, however, the quantity of information increased considerably and since DIAPIR is an ELGI made instrument the field groups provided by several units, can exploit time more efficiently.

With the two new members of the DIAPIR family, the R and 4010/N type, no field work was yet performed. DIAPIR-R provides an increase of 1-2 orders in the dynamic range of the analogue recorders (Fig. 56). If both the primary and secondary signals (U_T and U_i) are recorded with identical gain then there is a 1-2 order difference in amplitude between the two signals (Fig. 56A). Subtracting the value recorded at switching ON ($U_{T_{on}}$) from the primary signal, the dynamics of the two signals will match (Fig. 56B). The subtraction is performed by an analogue circuitry. The further increase in the dynamic range is achieved by the use of an automatic gain controlled D/A converter (Figs. 56C and D).

The DIAPIR-4010/N type instrument samples and stores the values

of P_{a_k} of 10 times till $t_k = 3$ sec. After 3 sec the values of P_{a_k} are measured and displayed in 3 sec intervals. Having performed the measurement of required duration the first ten data can be read sequentially from the memory. This type of instrument will be useful at the investigation of lode and vein type mineralization of long time constant and unknown decay curve.

After years of development work the construction of an *AC IP instrument type SEF-4* was completed. The power supply unit of 300 W produces amplitude stabilized (within 0,1%) quasisinusoidal signals. Maximum output current: 1 A. The four frequencies (of 0,1, 0,4, 1,6 and 6,4 Hz) are produced by a high accuracy quartz oscillator.

A quartz oscillator of the same type is built into the receiver unit as well, so the synchronization guarantees a phase angle measurement accuracy of $\pm 0,1^\circ$ during the whole work day. The determination of apparent resistivity is performed by measuring mean integral values by maximum sensitivity of 0,1 μ V.

Readings of SEF-4 are processed by a program written for HP-97 calculator. After the input of readings the following data are calculated and printed:

- the apparent resistivity values at the four frequencies;
- the values of the phase angles at the four frequencies;
- the value of the phase angle extrapolated to 0,0 Hz;
- the six possible PFE values;
- the MF value calculated from data of frequencies of 0,1 and 0,4 Hz;
- the normalized real and imaginary parts necessary for the construction of the Cole-Cole diagram.

Measurements were carried out on three sites—formerly investigated by TD survey—in dipole-dipole configuration generally used for FD measurements. The length of the dipole was between 25 and 100 m. The most important experiences were the followings:

- 1) It was proved that—especially on low resistivity ($\rho_a \sim 0,1$ ohmm) medium—for similar penetration SEF-4 requires an order smaller transmitter power than TD measurement.
- 2) In most cases phase angle and PFE value correlate well.
- 3) Even at small depths extrapolation to 0,0 Hz may be necessary because of the electromagnetic coupling.
- 4) Comparison of TD and FD parameters is difficult because of the different electrode configurations. In spite of it correlation is acceptable, as it can be seen from Fig. 57.

The construction of a *high power equipment for the exploration of deep sulfide ores* and methodological research for its use has been commenced

in joint financing of the State Office for Technical Development and ELGI.

As preparation for the ESR computer investment program planned for 1978 *geolectric processing programs* were written and tried on IBM-370/145 compatible with the ESR computer to be installed.

During the processing of magneto-telluric records (see Annual Report, 1975) produced by the DEF-1 type digital electromagnetic recording instrument (see Annual Report, 1976) new demands arose.

The block diagram of the new processing program is shown in Fig. 58. The algorithm provides the following methodological advantages over the previous processing system:

- the maximum number of input data is increased from 40 000 to 160 000 for all frequencies, thereby the reliability of statistical processing is increased;
- noisy impulses or segments are recognized and omitted;
- besides the impedance tensor the independent admittance tensor is determined as well;
- the error of the calculated tensor components is estimated.

Experiences prove that the accuracy of impedance increased by half an order without any cost increase.

A successfull and fruitful aspect of the automatization of geoelectric data processing is the further development of the program system of the *field computer centre* based on the HP-9845 calculator and plotter. Apart from processing geoelectric mapping data (see Annual Report, 1976) the evaluation of VES curves has been commenced as well. The graphic interactive possibilities provided by the calculator system eliminate the need of using master curves. Plotting of resistivity data and theoretical curves for the gradually corrected parameter sets are drawn within minutes. Thus, the interpreting geophysicist can obtain information about the reliability of evaluation and the conditions of equivalence as well.

It provides insight into the causes of structural distortions. Computation of master curves is based on the discrete convolution algorithm of P. Salát and D. Drahos (Geophysics dept. Eötvös University, Budapest).

The multifrequency electromagnetic methodological research program for bauxite, braun coal and water exploration was commissioned by the Central Office of Geology and the State Office for Technical Development.

The field measurements were started in 1977 by using the Scintrex SE-77 type equipment. The magnetic field of the inductively coupled magnetic polarization loop was measured in Turam arrangement with fixed frequencies of 35, 105, 315, 945 and 2835 Hz.

Field tests for the effectiveness of the method were carried out at Ba-

konyoszló for the localization of bauxite bodies covered by Eocene limestones. The tests were successful at the frequency of 315 Hz; the anomaly of 7% is in close correlation with the Triassic contour underlying the bauxite. The processing and correction of field data by the normal fields of the homogeneous half space is carried out at the field computer centre.

The applicability of the method is still being investigated primarily for the exploration of two dimensional structural elements (tectonic zones, ore bodies).

2.3 WELL-LOGGING METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

The scope of *nuclear instrumental research* activity was extended to the field of isotopic X-ray fluorescent (XRF) analysis. An experimental equipment was developed which is suitable for determining element concentration of Fe, Cu, Zn and Pb.

The detectors of 43 mm diameter combined probe are proportional tubes of good resolution power which are pressed to the wall by a spring. Two exchangeable detector units belong to the probe. One of the units contains a proportional tube equipped with adjustable radiation source holder and a surface controlled, mechanically equalized filter pair. The single channel energy selective electronics of low noise transmits the signals produced by the detector through the conventional well-logging cable with a noise threshold of 0,5 KeV to the surface unit. Thus continuous, or in the case of filter pair point measurements can be realized. The characteristic spectrum of radiation of the copper and iron samples recorded by the probe is shown in Fig. 59. The second detector unit contains two proportional tubes with fixed arrangement of a filter pair. By connecting this unit the probe electronics switches over automatically to the two parameter detection mode of operation and the signals are processed by the conventional surface unit. In both cases there is a berillium window built into the wall of the probe casing in front of the detectors and the radiation source (^{238}Pu).

The block diagram of the surface units mounted in the standard instrument casing can be seen in Fig. 60. Depending on the measurements the ratemeters can be changed to scalers to which a four-channel 6 digit thermal printer may be connected. For the four-channel spectral mode of operation a four-channel analyser of 50 mm width was developed for which different energy windows may be selected by using various "program plugs". The setup is shown in Fig. 61.

The suitability test of the instrument proved that in the spectral mode of operation the sensitivity of the probe is adequate for separation of elements with atomic number difference exceeding 3. In case of smaller differences the energy measurement must be supplemented by using a

filter pair. The result of such a combinative measurement of energy and filter pair is shown in Table I.

The energy range (ΔE) was altered for iron, copper and powdered rock samples, while the window and the Ni/Co filter pair were selected for copper. For example, it can be seen that at a window of 8.35–9.25 KeV the 100% iron content resulted in 39 counts. The filter pair test can be performed by keeping the count number difference of the “unmeasured element” (iron) between the following limits:

$$o \pm 5\delta \text{ (count/s)} = o \pm 5 \sqrt{\frac{2T - D}{t}}$$

where

T = count number of the band-pass

D = filter count number difference

t = duration of measurement,

—which is fulfilled in the selected adjustment. It must be remarked however, that this count pertains to 100% iron content and it could be even more favourable under rock conditions.

Within the framework of the *nuclear methodological research program* the KRGNN-3-150-76sHY type three channel neutron probe equipped with a ^{252}Cf type neutron source of $1.44 \cdot 10^7$ neutrons/sec intensity was calibrated in four different probe positions: centrally, at 20 mm from the bore-hole wall; at 10 mm from the wall and pressed to the wall. The parameters of the diagrams are the bore-hole diameter (134 and 214 mm) and the probe length. The diagram plotted for the wall-pressed position is shown in Fig. 62.

The application of the calibration diagram shown in Fig. 62 is presented on the experimental neutron logs recorded in the well of Tarnabod. The calculated neutron porosity values for the depth intervals of 1850–1910 m is tabulated in Table II.

To improve the porosity measurements the study of neutron spaces has been started by using single and double groups of neutron diffusion equations under modeling conditions.

The aim was to calculate master curves for thermal and epithermal neutrons by various probe lengths and bore-hole diameters. The master curves counter-checked by calibration diagrams, are suitable for determining Φ_N porosity. Using published data and relationships the group constants (D — diffusion coefficient and L — diffusion path) of the diffusion equations were calculated for sand and limestone matrices (see Table III.) The calculations allowed to clear the relationship between the epithermal-thermal flux ratio and bore-hole diameter. The quotient

Φ_2/Φ_1 tends towards a constant value as the probe length increases. In the range of 30–90 cm probe length, the change of the quotient is significant only at small bore-hole diameters.

Recently the demand for *combined probes* in *solid mineral exploration* drillings is increasing. To satisfy this demand three different probe combinations were produced.

- 1) Common electric and radioactive probe; size of the electric probe: B2.73 A0.1 M10.35 M2 and M2.83 A0.35 B in the normal and lateral arrangement, respectively. The radioactive probe is of KRG-2-120-43 type with the upper channel measuring gamma-ray and the lower one some type of induced radiation (gamma-gamma, neutron-gamma). In the four parameters combination the electric probe is located on the top.
- 2) Microresistivity and selective gamma-gamma probe; the springing plastic part standing out separately from the rigid plastic mandrel forms the pad of the microprobe on which three electrodes are placed with 2.5 cm spacing. The selective gamma-gamma probe is in plastic housing as well. Both probes are furnished by springs pressing them to the wall.
- 3) Continuous fluid resistivity and temperature probe; in the closely packed probe the sensor of the temperature probe is located at the bottom.

In *field methodological investigations* the IP (induced polarization) measurements were continued partly by continuous logging and partly by digital recording of decay curves. Our aim was to find a relationship between IP and the permeability of clear sands and sandstones. The results can be expressed in the following relationship:

$$\varkappa = \frac{\xi^2}{L_{33} \rho_0}$$

where \varkappa is the polarization susceptibility characterizing rock IP properties,

ξ streaming potential

ρ_0 resistivity of the rock matrix

L_{33} quantity characterizing pure permeability; element of the thermodynamic two-phase system matrix.

Further development of the *computer program package* for the *K-3000 type digital field well-logging equipment* enables the processing and interpretation of data from solid mineral exploration wells. It consists of the following phases:

- 1) Writing field data into the computer and storage in the multi-log data base system.

- 2) Transform certain logs into physical units and rewrite it into the data retrieval system.
- 3) Depth adjustment (see Annual Report, 1976).
- 4) Perform log corrections including forming the difference between neutron activation and gamma-ray logs.
- 5) Lithological identification and boundary determination by lithological probability distribution (see Annual Report, 1975).

It should be remarked that data can be written into the data retrieval system from the punch tape output of the office log-digitizer as well.

An example for computer interpretation is given using the following logs of well Cs-248: two resistivity logs: (B2.73 A0.1M), (B2.73 A0.4M), gamma-ray, gamma-gamma, neutron-neutron and neutron-activation logs. The result of depth adjustment is shown in Fig. 63.

For lithological identification the lower and upper limits for each geological formation is given from empirical data of the area as well as the probability with which the log characterizes those beds. It was accepted as a criterion that the neutron activation log locates unambiguously—that is with a probability of unity—the bauxite layers. From the given limits and the log values the program calculates point by point which geological formation has the highest probability and locates the bed boundaries as well.

On the log shown in Fig. 63 the successive layers obtained by computer processing and manual interpretation can be compared and seen that they match closely. Deviations can be found in case of thin layers (10–20 cm) only as manual interpretation can be performed by averaging them, whereas the computer identifies them as separate layers.

The application of the *Well-logging Interpretation System (KÉR)* developed for the MINSK-32 computer is illustrated by the processing of logs obtained from a South-Hungarian oil-producing area.

The logs of Fig. 64 were recorded in the depth interval of 1750–1940 m. The detailed lithological probability distribution of a 5 m long section marked on Fig. 64 is shown on Fig. 65. Fig. 66 presents the physical parameters of the beds as determined by the computer. The NG curve indicates the neutron-gamma counts exceeding a certain threshold which refer to the presence of gas. The cross-hatched region below the porosity curve (Φ) is proportional to the hydrocarbon saturation [$\Phi(1-S_w)$].

The program system is based on mathematical-statistics using the empirical constants of the area as parameters. The storage in the data retrieval system enables us to link the successive operations. Each processing program operates from magnetic tape to magnetic tape of identical format. Loading the data from the magnetic tape into the memory is in

steps of depth intervals, depending on the free capacity of the memory, the number and length of the logs to be used.

The geophysical interpretation is performed in steps of sample points but after having determined the lithology further calculations are carried out at sections of high permeability only. The main points of the processing are as follows:

- digitalization of the logs and checking by replotting;
- having converted to physical values, the digitized logs are stored on a magnetic tape;
- automatic depth adjustment of the logs;
- normalization of the SP and gamma-ray curves between the automatically determined clay and sand lines;
- formation of the difference of micro curves;
- statistical lithological interpretation in steps of depth points;
- determination of porosity and clay content by diagrams characteristic to the area and the probe;
- determination of water saturation by different methods;
- calculation of CH saturation;
- presentation of the results on plotter and line printer.

Within the framework of the *COMECON Ocean Research Program* the *XRF analyses* were continued by using a Hungarian made equipment consisting of a Si/Li semi-conductor detector, coded preamplifier and an interfaced data processing and interpreting "Automatic Spectrum Analyser" (ASA) (Fig. 67).

The energy resolution power of the semi-conductor detector is better than 200 eV on the 5.9 KeV line of the Fe-55 isotope (on board). The construction of the Automatic Spectrum Analyser is simple, its size is small and its control is easy. Its operational characteristics: the time duration of the amplitude analysis of 1024 bits resolution can be preset and only the program selected portions of the energy spectrum are stored in the 16 memory cells. The routine analysis of off-shore placer samples consists of the following steps:

- energy calibration of the Automatic Spectrum Analyser;
- selection of spectrum ranges (windows);
- measurements on standard samples;
- construction of the calibration curves from the test results and the known concentration values;
- serial measurements.

The method was applied for the real-time evaluation of the titanomagnetite placer samples of the South Continental Shelf of the Black Sea. 270 samples were analysed for Ca, Ti, Cr, V, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr and Pb content on-board.

Furthermore, the intensity of inelastic and elastic scattered photons and their ratio were determined as well. This latter contains information about the average atomic number of the samples and it enables to perform matrix correction. The results proved the presence of titanomagnetite sands, carbonate sands and muds. The concentration range of each element of the samples is shown in Table IV.

3 EARTH-PHYSICAL RESEARCH

The *time variations* of D, H and Z components of the geomagnetic field have been recorded continuously as in previous years in the Tihany Observatory.

Since measurements in the neighbouring observatories proved that our H standard is higher by 25 nT than the normal value, our QHM instruments were recalibrated by the Danish Meteorological Institute. After recalibration the measured H values are in good agreement with the H level of the neighbouring countries.

Geomagnetic data have been provided to different institutions for air traffic and surveying purposes.

The Annual Report of Tihany Observatory for 1976 has been published.

In the field of *ionospheric-magnetospheric research* the whistler observations have been continued. The recorded data have been analyzed statistically and density profiles computed.

A long period variation of whistler occurrences seems to appear in our observation series probably in connection with the solar activity. This variation is perturbed by the decreasing sensitivity of our recording equipment. The recorded whistler data have been published in the Annual Report of the Tihany Observatory.

The *Earth-tide registrations* have been continued by gravimeter in Tihany and by horizontal pendulum in Sopron-Bánfalva.

The final interpretation of the Earth-tide observations recorded in the Soviet Union (Obminsk, Pulkovo) in 1975-76 has been concluded. From these results and data obtained in other parts of Europe previously, the distribution of Earth-tide parameters could be determined on the central and eastern part of Europe. It has been established that the amplitude ratios of the diurnal waves are constant on the whole area but the amplitude ratios of the semi diurnal waves are decreasing monotonously from west to east. This phenomenon is due to the effect of the ocean tides including that of the Arctic-Ocean (Table V). After the ocean-tide correction the amplitude ratios of the semi diurnal waves became constant as well.

The deformations of the Earth due to external loading has been studied. Because of the slow convergence the calculations have been limited to the first hundred thousand members of the series of load numbers. It has been concluded that with increasing number of the members of the series the influence of the near surface structural elements are increasing and the effect of the inner structure is decreasing. The effect of the Earth's core is diminishing after the first 20–30 members and above 6000 members the influence of the structural elements of the crust and the upper mantle becomes significant.

The following *paleomagnetic research* projects have been completed:

The paleomagnetic investigations carried out on *Mesozoic rocks* (Jurassic limestones from the Transdanubian Central Range and Upper Jurassic and Lower Cretaceous limestones from the Villány Mountains). The obtained pole positions suggest the striking conclusion that during sedimentation the Transdanubian Central Range belonged to the African plate while the Villány Mountains to the Eurasian plate.

In the *granitoid rock-samples* of the Mórág quarry (Mecsek Mt.) two groups of different magnetic directions could be separated. It can be interpreted as the magnetizations of two different phases of the granite formation: the harder one pertaining to the older migmatization, the softer one to the younger alkalic metasomatism (Fig. 68).

In the *Börzsöny–Dunazug Mountains* 400 rock samples were collected. The sample groups were classified by the magnitude of remanence, susceptibility, Koenigsberger ratio and variability.

Lavas, characterized by large or intermediate susceptibility (10^{-3} — 10^{-4} CGS), high remanent magnetization (10^{-2} — 10^{-4} CGS), Koenigsberger ratio higher than unity, high variability of susceptibility and remanence within one group of samples.

Subvolcanoes, characterized by large or intermediate susceptibility (nearer to intermediate), Koenigsberger ratio generally higher than unity, high stability of susceptibility and remanence within one group of samples.

Tuffs, characterized by intermediate susceptibility (10^{-4} CGS), low intensity remanent magnetization (10^{-4} CGS), Koenigsberger ratio less than unity.

Veins: all parameters are strongly variable.

From the measured 51 sample-groups 17 had positive, 14 negative and 5 intermediate direction, the remaining 15 were uninterpretable.

The lava flows of the paleovolcano and the samples from the somma of Hegyhát have positive magnetization. All except one subvolcano of Mt. Dunazug have negative magnetization. It is worth mentioning the laccolith of Csódi Hill. The samples from the vicinity of the contact zone

have negative magnetization while those far from it show intermediate magnetization. This phenomenon suggests that the cooling of magma started in an epoch of negative magnetization and ended in a positive epoch.

The veins in the Börzsöny Mountains have positive and those in the Dunazug intermediate magnetization.

The tuff samples collected in the Dunazug Mountains have negative and positive magnetization as well (Table VI).

The paleomagnetic results of the years 1970-77 are summarized on Figs. 69, 70.

In the field of *geodetic gravimetry* the main emphasis was put on vibration and temperature tests of gravimeters. Two gravimeters (Worden Geodest No. 937 and Sharpe No. 256-G) have been tested on electrodynamic vibro-platform in the 0.05-200 Hz interval.

Fig. 71 represents the response curve of Sharpe gravimeter in case of 2-200 Hz vertical vibration on 1 cm/s² and 25 cm/s² acceleration level.

The graphs on Fig. 72 show the vibration sensitivity of Worden gravimeter on different frequencies and different acceleration levels.

Both types of gravimeters, but especially the Worden are sensitive to vibration effects. Below 2 Hz the gravimeter index is moving so slowly that the operator cannot notice it, the resulting error can reach 0.2-0.4 mgal. Between 40-80 Hz the index is stable but the deviation from the real 0 position can reach 2 mgal.

To reduce the effect of temperature variations a thermostat has been constructed for Sharpe gravimeters (Fig. 73).

The specifications of the thermostat are as follows:

Operation: continuous

Sensor: thermo-resistor

Inner temperature: 25 °C and 35 °C

Inner temperature variation: $4 \cdot 10^{-4} \times$ external variation

Warming up gradient: 5 °C/hour

Power supply: 5.7-7 V DC

Min. consumption: 0.3 W

Max. consumption: 6 W (in case of 25 °C difference between the external and inner temperature).

Weight: 6.5 kg.

The thermostat has been tested with Sharpe No. 104 and No. 256 gravimeters (Fig. 74).

Gravimeter measurements along the levelling network established to monitor recent crustal movements have been continued.

The regional gravity survey of Hungary has been completed.

APPENDIX

The activity of ELGI in Mongolia till 1976 was coordinated by bilateral agreement. Since that time geological-geophysical exploration is organized by the International Geological Expedition of COMECON.

The main tasks of the Expedition are: geological-geophysical mapping, reconnaissance drilling for all kinds of mineral deposits, detailed survey and economic evaluation of all perspective sites.

The region of activity in the first phase (2.5 years) is between meridians 110° and 112° , in district North Kerülen. Hungary provides the crews of a geological mapping and a geophysical group, consisting of 22 members. All geophysical activity is controlled by ELGI through her chief geophysicist.

Tasks of geophysical prospecting in the first phase were the followings:

- a) *regional geophysical* mapping in the N Kerülen district on an area of 16 000 km² simultaneously with the 1 : 200 000 and 1 : 50 000 scale geological mapping. In the geophysical complex gravity, geoelectric and seismic methods were involved;
- b) *detailed integrated geophysical investigation* on areas of ore indications simultaneously with the 1 : 10 000 scale geological mapping, by geoelectric (VES, IP, resistivity profiling), seismic, seismo-electric, magnetic, radiometric, micro-gravity and other methods.

The field works of the first phase have been completed.

*

After the successful seismic and geoelectric investigations of 1973 in Bleiberg, Austria a new contract was signed by the Graz-Köflacher Eisenbahn und Bergbau Gesellschaft for the geophysical exploration of the valley of the Lavant river (Carinthia). Gravity and seismic measurements were carried out to map the basement topography and structure in connection with a coal mine.

*

ELGI and Geofyzika n.p. Brno (Czechoslovakia) signed a medium term agreement for the mutual participation in the geophysical exploration works of their countries. Within the framework of this agreement Geofyzika n.p. carried out helicopter borne aeromagnetic survey at Kemeneshát for the algnit project and gravity survey in the Transdanubian Central Range, while ELGI had a seismic refraction survey near Lučenec and a magneto-telluric net in the Moravian basin. The commercial side of the co-operation is managed by NIKEX and Strojexport.

*

Publications: Annual Report 1976; Annual Report 1976 (Geophysical Observatory, Tihany). Prepared for publishing: Bulletin of KAPG Working Group 33 (Study of the Earth Tides, No. 1), and Geophysical Transactions Vol. 25.

*

The present stock of the Library consists of 20 046 volumes of books and periodicals. Stock increase in 1977: 560 books, 498 volumes (2568 numbers) of periodicals, 1100 independent publications and documents, 210 instrument booklets. Through international exchange 296 publications were received. The number of new periodicals is 11. 4749 readers were served by the Library in 1977.

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. Р. ЭТВЕША ЗА 1977 Г.

1 ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

План полевых работ ЭЛГИ представлен на рис. 1.

В области Задунайского среднегорья геофизические работы продолжались по согласованному плану Предприятия по поиску бокситовых месторождений и Венгерского геологического института. Основная часть работы заключалась в *рекогносцировочной съемке* в районе Кестхей, в западном предгорье гор Баконь и в районе гор Веленце. *Региональная съемка* проводилась в районе гор Баконь, а также в юговосточном и северозападном краевых участках гор Герече. *Детальная съемка* осуществлялась для разведки на кварцевые пески, лигниты, горючие сланцы и бокситы.

Ниже излагаются наиболее интересные результаты, полученные в процессе вышеуказанных работ. В *западном предгорном участке гор Кестхей* изучение проблемы водоснабжения озера Хевиз потребовало бурения дополнительных скважин и проведения наблюдений над карстовыми водами. Места для бурения скважины были заданы на основе результатов комплексной геофизической съемки. На карте рельефа верхнетриасовых доломитов (рис. 2), построенной по данным грави- и магнитометрических, сейсморазведочных (КМПВ) работ, выделяется несколько зон тектонических нарушений, которые могут играть значительную роль в управлении потоком карстовых вод. Прогибы триасового основания заполнены мергелями. На рис. 3. в пункте Н-VI скважина вскрыла мергели на глубине, предсказанной по геофизическим данным и в ней получается приток 100 л в мин. горячей воды температурой 38 °С.

В *западном предгорном участке гор Баконь* изучалось доавстрийское основание, но при этом прослеживались и верхнемеловые горизонты. Целью работ было выявление возможных запасов угля. В комплекс геофизических исследований входили гравиметрический, электроразведочный, сейсморазведочный (КМПВ) и вибросейсмический (МОВ) методы. Построенная по результатам работ карта представлена на рис. 4.

Региональная съемка района *гор Баконь* проводилась с целью поиска бокситовых месторождений. На рис. 5 показаны характерные разрезы района. Восточнее горного массива геофизические параметры позволяют судить о наличии меловых и эоценовых отложений. Эти отложения, как

покровные, могли защищать бокситы, накопленные в тектонических нарушениях, от олигоценовой денудации. Для выяснения этого вопроса было предложено бурить скважину (в пункте, отмеченном через F).

Целью геофизических работ, проведенных в бассейне между населенными пунктами *Татабанья* и *Саруйтелеп* было выявление угольных и бокситовых залежей. Южная часть района была предложена для проектирования буровых работ (рис. 6) так как она, согласно разрезу Sze-9 (рис. 7), имеет благоприятное строение.

Базальтовые кольцевые структуры, как возможные месторождения горючих сланцев, изучались аэромагнитными наблюдениями с вертолета. Карта ДТ представлена на рис. 8,а, а один из геологических разрезов — на рис. 8,б. Интерпретация карты проводилась вычислениями по моделям; в результате работ сделан вывод о том, что северозападнее, западнее и югозападнее изученного участка могут встречаться дополнительные краевые кольца.

По поручению Предприятия по поиску бокситовых месторождений, начиная с 1974 г. проводятся комплексные геофизические работы в окрестностях *горнорудного района Ихаркут*. Полученные результаты показаны на рис. 9. В процессе работ выделены перспективные участки и изучен рельеф триасового основания. Геологическая модель постоянно совершенствовалась с использованием новых буровых данных.

Исследования в районе *гор Бэржэнь* были сосредоточены на две задачи: 1) на изучение регионального строения района и 2) на выяснение условий минерализации.

По первой задаче основные усилия были направлены на переобработку ранее полученных геолого-геофизических данных (рис. 14). Зона нарушений по границе Задунайских-гэмэридных пермских мезозойских и Вепоридных кристаллических структурных образований (рис. 10) в районе Диошъенэ была выявлена сейсморазведочным методом преломленных волн (рис. 11) и грави-магнитометрическим моделированием (рис. 12). В вулканической структуре изучен характер краевого массива, детализированы строение прогиба Соб—Сокоя и положение серии осадочных отложений района Марианостра. Боковой массив состоит из ряда малых вулканов (рис. 13); остатки более древнего крупного стратовулкана не могли быть выявлены. Вулканическая серия прогиба Соб—Сокоя имеет малую мощность и состоит из отложений краевого массива (рис. 16). Осадочные отложения района Марианостра оказались одинаковыми с подстилающей осадочной толщей. Это означает, что участок, прилегающий к скважине — 7 находится в погруженном положении (рис. 15). Наиболее выраженными элементами поствулканического строения являются молодые сбросы, в основном характера надвига, с простираением с северо-запада к юго-востоку.

Условия минерализации изучались согласно следующей классификации:

рудное поле, отдельные участки рудного поля, района и локальная минерализация (рис. 17). Расположение и параметры каждой единицы определяются двумя эффектами: происхождением и термодинамическими условиями, а также структурным положением, определяющим пути миграции и конденсацию жидкостей. Рудное поле располагается в районе контактирования основной олигоценовой структурной линии с глубинными магматическими очагами. Северный участок (рис. 18) связан с более мелким магматическим очагом (гипабиссическая интрузия?) и радиальной системой разрывов центрального поднятия (рис. 19).

В районе известно три типа минеральных залежей: жилы сульфидов и глинистых минералов, столбообразные тела гнездовой, брекчиевой, связанной текстуры и зоны рассеянной минерализации. Целью исследований, проводящихся методом ВП (рис. 20) является выявление рассеянной минерализации.

Геофизическое исследование структурной зоны Дарно в 1977 г. было направлено на изучение глубинного строения и условий минерализации района гор Бюкк и Уппонь. Три сейсмических профиля МОВ было проведено через линию Дарно. Один из них, заснятый вибротомографической системой, пересекает оба горных районов. Дополнительные гравиметрические и электроразведочные (ВП, ПС, ВЭЗ) работы проводились по профилям как за предыдущие годы. В южном предгорном участке гор Бюкк рельеф основания прослеживался методами ТТ и ДЭЗ (рис. 21).

Проверялась интерпретация данных, полученных в 1976 г. по магнитному моделированию, а также по сейсморазведочному профилю МОВ ЁК-2/А.

Комплексные магнитные аномалии района Бюкксек интерпретировались путем графического их подразделения, как правило, в три отдельные аномалии, которые уже могут подвергаться модельным вычислениям. Погрешности такого подразделения влияют, в основном, на определение ширины возмущающего тела. На рис. 22 выделяются три полосы магнитных тел (возможно диабазов). Результаты моделирования согласуются с данными скважины Vs-4, пробуренной в полосе А.

Сейсмический профиль МОВ ЁК-2/А проходит через палеогеновый бассейн Северной Венгрии (Рис. 23). Здесь приводится два варианта построенного разреза: на рис. 24 представлен временный разрез низких частот до 10 сек., а на рис. 25 — разрез с миграцией, раскрашенный по величинам амплитуд с шагом 12 дБ. Геологическая интерпретация дана на обложке.

Региональное исследование тектоники Задунайской области было продолжено в двух направлениях: проводились

- 1) магнитотеллурические зондирования по прежнему сейсморазведочному профилю МК-2 для изучения проводящих слоев в палеозойском основании и

2) сейсмические наблюдения по профилю через Задунайское среднегорье (МК-3/77).

Магнитотеллурическим зондированиям предшествовали работы по методам ТТ и ВЭЗ. На рис. 26 представлена карта теллурических изоареал. Два минимума, выделяющихся на карте, могут быть связаны с палеозойскими проводящими телами. Магнитотеллурические зондирования проводились в соответствии с картой изоареал. Разрез (рис. 27) свидетельствует о наличии в южном конце профиля проводящего слоя мощностью, превышающей 1000 м (с сопротивлением 3,5 ом) под триасовыми известняками $\delta > 100$ ом. Данный проводящий слой между триасовыми отложениями и кристаллическим основанием может быть карбонского возраста.

План сейсмических профилей представлен на рис. 28. Временный разрез северной части (МК-3/Е) показан на рис. 29, а его вариант с миграцией — на рис. 30. В результате улучшения отношения сигнал/шум, достигнутого за счет миграции, в основании прослеживается отражающий горизонт. На рис. 31 показан отрезок южного разреза (МК-3/77 D). В Морском бассейне появляется глубокий горизонт, образующий локальное поднятие, который в пункте пикета 420° прерывается структурной линией. В направлении к югу характер разреза совершенно изменяется: без улучшения отношения сигнал/шум его нельзя интерпретировать.

Инженерно-геофизическая съемка озера Балатон была продолжена в отчетном году. На рис. 32 представлен характерный разрез района. Путем комплексной интерпретации физических параметров, можно было выделить различные отложения.

Для различных организаций проводились *геофизические исследования, связанные с водоснабжением и с инженерными задачами*. Результаты геофизических работ, проведенных в связи с охраной воды Дуная приведены на рис. 33. Из рисунка видно, что изучался не только район плотины, но и все русло реки вплоть до Будапешта для выяснения условий переноса детрита и для целей разработки стройматериалов.

Подобные предварительные исследования были проведены в районе водоема по реке Драва вблизи г. Барч, а также в районе водоема около Халмова, в Чехословакии.

Был выполнен план геофизических работ на острове Мохач (по Дунаю) для решения проблемы, связанной с водоснабжением г. Печ. Выявлены два водоносных горизонта: мезозойское основание и конус алювиальных отложений.

Продолжались *геофизические работы в Большой венгерской низменности*. По сети профилей МОВ наблюдения проводились с взрывным и вибросейсмическими способами возбуждения упругих колебаний. Последний способ применялся в населенных районах около города Дебрецен.

На рис. 34. показан план разведочных работ и изолинии рельефа паннонского основания. На рис. 35 и 36 приведены временные разрезы и их варианты с миграцией. Миграция позволяет интерпретировать глубинное строение разреза.

В 1976 г. был разработан *план заложения региональной сейсмической сети* для выявления преспективных на нефть и газ районов. Работы были начаты по профилю А-12 и в 1977 г. было заснято всего 84,3 км профиля отчасти с 12-, и отчасти с 24-кратным перекрытием. Профиль (см. рис. 37) располагается, в основном, в палеогеновом бассейне Северной Венгрии. Задачей было оконтуривание структуры палеогеновых и более древних отложений. Из полученных данных здесь приводится временный разрез профиля А-12а, а именно, разрез с раскраской по величинам амплитуд с шагом 12 дБ на рис. 38, и по частоте — на рис. 39. На обложке показано два варианта геологической интерпретации.

В области *гор Мечек* геофизическими работами изучалось два района. В целях разведки на угли была расширена площадь сейсмических работ КМПВ, а в западной части были проведены сейсмические профили МОВ для исследования палеозойских отложений. На рис. 40 представлен разрез профиля Gö-5, раскрашенный по величинам частот. В северной части профиля отражения с поверхности гранитов появляются около 2 сек. Склон этой поверхности в направлении к югу прослеживается до пикета 90°.

Исследование карстовых и термальных вод проводилось в различных районах. Для решения вопроса о снабжении г. Шопрон питьевой и термальной водой, были выполнены комплексные сейсморазведочные (МОВ) и электроразведочные работы. На рис. 41 представлен временный разрез по профилю So-2/77, раскрашенный по величинам амплитуд отраженных волн. Комплексные сейсмические (МОВ) и электроразведочные наблюдения позволяют получить информацию как о строении, так и о сопротивлении (пористости) отложений. Зона нарушений, ограниченная обнажением основания, имеет благоприятные условия для накопления термальной воды, в то время, как в восточной части изученного района повышенная мощность толщи верхнепаннонских отложений и повышенные величины их сопротивлений позволяют судить о водоносности этого участка.

Для подготовки района под бурение на термальные воды, наблюдения сейсмическим методом преломленных волн и гравиметрическим методом были проведены в районе Диошдьер (Мишкольц). На рис. 42. приведена карта изогипс рельефа фундамента. В связи с большими индустриальными помехами здесь нельзя применять электроразведочные методы. По различным скоростям распространения головных волн, основание расчленяется на зоны с различными отложениями (зоны А, В, С и D). В 1976 г. в районе Гардонь по сейсмическому профилю КМПВ была выделена зона сбросов (см. рис. 43). Пробуренная впоследствии скважина вскрыла известняки на предсказанной глубине с притоком 700 л/мин. термальной воды температурой 51 °С.

2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

2.1 СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Наиболее существенные результаты, достигнутые в 1977 г. в области исследований по разработке методов и аппаратуры сейсморазведки и вычислительной техники заключаются в нижеследующем.

- 1) Разработка метода миграции, позволяющего в значительной мере улучшить отношение сигнал/шум, следовательно, способствующего изучению внутреннего строения третичного основания;
- 2) Обработка сейсмических разрезов при помощи устройства, разработанного в рамках программы морских исследований;
- 3) Получение отражений при помощи вибросейсмического метода в районах, в которых стандартный метод отраженных волн не оказывается эффективным;
- 4) Разработка цифровой сейсморазведочной аппаратуры для исследования мелких глубин;
- 5) Использование цветного плоттера, работающего в автономном режиме, в производственном порядке и усовершенствование цветного представления разрезов.

1. *Программа миграции со взвешиванием* была разработана в 1976 г. и о ее применении был приведен пример в Годовом отчете за 1976 г. При первых испытаниях, перед осуществлением миграции, в временных разрезах было проведено выравнивание амплитуд. Анализ результатов показал, что в отрезках разрезов с неблагоприятным отношением сигнал/шум (в интервалах больших времен), где вследствие выравнивания амплитуд шумы усилены до среднего уровня, миграционный шум получился большим и выделить горизонты с неудовлетворительной корреляцией оказалось невозможным.

В 1977 г. в связи с производственным применением цифрового цветного плоттера, в значительной мере расширился динамический диапазон представления результатов. Поэтому в дальнейшем миграция осуществлялась на временных разрезах с первоначальными отношениями амплитуд и результаты представлялись при помощи цветного графопостроителя с расцветкой по величинам амплитуд, в дБ-ах или с линейным масштабом. При

этом в разрезах с проведенной миграцией глубинные горизонты выделяются с более благоприятным отношением сигнал/шум и по величинам амплитуд они выделяются из миграционного шума.

На рисунках 44, 45 и 46 представлены различные варианты разреза по профилю V_é-2476 с раскраской по величинам амплитуд.

На временных разрезах в диапазоне времен от 2,0 до 3,5 сек отражающие горизонты, выделяющиеся только местами, не дают информации о строении. На разрезах с миграцией появляются горизонты, прослеживаемые на более значительном протяжении, по которым можно судить также о строении толщи более древних отложений. Сопоставление рисунков 45 и 46 показывает, что при благоприятных условиях (в соответствующем диапазоне амплитуд), линейный масштаб позволяет более уверенно выделить отражающие горизонты (и более эффективно подавить миграционные шумы), по сравнению с логарифмическим масштабом (т. е. масштабом по дБ).

Рисунки подтверждают, что при осуществлении миграции с первоначальными амплитудами, что улучшает отношение сигнал/шум, глубоко залегающие и трудно распознаваемые горизонты поддаются изучению.

2. С использованием опытной ЭВМ P-10, оснащенной специальными устройствами для обработки геофизических данных, проводилась обработка полученных и в Венгрии данных. Целью этих работ было сопоставление материалов, получаемых ЭВМ Минск-32 и P-10, а также потребностей этих ЭВМ в машинном времени. На рис. 47 представлены результаты по профилю V_é-24, полученные ЭВМ P-10. Выполнение программы потребовало на один порядок меньше времени, чем на ЭВМ Минск-32. Основные операции системы программ сводятся к следующему:

- ввод и распределение каналов с редактированием по формату P-10 с плавающей запятой (с сейсмической приемной аппаратуры SD-10 или ССЦ-3; с 21- или 9-дорожечной полевой магнитной ленты или непосредственно с аналогового барабана);
- запись данных на магнитную ленту непрерывно по каналам;
- ввод нормальных поправок по заранее заданной функции скоростей;
- накопление;
- частотная фильтрация;
- обратная развертка;
- автоматическое регулирование амплитуд и пересчет;
- представление данных при помощи графопостроителя.

Данная система программ представляет собой ядро обработки данных на ЭВМ P-10, которое, при его дополнении соответствующими программами редактирования и ввода статических поправок, может применяться также для обработки наземных данных.

3. С использованием *Вибросейсмической системы* проводились опытные работы в трудно доступных, трудно буримых, застроенных, заселенных районах и в районах, где до сих пор не получены отражения. Получены весьма эффективные результаты.

Ниже дается описание изучения «немой» зоны.

В области Хортобадь и в районе г. Дебрецен уже давно известны участки, в которых при помощи стандартной системы наблюдений по методу отраженных волн и взрывного способа возбуждения упругих колебаний не были получены отражения. В качестве опытных площадей были выбраны три хорошо известные немые зоны: две в области Хортобадь и одна — севернее г. Дебрецен, около села Йожа. Наблюдения были запроектированы по аналогичным принципам.

При выборе параметров установок учитывались общепринятые при работах на Большой низменности параметры. Так, база группы сейсмоприемников была принята равной 50 м, а кратность перекрытий — $12 \times 100\%$. Около села Йожа, в связи с сравнительно мелкими глубинами, применялся оффсет 150 м, а по профилям области Хортобадь — 300 м.

Сущность опытных работ заключалась в новом способе возбуждения колебаний, так основное внимание уделялось выбору параметров вибросигнала. В каждом из трех районов проводились длинные серии опытных работ для определения оптимальных величин

- частот и ширины полосы
- длины вибросигнала и скорости изменения, а также
- числа вертикального накопления.

В результате опытных работ оптимальными оказались короткие (7 сек) вибросигналы с 2 октавами, низкой частоты (12—48 гц в районе Йожа и 13—52 гц и области Хортобадь), с 16 накоплениями.

При наблюдениях по профилям, на стороне установки применялись группы сейсмоприемников 50 м с 30%-ным смешиванием, а на стороне вибратора — группы 100 м. Длины групп проектировались в соответствии с фильтрацией первых вступлений.

Вибросейсмический способ привел к получению результатов более высокого качества по сравнению с стандартным методом, в каждом из трех районов. Особо значительное улучшение было отмечено при работах в районе села Йожа; эти результаты приведены на рис. 48 в сопоставлении с разрезом, полученным ранее с взрывным способом возбуждения.

В итоге опытных работ, проведенных в немых зонах, можно сделать вывод о том, что хотя техника ВИБРОСЕЙС полностью также не преодолевает проблему немых зон, но означает значительный шаг вперед в решении этого вопроса.

Система ВИБРОСЕЙС позволила изучать методом отраженных волн также районы вулканических гор.

В 1977 г. в районе гор Бэржэнь — от склона юговосточнее хребта между горами Чованьош — Надьхидегхель до бассейна между Кирайрет и Сокоия — был проведен профиль Вö-1. Получены геологически интерпретируемые новые данные, причем выяснены основные полевые параметры и методика обработки данных, применяемые при исследовании районов подобного строения.

После опытных работ, выполненных по участку 1 вышеуказанного профиля с шагом сейсмоприемников в базе 25 м, наблюдения проводились с использованием двух различных диапазонов частот. Вибросигналы повышенной частоты (40—100 гц) пригодны для тонкого расчленения толщи пластово-вулканических отложений. Вибросигналы низких частот (12—48 гц) позволяют достигнуть более значительной глубинности (2 сек) и получить более полную картину об основании и о строении. На рис. 49 представлен вариант обработки этих данных с фильтрацией 12—24 гц. От основания получается отражение большой интенсивности ок. времени 0,9 сек и кроме этого можно оконтуривать некоторые объекты под основанием и в пределах покрова (напр. интрузия около пикета 30°° в интервале времен 0,2—0,3 сек.).

В методическом отношении обнаружено, что особое внимание должно уделяться факторам, влияющим на накопление. Так, вследствие больших изменений скоростей на поверхности и вблизи поверхности, необходимо проводить систематическое изучение зоны малых скоростей для определения статических поправок. В связи с изменением скоростей в горизонтальном направлении (осадочно-субвулканическое тело), требуется непрерывный анализ скоростей.

Кроме работ в горах Бэржэнь, исследования методического и геологического характера были проведены также в районах обнажений фундамента в области гор Бюкк.

4. В отчетном году в сущности закончены работы по созданию *сейсмо-разведочной аппаратуры типа сумматора* для исследования мелких глубин. Аппаратура была разработана по соглашению о сотрудничестве в рамках «Интергеотехники». Принцип ее работы иллюстрируется блок-схемой рис. 50. Сигналы сейсмоприемников поступают с усилителей $E_1 \dots E_{12}$ через коммутатор каналов МХ на преобразователь аналог/код АД. Преобразованные в цифровой код сигналы проходят через суммирующее устройство S и поступают в накопитель Т. Отсюда они отчасти возвращаются к суммирующему устройству, а отчасти подводятся через преобразователь код/аналог ДА к экрану устройства представления результатов К, барабану D и осциллографу О, соответственно. Хранящиеся в накопителе циф-

ровые данные могут быть записаны на магнитную ленту М для дальнейшей обработки. На воздействие пускового сигнала I (возбудитель колебаний) устройство управления V запускает процесс преобразования в цифровую форму, и данные поступают в накопитель Т. При каждом последующем возбуждении колебаний данные вызываются из накопителя Т, к ним добавляются новые данные и сумма возвращается в накопитель. Эта операция повторяется до тех пор, пока не получается соответствующая записывается по каналам на барабан прямописцем.

Фотоснимка аппаратуры представлена на рис. 51. Основные характеристики аппаратуры:

К-во каналов — 12 (может быть дополнено до 24)

Усиление — 96 дБ (в шагах 12 дБ)

Диапазон частот — 20—250 гц; 20—500 гц (с переключением) или при замене фильтра «алаяс» — 20—1000 гц; 20—2000 гц (с переключением)

интервал времени выборок — 1 мсек; 0,5 мсек; 0,25 мсек; 0,125 мсек

Разрешающая спо способность преобразователя

аналог/код — 10 разрядов (9 разрядов + знак, 2 дополнения)

длина слова — 16 разрядов

к-во суммирова-

ний — до 64

Длина записи — 0,682 сек при выборке 1 мсек (зависит от емкости накопителя)

Емкость нако-

пителя — 8 К (может быть дополнен до 24 К при исходной конфигурации)

Запоздание за-

писи — до 10 сек в шагах 10 мсек.

5. С использованием *цветного плоттера*, работающего в автономном режиме (рис. 52), кроме выделения различных характеристик временных разрезов МОВ, начато также представление временных разрезов КМПВ. На рис. 53 приведена серия вступлений преломленных волн с расцветкой по величинам кажущейся частоты. Следующие друг за другом записи от одного пункта взрыва нормируются по максимальным по каналам амплитудам и представляются черным цветом способом переменной амплитуды и раскраска осуществляется по величинам кажущейся частоты способом переменной площади.

В 1977 г. в производственных работах по рудной геофизике, проведенных институтом в Венгрии и за границей, применялось уже 4 цифровых автоматических устройства для измерения вызванной поляризации типа *DIAPIR-4005*. При помощи этого устройства, из кривой затухания берутся выборки, как правило, по ряду времени

$$t_k = a_j b^k$$

причем автоматически вычисляются величины кажущейся поляризуемости (P_{a_k}), относящиеся к заданному времени. Для аппаратуры *DIAPIR-4005*

a_j — время первой выборки, 0,125 сек,

b — фактор, определяющий плотность выборок (его величина равна 2);

k — номер по порядку выборок, $0 \leq k \leq 4$, следовательно, получается всего 5 данных.

В процессе опытных работ было выяснено, что в большинстве случаев такой короткий отрезок кривой может быть аппроксимирован — с точностью до нескольких процентов — суммой двух экспоненциальных членов. Исходя из этого была разработана программа для вычислительного устройства типа *HP-97*. Основные операции программы:

1. Осреднение любого количества данных измерений (P_{a_k}).
2. Вычисление амплитуды (w_1) и постоянной времени (τ_1) первой составляющей, характеризующей более высокой постоянной времени, по величинам P_{a_0} и P_{a_1} .
3. Вычет величин первой составляющей, записанных в моментах t_0 , t_1 и t_2 , из измеренных значений P_{a_0} , P_{a_1} и P_{a_2} , и по полученным таким образом разностям, вычисление параметров второй составляющей (w_2 и τ_2).
4. Вычисление величин w_1/w_2 и $w_1 + w_2$.
5. Определение процентных отклонений между экспоненциальной аппроксимацией с двумя компонентами и измеренными величинами.

Параметры, после их выравнивания, представляются на разрезах или картах. На рис. 54 показан характерный разрез ВП, полученный в районе гор Бэржэнь.

В основу интерпретации был положен ранее сделанный вывод о том, что после длительного возбуждения, кривая затухания, записываемая за длительное время, позволяет классифицировать аномалии ВП (подробнее см. Годовой отчет за 1976 г.). Однако, такая методика требует значительного затрата времени как в полевых работах, так и в обработке данных, в связи с чем она трудно применяется в производственном порядке. Теоретически был анализирован вопрос о том, нельзя-ли заменить длительные наблюдения более короткими, проводимыми напр. при помощи аппаратуры *DIAPIR-4005*. Характерные кривые были обработаны также с использованием вышеуказанной программы, после того, как результаты многокомпонентной аппроксимации уже были известны. При этом было обнаружено, что

— сумма амплитуд мало зависит от способа обработки, т. е.

$$w_1^D + w_2^D \simeq \sum_{i=1}^5 w_i$$

(здесь индекс *D* указывает на то, что двухкомпонентная аппроксимация возможна и при наблюдениях с аппаратурой *DIARIR*);

— параметры второй составляющей с хорошим приближением совпадают с параметрами составляющей, характеризующейся наиболее короткой постоянной времени, т. е.

$$w_2^D \sim w_5 \text{ и } \tau_2^D \sim \tau_5, \text{ соответственно.}$$

Правильность вышеуказанных выводов подтверждена большим объемом фактических данных. Подобно кривым w - τ , составленным по длинным наблюдениям, распределение величин w_1/w_2 в значительной мере изменяется над сульфидными и графитовыми телами (рис. 55). Хотя в распределении постоянных времен не намечаются подобные резкие различия, теоретические исследования показывают, что значения τ_1 повышаются, по всей вероятности главным образом над массивами-жилами сульфидных руд. Исходя из этого, наиболее перспективные участки были выделены там, где параметры w_1/w_2 имеют повышенные величины вместе с параметром τ_1 .

Анализ формы сигналов предъявляет повышенные требования к точности полевых наблюдений, по сравнению с стандартным методом. Так для проведения наблюдений в одном пункте при помощи аппаратуры *DIAPIR* требуется также больше времени, чем при применении аппаратуры *IPR-7* или *GESKA*. Но в то же время, в значительной мере увеличивается объем получаемой информации и, поскольку это аппаратура собственного производства, при оснащении полевой партии несколькими устройствами, можно лучше использовать имеющееся время. Работы 1977 г. показали, что путем улучшения аппаратурной оснащенности партии и тщательном

предварительном проектировании системы наблюдений, можно в значительной мере увеличить производительность работ методом ВП.

С использованием двух новых вариантов аппаратуры *DIAPIR*, а именно типа R и 4010/N пока не проведены полевые работы. Аппаратура *DIAPIR-R* позволяет расширить динамический диапазон аналоговых регистраторов на 1—2 порядка, как это показано на рис. 56. Если первичный и вторичный сигналы (U_T и U_p) записываются при одинаковом усилении, то между амплитудами двух различных сигналов имеется разность величиной 1—2 порядка (рис. 56А). Если из первичного сигнала вычитывается величина, записанная в момент включения ($U_{T_{00}}$), то динамические диапазоны обоих сигналов уже совпадают (рис. 56В). Данный вычет осуществляется при помощи аналоговых схем. Дополнительное расширение динамического диапазона достигается за счет преобразователя код/аналог с автоматическим управлением. Если сигнал превышает диапазон записи в любом направлении, данная схема прибавляет к сигналу или вычитывает из него напряжение, соответствующее динамическому диапазону (рисунки С и D).

Аппаратура *DIAPIR-4010/N* измеряет величины P_{a_k} в десяти моментах до $t_k = 3$ сек и эти величины хранятся в накопителе. После истечения 3 сек., через каждые 3 сек. аппаратура измеряет и одновременно показывает величины P_{a_k} . После проведения наблюдений требуемой длительности, хранящиеся данные можно поочередно отсчитывать из накопителя. Данный тип аппаратуры можно будет эффективно использовать главным образом при детальной разведке руденений типа массива-жилы, для которых еще не известны типы кривых.

В результате конструкционных работ, проведенных в течение нескольких лет, изготовлена *аппаратура переменного тока типа SEF-4 для измерения вызванной поляризации*. Источник мощности 300 вт возбуждает квазисинусоидальные сигналы с амплитудами, стабилизированными для 0,1%. Максимальная сила тока питания — 1 а. Четыре величины частот — 0,1, 0,4, 1,6, 6,4 гц — получаются высокоточным кварцевым осциллятором. Такой же кварцевый осциллятор имеется в приемнике; их синхронизация обеспечивает точность измерения фазового угла $\pm 0,1^\circ$ за весь рабочий день. Определение кажущегося удельного сопротивления осуществляется путем измерения интегральной средней величины, при максимальной чувствительности 0,1 мкв.

Данные, получаемые аппаратурой типа SEF-1, подобно аппаратуре *DIAPIR*, обрабатываются при помощи программы, составленной для вычислительного устройства HP-97. После ввода данных, отсчитываемых с прибора, вычислительное устройство вычисляет и отпечатывает следующие данные:

- величины кажущегося удельного сопротивления на четырех частотах;
- величины фазового угла на четырех частотах,
- величины фазового угла, экстраполированные на 0,0 гц,
- если возможно — величины PFE,
- величины, вычисленные по данным на частотах 0,1 и 0,4 гц,
- нормированные мнимые и реальные величины, необходимые для построения диаграммы «Cole-Cole».

Наблюдения проводились в трех районах, с применением обычных систем диполь-диполь. Длина диполя была 25—100 м. Эти исследования проводились, в первую очередь, для методических целей, в районах, которые уже были изучены методом TD. В результате работ сделаны следующие основные выводы:

1. Аппаратура типа SEF-4 позволяет достигать такой же глубинности — особенно при низких сопротивлениях окружающих отложений ($\rho_k \sim 0,1$ омм) при мощности приемника, на порядок меньшей по сравнению с наблюдениями TD.
2. В большинстве случаев получается весьма хорошая корреляция между величинами фазовых углов и PFE.
3. Даже при весьма малых глубинах исследования может понадобиться ввод поправок на частоту 0,0 гц, т. е. электромагнитные связи могут возникать даже при частоте 0,1 гц.
4. Сопоставление параметров TD и FD оказывается затруднительным, поскольку в связи с различными требованиями этих двух методов нельзя применять одинаковую систему наблюдений. Несмотря на это, из рис. 56 видно, что корреляция получается довольно хорошей.

При совместном финансировании Государственным комитетом технического развития и Геофизическим институтом, начаты работы по созданию *аппаратуры высокой мощности и большой глубинности для разведки месторождений сульфидных руд* с одновременной разработкой методов наблюдения и обработки данных. Аппаратура записывает сигналы, поступающие с измерительных каналов, на цифровое магнитное устройство с весьма высокой точностью (преобразователь аналог/код, $11 + 1$ разрядов), в форме, совместной с ЭВМ. На первом этапе был создан прототип аналогового канала и было испытано несколько способов машинной обработки данных с синтетическими сигналами.

В области *автоматизации обработки электроразведочных данных* начаты подготовительные работы в связи с установкой ЭВМ ЕС в 1978 г. Новые программы проверялись на ЭВМ IBM-370/145, совместимой с приобретаемой ЭВМ.

При обработке магнитотеллурических записей, полученных при помощи цифровой электромагнитной приемной аппаратуры типа DEF-1, изготов-

ленной в 1976 г. (см. Годовой отчет за 1976 г.) накоплен значительный опыт и при этом выявлены дополнительные требования.

Схема новой программы представлена на рис. 58. Новый алгоритм отличается следующими преимуществами перед ранее применявшимся:

- на всех частотах обеспечивается увеличение максимального количества входных данных с 40 000 до 160 000, благодаря чему повышается достоверность статистической обработки;
- обеспечивается возможность распознавания и исключения более или менее длинных шумов-импульсов или отрезков;
- кроме тензора импеданса определяется также независимый тензор адмиттанса;
- получается точная оценка погрешности подсчитанных тензорных составляющих.

В разработке нового способа значительную помощь представляли собой систематические консультации и обмен опытом с сотрудниками Московского ВНИИ Геофизика.

Накопленный до сих пор опыт показывает, что новый способ повышает точность определения импеданса на половину порядка величин, без увеличения материальных затрат.

Весьма эффективной работой по автоматизации обработки электроразведочных данных оказалось усовершенствование системы программ *полевого вычислительного центра*, оснащенного вычислительным устройством типа НР-9845, приобретенным в 1976 г. и плоттером. Кроме обработки данных электроразведочной съемки (Годовой отчет за 1976 г.), начата также интерпретация кривых зондирования. Благодаря возможности промежуточного графического представления результатов, предоставляемой вычислительным устройством, отпадает необходимость применения теоретических кривых при интерпретации кривых зондирования. Вычерчивание теоретических кривых, соответствующих серии параметров, определяемых по представляемым машиной данным измерений и систематически исправляемых в процессе дальнейшей обработки, осуществляется в течение нескольких минут. Так геосфизик-интерпретатор получает точное представление не только о непосредственных результатах интерпретации, но и об их достоверности и об условиях эквивалентности. В противоположность способу прямой интерпретации, рассматриваемый способ позволяет определить искажения, связанные с геологическими факторами. Программа вычисления теоретических кривых ВЭЗ работает по алгоритму дискретной свертки, предложенному Геофизической кафедрой Университета им. Этвеша (П. Шалат и Д. Драхош) и применяет серию вычисленных ими коэффициентов фильтрации.

Разработка многочастотного электромагнитного метода для решения задач разведки на бокситы, бурые каменные угли и воды, проводилась по

поручению Центрального геологического управления и Государственного комитета технического развития. В 1977 г. были начаты полевые методические работы с использованием аппаратуры типа SE-77 Канадской фирмы Scintrex. При этом в системе наблюдений Турам измерялось магнитное поле магнитной петли с индуктивной связью, на заданных частотах 35, 105, 315, 945 и 2835 гц.

Эффективность метода проверялась в районе Баконьослоп на весьма трудно изучаемой геологической модели для выделения бокситового тела, перекрытого эоценовыми известняками. Наблюдения на частоте 315 гц привели к положительному результату: аномальное поле, достигающее 7%, хорошо согласуется с картой глубины залегания поверхности триасовых отложений, представляющих собой подошву бокситов. Обработка полевых данных и ввод поправок по нормальному полю, характерному для однородного полупространства, осуществлялись в полевом вычислительном центре.

Продолжается проверка возможностей применения метода, в частности для выявления длинных вытянутых возмущающих тел (структурных линий, рудных тел).

2.3 ПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОФИЗИКА ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

Исследования по *разработке аппаратуры РК* были распространены на область рентгенофлюоресцентного анализа. Создана опытная аппаратура для определения концентрации Fe, Cu, Zn, Pb.

Детекторы комбинированного зонда диаметра 43 мм, прижимаемого к стенке скважин при помощи пружин, представляют собой пропорциональные трубки высокой разрешающей способности. В комплекс зонда входит два сменных детекторных устройства. Одно из них содержит пропорциональную трубку, с регулируемым держателем источника излучения, а также с парой управляемых с поверхности механически выравненных фильтров. Одноканальная электронная схема, работающая в селективном по энергии режиме с низким уровнем шумов, передает сигналы детектора через стандартный каротажный кабель к наземной аппаратуре с порогом шумов 0,5 кэВ. Благодаря этому можно проводить непрерывные спектральные измерения или точечные измерения при помощи фильтров. На рис. 59 представлен спектр характерного излучения образцов меди и железа, полученный этим зондом. Второе детекторное устройство содержит две пропорциональные трубки, с зафиксированным положением пары фильтров. При подключении этого устройства электронная схема зонда автоматически переключается на двухпараметровый детекторный режим, причем получаемые сигналы обрабатываются стандартной наземной аппаратурой. Перед детекторами и источником излучения (^{238}Pu) в обоих режимах работы в стенке корпуса зонда расположено окно бериллия.

Блок-схема наземной аппаратуры, встроенной в стандартном корпусе, показана на рис. 60. В зависимости от способа измерения, интеграторы можно заменить делителями частот, к которым можно подключить четырехканальное 6-цифровое термопечатающее устройство. Для четырехканального спектрального режима разработан четырехканальный анализатор шириной 50 мм, на котором при помощи «программной пробки» можно установить энергетические окна. Подобная конфигурация показана на рис. 61.

При испытании аппаратуры было обнаружено, что в спектральном режиме чувствительность зонда позволяет разделить элементы в том случае,

если разность между порядковыми номерами изучаемых элементов больше чем 3. В противном случае измерение энергии необходимо комбинировать с методом использования пары фильтров. Результаты подобных комбинированных измерений приведены в таблице I.

Диапазоны энергии (ΔE) были изменены при изучении образцов железа, меди и раздробленных горных пород, когда ширина окна и пара фильтров Ni/Co были подобраны для изучения меди. Из рисунка видно, что напр. при ширине окна 8,35—9,25, 100%-ное железо вызывает 39 импульсов. Проверка пары фильтров осуществляется с таким расчетом, что разностное количество импульсов «не измеренного элемента» (железа) — за пределом идеальной нулевой величины — должна быть в следующих пределах:

$$0 \pm 5\delta \text{ имп/сек} = 0 \pm 5 \sqrt{\frac{2T - D}{t}}$$

где

T — к-во импульсов при пропускающем фильтре

D — разностное к-во импульсов

t — время измерения

что выполняется при выбранной установке. Следует заметить, что данный эффект действителен для 100%-ного железа и для горных пород он оказывается более благоприятным.

В рамках *разработки методики РК* проведена градуировка трехканального нейтронного зонда типа KRGNN-3-150-76сНУ систочником нейтронов Cf-252 интенсивности $1,44 \cdot 10^7$ нейтронов/сек., при четырех различных положениях зонда: при центральном положении, на 20 мм от стенки скважины, на 10 мм от стенки скважины и при его прижатии к стенке скважины. Параметрами диаграмм являются диаметр скважины (134 и 214 мм) и длина зонда. На рис. 62. представлена диаграмма, полученная при прижатии зонда к скважине.

Применение диаграммы интерпретации, показанной на рис. 62, иллюстрируется на примере интерпретации кривой НК, полученной в скважине Тарнабод. В таблице II содержатся величины пористости по нейтронам $\bar{\Phi}_N$, подсчитанные для интервала глубин от 1850 до 1910 м.

Для усовершенствования исследования пористости начато изучение полей нейтронов с использованием уравнений одно- и двухгрупповой диффузии нейтронов в условиях модели. При этом целью является вычисление семейств теоретических кривых тепловых и сверхтепловых нейтронов для различных длин зондов и диаметров скважины. Теоретические кривые, после их согласования с диаграммами градуировки, могут использоваться для определения пористости $\bar{\Phi}_N$. С использованием литературных данных и соотношений были собраны и вычислены групповые постоянные, вхо-

дящие в уравнения диффузии (D_i — коэффициенты диффузии и L_i — длина пути диффузии), которые приведены в таблице III. Вычисления позволили выяснить связь между отношением потока тепловых и сверхтепловых нейтронов с диаметром скважины. С увеличением длины зонда отношение Φ_2/Φ_1 всегда стремится к постоянной величине. В диапазоне длин зонда от 30 до 90 см это отношение изменяется более значительно лишь при малых величинах диаметра скважины.

В настоящее время в скважинах малого диаметра и малой глубины, бурящихся для *разведки месторождений полезных ископаемых*, также требуется применение *комбинированных зондов* не только для методических целей, но и по экономическим причинам. В соответствии с этим, нами созданы три комбинации зонда:

1) Зонд нормального ЭК и РК;

Размеры электрического зонда: В2,73А0,1М₁ 0,35М₂, в потенциальной и М2,83А0,35В в градиентной установке. В качестве зонда РК применяется тип КRG-2-120-43, верхний канал которого измеряет естественное гамма-излучение, а нижний — определенное возбужденное излучение (ГГ, НГ). В комбинированном зонде, предназначенном для измерения четырех параметров, электрический зонд находится наверху.

2) Зонд микросопротивления и селективного ГГК; На зонде с жестким пластмассовым корпусом, обособленно выступающая пружинящая пластмассовая часть представляет собой башмак микрозонда, на котором расположено три электрода на 2,5 см друг от друга. Зонд селективного ГГК также встроен в пластмассовом корпусе. Оба зонда оснащено отдельными пружинами для их прижатия к стенке скважины.

3) Зонд для измерения сопротивления глинистого раствора и термозонд;

В тесно присоединенном зонде термоэлемент термозонда находится внизу.

В процессе *полевых методических исследований* продолжались работы по методу ВП, отчасти путем непрерывных измерений, а отчасти путем цифровой записи затухающих кривых ВП. Изучалась зависимость ВП от проницаемости чистых песков, песчаников. Исследования привели к следующему результату:

$$\kappa = \frac{\xi^2}{L_{33}\rho_0}$$

где « κ » — поляризационная восприимчивость, характеризующая особенности ВП горных пород; ξ — потенциал потока, ρ_0 — удельное сопротив-

ление матрицы пород, а L_{33} — величина, характерная для чистой проницаемости, элемент матрицы термодинамической двухфазовой системы.

Закончено испытание переносной рентгенорадиометрической аппаратуры типа NE-5017. При этом было выявлено, что она пригодна для определения содержания меди в порошковых и кусочных образцах горных пород при концентрациях, превышающих 0,5%.

Дополнительное расширение пакета программ для *полевой цифровой каротажной аппаратуры типа К-3000* позволило осуществлять машинную обработку и интерпретацию каротажных данных, получаемых в скважинах твердых полезных ископаемых. В настоящее время эта работа складывается из следующих этапов:

- 1) Ввод полевых данных наблюдений в ЭВМ и их хранение в Банке каротажных данных с несколькими переменными;
- 2) Преобразование отдельных кривых в физические единицы и их перезапись для Банка каротажных кривых;
- 3) Согласование кривых, полученных при различных подъемах, по глубине, по методу, описанному в годовом отчете за 1976 г.
- 4) Ввод поправок в кривые, необходимых для интерпретации, включая сюда и получение разности кривых нейтронной активации и ГК;
- 5) Литологическое расчленение и отбивка границ пластов при помощи описанной в годовом отчете за 1975 г. программы, выполняющей литологическое расчленение и определяющей литологическую вероятность по пунктам глубин.

Следует заметить, что в банк каротажных кривых данные наблюдений поступают не только с полевых магнитных лент, но и путем преобразования аналоговых кривых в цифровой код.

В качестве примера машинной интерпретации ниже приводятся кривые Маньской скважины Cs-248. Были использованы следующие кривые: 2 кривых ЭК (B2,73A0,1M), (B2,73A0,4M), кривые ГК, ГГК, ННК, нейтронной активации. Результаты согласования по глубине показаны на рис. 63. на котором кривые до и после согласования нанесены друг на друга, причем там же указаны разности активации и ГК.

Для литологического расчленения были заданы верхняя и нижняя границы величин кривых для различных типов слоев, а также вероятность степени надежности, с которой отдельные кривые характеризуют слои. В качестве критерия было принято предположение о том, что кривая нейтронной активации выделяет бокситовые пласты однозначно, т. е. с вероятностью, равной единице. По заданным пределам величин и по величинам, отсчитанным с кривых, программа по точкам определяет, какой из типов пластов здесь вероятно имеет место и в то же время она отбивает границы пластов.

На приведенном рисунке можно сопоставить разрезы, полученные в ре-

зультате машинной и ручной интерпретации, соответственно, которые хорошо совпадают. Отклонения имеются лишь в определении пластов мощностью 10—20 см, поскольку при ручной интерпретации подобные тонкие пласты могут быть учтены только в осредненном виде, в то время, как ЭВМ выделяет их в качестве отдельных пластов.

Применение *Системы интерпретации каротажных данных (КЕР)* разработанной для ЭВМ типа Минск-32 в результате работ, проведенных за несколько лет, иллюстрируется на примерах, взятых из обработки данных по одной из нефтегазоносных районов Южной Венгрии.

На рис. 64. представлены кривые, полученные в одной из скважин в интервале от 1750 до 1940 м. На рис. 65 показано распределение вероятностей детального литологического расчленения 5 м-ового интервала, отмеченного на предыдущем рисунке. Рис. 65 отображает физические параметры пластов, определенных ЭВМ. По кривой НГК, величины выше определенного предельного значения, соответствуют наличию газа. Заштрихованная часть под кривой пористости (Φ) пропорциональна степени насыщенности углеводородами ($\bar{\Phi} [I - S_w]$).

В операциях системы, использующих современную статистическую математику, характерные постоянные, заданные геофизиком-интерпретатором для района, используются по параметрам. Единый накопитель данных на магнитных лентах способствует последовательному приключению операций. Все программы обработки работают с магнитной ленты на магнитную ленту одинакового формата; данные наблюдаемых и подсчитанных кривых легко доступны по своим кодовым числам. Ввод данных, записанных на магнитной ленте в память машины осуществляется по интервалам глубин, в зависимости от свободной емкости памяти, от количества и длины используемых кривых.

Геофизическая интерпретация осуществляется по пунктам выборок, но после определения литологии, вычисление полезной информации проводится только для проницаемых мест. Основные операции обработки сводятся к следующему:

- преобразование кривых в цифровую форму и проверка их путем перезаписи;
- ввод цифровых кривых в накопитель на магнитной ленте в виде физических величин;
- автоматическое согласование кривых по глубинам;
- нормирование кривых ПС и ГК для автоматически выделенного контакта глины-пески;
- вычисление разностей микрокривых;
- статистико-литологическая интерпретация по пунктам глубин;
- определени пористости и глинистости для площади, по диаграммам, характерным для зонда;

- определение водонасыщенности по различным методам;
- вычисление нефтегазонасыщенности;
- представление результатов на плоттере и широком печатающем устройстве.

Результаты, получаемые при производственном применении системы, с согласованием их с стандартной интерпретацией и с результатами, получаемыми от геологической службы, дают полезную информацию для выделения залежей нефти и газа и для геологической интерпретации.

В рамках программы морских исследований были продолжены рентгенофлюоресцентные спектральные анализы с использованием аппаратуры, состоящей из разработанных в Венгрии полупроводниковых детекторов Si/Li и охлажденного преусилителя, а также из подключаемого к ней «Автоматического спектрального анализатора» (АСА) (рис. 67).

Разрешение полупроводникового детектора в бортовых условиях лучше чем 200 эв, в приведении к линии 5,9 кэв изотопа Fe-55. Автоматический спектральный анализатор имеет простую конструкцию, малые габариты и он обслуживается легко. Для его работы характерно, что в 16 ячейках памяти хранятся только выделенные по программе части спектра энергии анализа амплитуд, осуществляемого в течение регулируемого периода времени с разрешением 1024 разряда.

По разработанной технике измерений, определение химических компонентов образцов морских россыпей проводится следующим образом:

- автоматический спектральный анализатор градуируется по энергии,
- выделяются изучаемые диапазоны (окна) спектра,
- измеряются эталонные образцы,
- по результатам измерений и по известным величинам концентраций строятся эталонные кривые,
- проводятся серийные измерения.

Такая методика применялась при экспресс-анализе титаномагнетитных россыпей южного континентального шельфа Черного моря. При этом на 270 образцах определялось содержание Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr и Pb. Кроме того были определены интенсивность неэластично и эластично рассеивающихся фотонов, а также их отношение. Данный показатель содержит информацию о среднем порядковом номере образцов и с его использованием можно вычислять матричные поправки. Результаты исследований показывают, что среди образцов имеются титаномагнетитовые пески, карбонатные пески и илы. Диапазоны концентраций отдельных элементов в анализируемых образцах приведены в таблице IV.

3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

В Тиханьской обсерватории, по практике предыдущих лет, проводилась непрерывная запись временных вариаций составляющих D, H и Z геомагнитного поля. Поскольку сравнительные измерения показали, что уровень H Обсерватории отклоняется от уровня соседних стран приблизительно на +25 нТ, приборы были высланы в Метеорологический институт Дании для проверки и калибровки. Новый уровень H, измеренный после калибровки приборов, органически вкладывается в уровень сопредельных стран.

Проводились сравнительные измерения различными протонопрецессионными приборами. По полученным результатам показания различных приборов совпадают с точностью до ± 1 нТ.

Различным организациям выдавались геомагнитные данные, в основном, для составления карт и для целей воздушного движения.

Издан Отчет Тиханьской обсерватории за 1976 г.

В области изучения ионосферы-магнитосферы продолжались работы по систематической записи свистящих атмосфериков, статистической обработке полученных материалов и вычислению плотности электронов. С увеличением длины ряда наблюденных данных, в повторяемости свистящих атмосфериков намечается выраженное длиннопериодное изменение, по всей вероятности связанное с солнечной активностью. Данное изменение искажается за счет пониженной чувствительности регистрирующей аппаратуры, что объясняется ее старением.

Данные наблюдений публикуются в годовых отчетах Обсерватории.

В области исследования земных приливов продолжались работы по гравиметрической регистрации на Тиханьской станции, а также измерениям при помощи горизонтального маятника на станции наблюдений Шопронбанфальва НИИ геодезии и геофизики АН ВНР.

Завершена окончательная обработка данных наблюдений, проведенных в 1975—1976 гг. в СССР (Обнинск, Пулково). По этим данным, а также по данным, полученным ранее в других странах Европы, вырисовывается обзорная картина о распределении параметров приливов на территории центральной и восточной частей нашего континента. Достоверность интерпретации повышается благодаря тому, что наш прибор на всех станциях проводил регистрацию одновременно с другими приборами, причем

его чувствительность была сохранена постоянной, а погрешности наблюдений были небольшими. По полученным параметрам было обнаружено, что отношения амплитуд суточных волн постоянны по всей территории, в то время, как отношения амплитуд полуденных волн монотонно снижаются с запада к востоку. Последнее обстоятельство объясняется влиянием мировых океанов, но в отличие от ранее применявшейся практики, необходимо учесть также влияние Северного моря (Таблица V). Путем вычисления поправок преодолены изменения отношения амплитуд полуденных волн. Полученное таким образом среднее отношение амплитуд хорошо согласуется с результатами вычислений, проведенных ранее для теоретических моделей.

Детальному анализу были подвергнуты деформации Земли, вызываемые внешними нагрузками и описываемые рядом чисел нагрузки. В связи с медленной сходимостью, вычисления были проведены для первых ста тысяч членов чисел нагрузки. При этом был сделан вывод о том, что с увеличением длины ряда отдельные модели Земли приводят к все более различающимся между собой результатам. С увеличением числа членов влияние приповерхностных структурных элементов увеличивается, а влияние глубинных элементов снижается. Так напр. влияние ядра Земли, после первых 25—30 членов, становится пренебрегаемым, а при количестве членов выше 6000, решающую роль играют изменения строения коры и верхней мантии.

В области *палеомагнитных исследований* были проведены нижеследующие работы:

Мезозойские горные породы: в результате палеомагнитного изучения известняков юрского возраста в Задунайском среднегорье и верхне-юрского — ниже-мелового возраста в горах Виллань, для первых выявлена полярность, подобная африканской, а для последних — подобная устойчивой европейской полярности. Это позволяет делать вывод о том, что в период образования изученных горных пород, Задунайское среднегорье входило в африканскую, а горы Виллань — в евразийскую плиту.

Мечекские гранитоидные горные породы: В петрографически весьма неоднородных отложениях каменоломни с. Морадь было выявлено два различных направления намагничения. Первое — это намагничение бостонита и некоторых образцов с высокой концентрацией полевого шпата, которое, в большинстве случаев удаляется при чистке переменным током, а второе — это намагничение, характерное для остатков гранитов и метаморфических горных пород (ри. 68). Два различных вида намагничения может быть приурочено к двум различным фазам гранитизации: более твердое — к более древней мигматитизации, а более мягкое — к более молодому алкалийному метасоматозу.

В районе гор Бэржэнь и Дуназуг проведено палеомагнитное исследование 400 образцов горных пород.

Проанализированные группы горных пород классифицировались по интенсивности их остаточной магнитности, восприимчивости, коэффициенту Кэнигсбергера и по изменчивости. Выявлена следующая связь магнитных параметров с типами горных пород:

Для лав характерны высокая или средняя восприимчивость (порядка 10^{-3} — 10^{-4} CGS), интенсивное остаточное намагничение (порядка 10^{-3} — 10^{-4} CGS), коэффициент Кэнигсбергера, как правило, превышающий единицу, а также изменчивость восприимчивости и интенсивности остаточного намагничения в пределах одной группы образцов.

Для субвулканов характерны высокая или средняя величины восприимчивости и остаточного намагничения (центр тяжести смещается в сторону средних величин по сравнению с лавами), постоянство восприимчивости и остаточного намагничения в пределах одной группы образцов и коэффициент Кэнигсбергера, как правило, превышающий единицу.

Туфы отличаются средней величиной восприимчивости (порядка 10^{-4} CGS), низкой интенсивностью остаточного намагничения (10^{-4} CGS) и значением коэффициента Кэнигсбергера, значительно меньшим единицы.

Все параметры жил весьма разнообразны.

Направление намагничения: Из 51 проанализированной группы 17 отличается положительным, 14 — отрицательным и 5 — переменным направлением, а для других образцов, при настоящем уровне анализов, не получены результаты.

В палеовулканическом районе высоких частей гор Бэржэнь образцы, взятые из нескольких залегающих один под другим уровней лавы, характеризуются положительным направлением, и подобным нормальным намагничением отличается также единственная группа образцов, представляющая собой сомму Хедьхат.

Дуназугские субвулканиты имеют, за исключением одного образца, отрицательное направление намагничения.

Особое место занимают из них лакколиты горы Чоди, из которых образцы, взятые ближе к контакту, после магнитной чистки, имели отрицательное намагничение, а более удаленные образцы — переходное.

В результате размагничения переменным током было удалено необычно твердое положительное намагничение, образовавшееся, по всей вероятности, на последнем этапе охлаждения лакколитов. Это означает, что охлаждение началось в отрицательном поле и закончилось в поле с полярностью, совпадающей с современной. Из жил, Дуназугские отличаются переходным, а Бэржэньские — нормальным намагничением. Из Дуназугских туфов одни положительны, а другие отрицательны (Таблица VI).

Подводя итоги результатам проведенных до сих пор (1970—77 гг.) в районе гор Бэржэнь и Дуназуг палеомагнитных исследований, можно сказать, что независимо от различий в минералогическом составе, хорошо отделяются:

палеовулканические лавы и жилы Высоких Бэржэнь	— положительной
горные породы соммы восточной краевой части	
горы и Хедьхат	— положительной
отложения поднятия Ирхашпуста	— отрицательной
субсулканы Дуназуга	— отрицательной

полярностью.

В остальных районах Бэржэнь—Дуназуг полярности перемешиваются (рис. 69, 70).

Можно пытаться связать единицы, различающиеся по намагничению, с использованием переходных направлений, однако, об изменениях направлений, происшедших во время оборота поля, пока известно немного, следовательно, определить очередь образования таких групп горных пород можно прежде всего исходя из геологических соображений.

По геодезической гравиметрии основное внимание было уделено аппаратным исследованиям. В течение отчетного года изучались, в частности, проблемы, связанные с вибрациями и температурой.

Два гравиметра (Уорден Геодезист № 937 и Шарп № 256 G) было подвергнуто испытанию на электродинамическом вибростенде в диапазоне частот 0,05—200 гц для выяснения влияния вибраций на показания гравиметров. На рис. 71 показана характеристика гравиметре Шарп в диапазоне частот от 2 до 200 гц, для случая возбуждения вертикальных синусообразных колебаний на уровнях постоянного ускорения колебаний 1 см/сек² и 25 см/сек².

На рис. 72 представлено семейство кривых чувствительности гравиметра типа Уорден к вибрациям для некоторых частот при различных нагрузках.

Оба типа гравиметра, в частности тип Уорден, чувствительны к вибрационным воздействиям. Особо опасными оказываются вибрации частотой ниже 2 гц, при которых происходит движение нити, почти не наблюдаемое глазами, все же вызывающее разности Δg 0,2—0,4 мгал, а также вибрации в диапазоне от 40 до 90 гц, на воздействие которых, при устойчивом положении показателя, могут возникать изменения порядка 2 мгал (!). По кривым затухания видно, что конструкция гравиметров Шарп оказывается более благополучной с этой точки зрения. Предусмотренные в них механические связи принимают микросейсмь прибл. до 20 гц без затухания, в диапазоне от 20 до 120 гц — с сильным увеличением, и только выше этого диапазона осуществляется фактическое затухание.

Влияние температуры на показания гравиметров представляет собой один из основных источников погрешностей гравиметрических измерений.

Для уменьшения этого влияния построен электрический термостат для гравиметров Шарп. Применение термостата потребовало создания нового корпуса прибора, сечение и фотоснимок которого показаны на *рис. 73*.

Термостат может работать с любого источника прямого тока 5,7—7 в. Регулирующий элемент устройства обеспечивает непрерывную работу. Температурная устойчивость термостатированного пространства лучше чем $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$. В качестве термочувствительного элемента применяется высокочувствительный никелевый реостат. Два таких реостата расположено в диаметральных отверстиях внутри термокомпенсирующего алюминиевого цилиндра толщиной 10 мм, применяемого вместо сосуда Дюара. Бифилярно намотанный нагревательный элемент закреплен на внешнем кожухе алюминиевого цилиндра. Исползованный в качестве термоизолятора поропаковый слой обеспечивает соответствующую механическую устойчивость между цилиндром и внешней стенкой корпуса прибора. Вся электронная схема термостата помещена в термостатированном пространстве.

Основные параметры термостата:

режим работы — непрерывный;

температура термостатированного пространства — $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$
(с переключением);

изменение температуры термостатированного пространства в зависимости от изменения внешней температуры — $4 \cdot 10^{-4}$

минимальная нагревательная мощность — 0,3 вт;

крутизна характеристики нагрева — $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{час}$;

расход энергии при разности температуры во внешнем и внутреннем пространствах равной $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ — 6 вт;

диапазон внешней температуры:

при показании $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ — от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$;

при показании $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ — от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$;

индикация температурного равновесия — показательным прибором в диапазоне $\pm 0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$;

контроль питающего напряжения — показательным прибором, при помощи нажимной кнопки;

вес прибора с термостатом — 6,5 кг.

Изготовленный термостат был испытан с двумя гравиметрами (№ 181-G и № 256-G). Результаты испытания показаны на *рис. 74*, по которому видно, что он отвечает высоким техническим требованиям.

Были продолжены гравиметрические наблюдения, начатые в 1973 г., по линиям сети нивелировки, служащей для выявления движений земной коры. Полученные результаты использованы для вычисления поправок, необходимых для нивелировки, а также для выяснения вариаций поля силы тяжести.

В течение отчетного года была завершена региональная гравиметрическая съемка территории страны. В южной части Задунайской области создана сеть плотностью 3 пунктов на км², причем заложено 2600 пунктов.

Данные региональной гравиметрической съемки, проведенной в 1975—1976 гг., нанесены на перфокарты.

ДОПОЛНЕНИЕ

До 1976 г. разведочные работы, проведенные специалистами Института в Монголии, определялись двухсторонним соглашением. С тех пор же геолого-геофизические работы проводятся там в рамках Международной геологической экспедиции (МГЭ) СЭВ. В организации МГЭ страны-члены СЭВ работают совместно, комплексными методами в целях выявления возможности увеличения сырьевой базы МНР и стран-членов СЭВ.

В задачи Экспедиции входят геолого-геофизическое картирование, рекогносцировочные поисковые работы бурением на все виды полезных ископаемых, а также детальная разведка всех имеющих значение месторождений, вместе с их экономико-геологической оценкой.

Район работ Экспедиции на первом этапе разведок (2,5 года) располагается в Восточной Монголии в округе Северного Керюлена, между меридианами 110°—112°. От ВНР Геофизический институт участвует в работах в качестве главного предпринимателя и руководит работой партии геологического картирования (от Геологического института) и геофизической партии с численным составом в среднем 22 чел. Геофизическая деятельность осуществляется через главного геофизика под руководством Геофизического института.

На первом этапе разведочных работ задачи геофизических исследований заключались в следующем:

а) *Региональная геофизическая съемка* площади ок. 16 000 км² в области Северного Керюлена (параллельно геологическому картированию, проводящемуся в масштабе 1 : 200 000 и 1 : 50 000) (гравиметрическим, электро- и сейсморазведочными методами) для облегчения истолкования геологического картирования и для изучения макроструктурных условий.

б) *Детальная комплексная геофизическая съемка* в районах с обнаруженными проявлениями полезных ископаемых, параллельно детальному (1 : 10 000) геологическому картированию и буровым работам, с использованием электроразведочных (ВП, метода сопротивлений), сейсморазведочных, сейсмoeлектрического, магнитометрического, радиометрического, микрогравитационного и прочих методов.

Полевые работы первого этапа разведок завершены.

*

Благодаря хорошим результатам сейсмических и электроразведочных работ, проведенных в 1973 г. в Блейберге, из Австрии снова получено поручение проводить геофизические работы. По поручению фирмы Грац-Кэфлахер проводились сейсморазведочные (КМПВ) и гравиметрические работы в долине реки Лавант (Каринтия) для определения строения основания с целью выявления угольных залежей.

*

В 1977 г. народное предприятие «Геофизика», Брно и Геофизический институт им. Л. Этвеша заключили соглашение по оказанию взаимной помощи в геофизических исследованиях своих стран. Н. П. Геофизика проводило аэрогеофизические исследования в районе Кеменешат и гравиметрические работы в области Задунайского среднегорья. ЭГЛИ проводил сейсморазведочные работы МОВ в районе Лошонц и магнитотеллурические исследования в бассейне Морава.

Сотрудничество оформлялось внешнеторговыми предприятиями НИКЕКС и СТРОЙЭКСПОРТ.

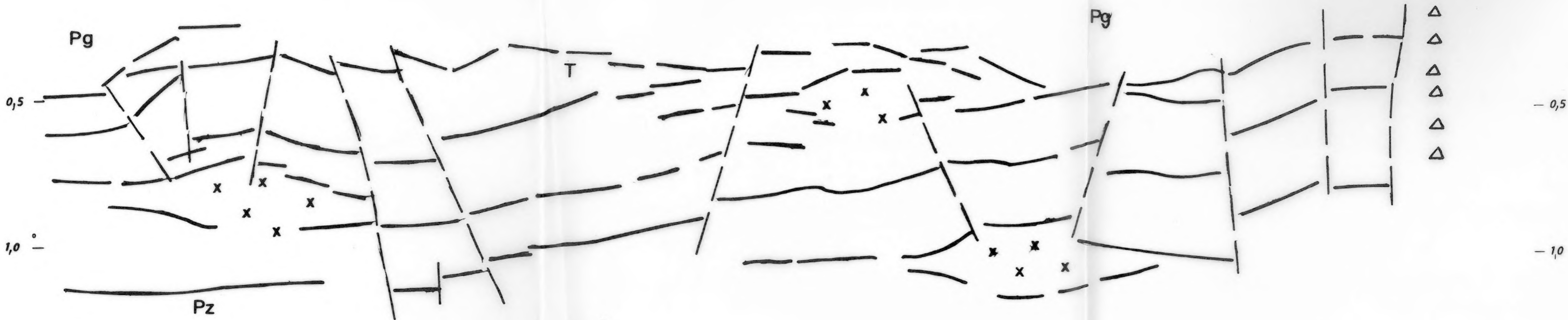
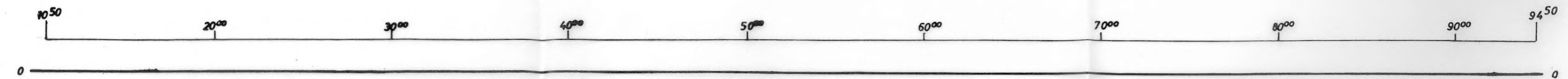
*

Были подготовлены к печати и опубликованы Годовой отчет Института за 1976 г., а также Годовой отчет Геофизической обсерватории, Тихань, за 1976 г. Подготовлены к печати Бюллетень Рабочей группы 33 КАПГ (Изучение земных приливов, № 1), а также вып. 25 Геофизического Бюллетеня.

*

Существующий фонд Библиотеки состоит из 20 046 книг и журналов, а также 28 080 прочих изданий. За 1977 г. фонд увеличен на 560 книг, 498 выпусков (2568 номеров) журналов, на 1100 документационных изданий и 210 проспектов приборов. В рамках международного обмена литературой получено 296 изданий. Количество новых журналов — 11.

За отчетный год библиотека обслуживала 4749 читателей-абонементов.



- 1. Pg
- 2. T
- 3. Pz
- 4. x
- 5. Δ

25.

- 2p

