

Annual Report of the Hungarian
Geophysical Institute 'Roland Eötvös' for 1976

Годовой отчет Венгерского Геофизического Института Им. Р. Этвеша за 1976 г.

A Magyar Állami
Eötvös Loránd
Geofizikai Intézet
1976. évi
jelentése





A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET

1976. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'
FOR 1976

ГODOBOЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. Р. ЭТВЕША
ЗА 1976 Г.

Szerkesztő
Sz. Kilényi Éva

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

HU ISSN 0133-3089

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
1.2 Helyzetkép a Börzsöny-hegység földtani felépítésére és ércesedésére vonatkozó adatok egységes értelmezéséről	20
1.3 A Darnó szerkezeti öv geofizikai kutatása	38
1.4 Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata	44
1.5 Víz- és mérnökgeofizikai kutatások	48
1.6 Geofizikai kutatás az Alföldön	53
1.7 Geofizikai mérések a mecseki perm-triász antiklinálison	56
1.7.1 Geofizikai mérések a Mecsek hegység Ny-i előterében	56
1.7.2 Felszíni geofizikai mérések a Máza Dél- és Váralja Dél feketekőszén kutatási területen	58
2. MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK	61
2.1 Szeizmikus módszer- és műszerkutatás	63
tengerkutatási műszerfejlesztés; vibrátoros szeizmikus rendszer; Corollpress-3 színes szelvényítő berendezés; szeizmikus adatfeldolgozás; <i>elméleti és módszertani munkák; lineáris migráció</i>	
2.2 Geoelektromos módszer- és műszerkutatás	72
<i>gerjesztett potenciál módszertani kutatás; digitális ellenállás- és gerjesztett potenciál mérő-berendezés; digitális elektromos felvevő berendezés; geoelektromos mérések feldolgozásának automatizálása; matematikai modellezés; újpaleozoos jölvészeti képződmények kutatása a Dél-dunántúlon</i>	
2.3 Mélyfúrás geofizikai módszer- és műszerkutatás	87
nukleáris műszerfejlesztés; kétparaméteres szonda; rázásálló szcintillációs detektor; karmantyúlokátor; terepi hitelesítő; <i>nukleáris módszerfejlesztés: modell-mérések; kiértékelő nomogramok; K-500-as digitális adatrögzítő; K-3000-es terepi digitális berendezés és kísérleti mérések; számítógéppel vezérelt karotázs szelvényező- és gyorskiértékelő rendszer és módszertani vizsgálata; karotázs értelmezési rendszer továbbfejlesztése; laboratóriumi nukleáris anyagvizsgálat; röntgenfluoreszcenciás analízis; ipari elemanalitikai berendezés; röntgenradiometrikus mérési eljárás</i>	
3. FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK	105
földmágneses tér időbeli változása; ionszféra-magnetoszféra kutatás; földi árapály vizsgálata; paleomágneses vizsgálatok; geodéziai gravimetria	
FÜGGELÉK	114
külföldi kutatások; kiadványok; könyvtár	
Annual Report of the Hungarian Geophysical Institute „Roland Eötvös” for 1976	115
Годовой отчет Венгерского геофизического института им. Р. Эввшпа за 1976 г. ..	133

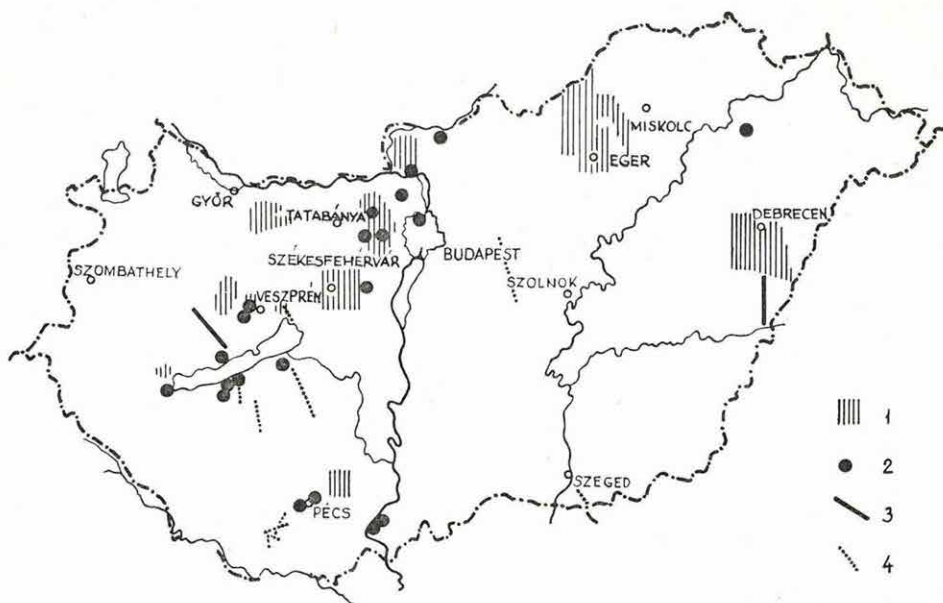
CONTENS

1	GEOPHYSICAL PROSPECTING	117
2	INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH	123
2.1	Seismic	125
	off-shore instrumental research; VIBROSEIS ^R seismic system; Corollpress digital colour plotter; <i>seismic data processing; theoretical and metbological research; migration stack</i>	
2.2	Geoelectric	130
	<i>included polarization methodological research; digital resistivity and IP instrument; digital electric field recorder; automatization of geoelectric data processing; mathematical modelling; investigation of carboniferous conducting layers</i>	
2.3	Well logging	138
	nuclear instrumental research; two-parameter probe; shock-resistant scintillation detector; casing collar locator; field calibrator; <i>nuclear methodological research; model studies; interpretation nomograms</i> ; digital recorder for K-500; digital field system K-3000; <i>field experiments</i> ; computer controlled logger and data processing system: construction and methodology; <i>lithologic program package</i> ; laboratory nuclear analyzer; <i>XRF analysis</i>	
3	EARTH-PHYSICAL RESEARCH	147
	time variations of the magnetic field; ionospheric and magnetospheric research; gravity tidal recordings; paleomagnetic research; geodetic gravimetry	
	APPENDIX	151
	prospecting abroad; publications; Library	

СОДЕРЖАНИЕ

1. ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ	155
2. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	161
2.1 Сейсморазведка	163
Разработка аппаратуры для морских исследований; вибраторная сейсмическая система; устройство для цветного представления разрезов «Колорпресс-3»; обработка сейсмических данных; теоретические и методические работы; линейная миграция	
2.2 Электроразведка	169
Методические работы по методу возбужденной поляризации; цифровая аппаратура для методов сопротивлений и ВП; цифровая электроразведочная приемная аппаратура; <i>автоматизация обработки электроразведочных работ: математическое моделирование</i> ; исследование хорошо проводящих палеозойских образований в южной части Задунайской области	
2.3 Промысловая геофизика	179
Разработка ядерно-геофизической аппаратуры; двухпараметровый зонд; вибростойкий сцинтилляционный детектор; локатор муфт; усовершенствование ядерно-геофизических методов, калибровка в полевых условиях; моделирование; номограммы для интерпретации данных; цифровая аппаратура для записи данных типа К-500; полевая цифровая аппаратура типа К-3000 и <i>опытные работы</i> ; система для проведения каротажных работ и экспресс-анализа данных, управляемая ЭВМ и ее <i>методическое испытание</i> ; усовершенствование системы интерпретации каротажных данных; лабораторный анализ ядерно-геофизических данных; рентгено-флюоресцентный анализ; промышленная аппаратура для анализа элементов; рентгенорадиометрический метод измерений	
3. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	189
Изменения геомагнитного поля во времени; исследование ионосферы-магнитосферы; изучение земных приливов; палеомагнитные исследования: геодезическая гравиметрия	
ДОПОЛНЕНИЕ	195
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 litoszférakutatás
4. szeizmikus kutatás

Fig. 1 Field work 1976

- 1 integrated prospecting for minerals
- 2 hydrogeological and civil-engineering prospecting
- 3 crustal and lithospheric investigation
- 4 seismic field work

Рис. 1. Полевые работы ЭЛГИ

1. Комплексные поиски полезных ископаемых
2. Инженерно-геофизические и малоглубинные гидрогеологические исследования
3. Изучение разреза земной коры и литосферы
4. Сейсморазведка

I. I KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁS A DUNÁNTÚLI KÖZÉPHEGYSÉGBEN*

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1966 óta rendszeres komplex geofizikai méréseket végez a KFH megbízásából a hegység előterében, peremén és belső medencéiben, sőt a mezozoos kibúvások területén is a MÁFI-val és a Bauxitkutató Vállalattal összehangolt program szerint. A mérések során jó szakmai kapcsolat alakult ki, amelynek eredményeképpen a részletes bauxit-geofizikai mérések a KFH finanszírozta előkészítő és áttekintő mérések földtanilag logikus folytatását képezik. Az utóbbi években hasonló együttműködés jött létre a Magyar Szénbányászati Tröszt barnakőszén kutatásainál is.

A hegység víznyerési problémáit tekintve, a geofizikai mérések eredményei és lehetőségei nem érvényesülnek kellőképpen, kivéve az Országos Vízügyi Hivatal hatáskörébe tartozó fúrások telepítését.

Miután a geofizikai módszerek eredményeit alkalmazók részéről felmerült az igény, a 2. ábrán megadjuk azokat a területeket, ahol az elmúlt 10 évben geofizikai méréseket végeztünk. Minden területen legalább 2—3 geofizikai módszert alkalmaztunk, de bonyolultabb földtani modelleknél 4—6 módszer egyidejű alkalmazására is sor került, mert így sikerült

- a medencealjzat mélységét és szerkezeti felépítését kellő pontossággal meghatározni, és
- a kőzetek többfajta fizikai paraméterének az ismeretében a kőzetkéjfejlődésre, sőt annak rétegtani helyzetére következtetni.

A 2. ábra 1 : 500 000 méretarányú térképén a mérések egyes területeit fázisonként ábrázoljuk.

Az előkészítő geofizikai méréseket a Dunántúli Középhegység kevésbé ismert részein végezzük 100 000-es méretarányban, elsősorban gravitációs módszerrel. Az 5—10 pont/km² sűrűségű mérések a medencealjzatra csak közelítő mélységet ($\pm 25\%$) szolgáltatnak, de jeleznek minden 1 km²-nél nagyobb szerkezeti elemet. Mélységük és kiterjedésük szerint kiválaszthatók tehát azok az érdekesebb egységek, amelyekre a későbbi áttekintő méréseket koncentrálni érdemes. A 100 000-es méretará-

* Hamar, D., Nyitrai T., Pintér A., Rezessy G. és Szabadvány L.

nyú geofizikai méréseket a *földtani előkutatás* első fázisának tekinthetjük, eredményei alapján legfeljebb egy-egy földtani alapfúrás telepíthető. A térképen a geofizikailag felmért területeket a triász időszi (vagy ennek hiányában a paleozoos) medencealjzat mélységtérképe jelzi (lásd jelmagyarázat).

Az *áttekintő méréseket* a hegység előterében 50 000-es, a hegység peremén és belső medencéiben 25 000-es, a mezozoos kibúvásos fennsíkokon pedig 10 000-es méretarányban végezzük, döntő súllyal szeizmikus refrakciós módszerrel. A mélységadatokat pontosságára jellemző: a Középhegységben 1971—75-ben geofizikai mérések alapján 170 fúrást (36 220 fm) mélyítették. Azokon a helyeken, ahol a geofizikai mérések feladata a medencealjzat mélységének meghatározása volt, a fúrások átlagosan $\pm 7,1\%$ eltéréssel igazolták a geofizikai előjelzést.

A mérésekkel általában a mezozoos karbonátos felszín jelölhető ki, de kedvező esetben a triász időszi dachsteini mészkő, földolomit, karni márga stb. is elkülöníthető, vagy felismerhető a krétakori márga, perm, ill. ópaleozoos képződmények jelenléte a harmadidőszi képződmények alatt. Mind ebben a problémakörben, mind pedig a fedőösszlet rétegtani tagolásában egyre fontosabb szerepet töltenek be — földtani információ-bőségükkel — a többszörös fedésű reflexiós mérések.

Az *áttekintő mérések* a medencealjzat nagyszerkezetét kialakító törésvonalak meghatározásával nyújtják a leghasznosabb földtani információt. Ennél a geoelektromos potenciál-térképezésnek (PM) és a szeizmikus harántszelvényezésnek van döntő szerepe.

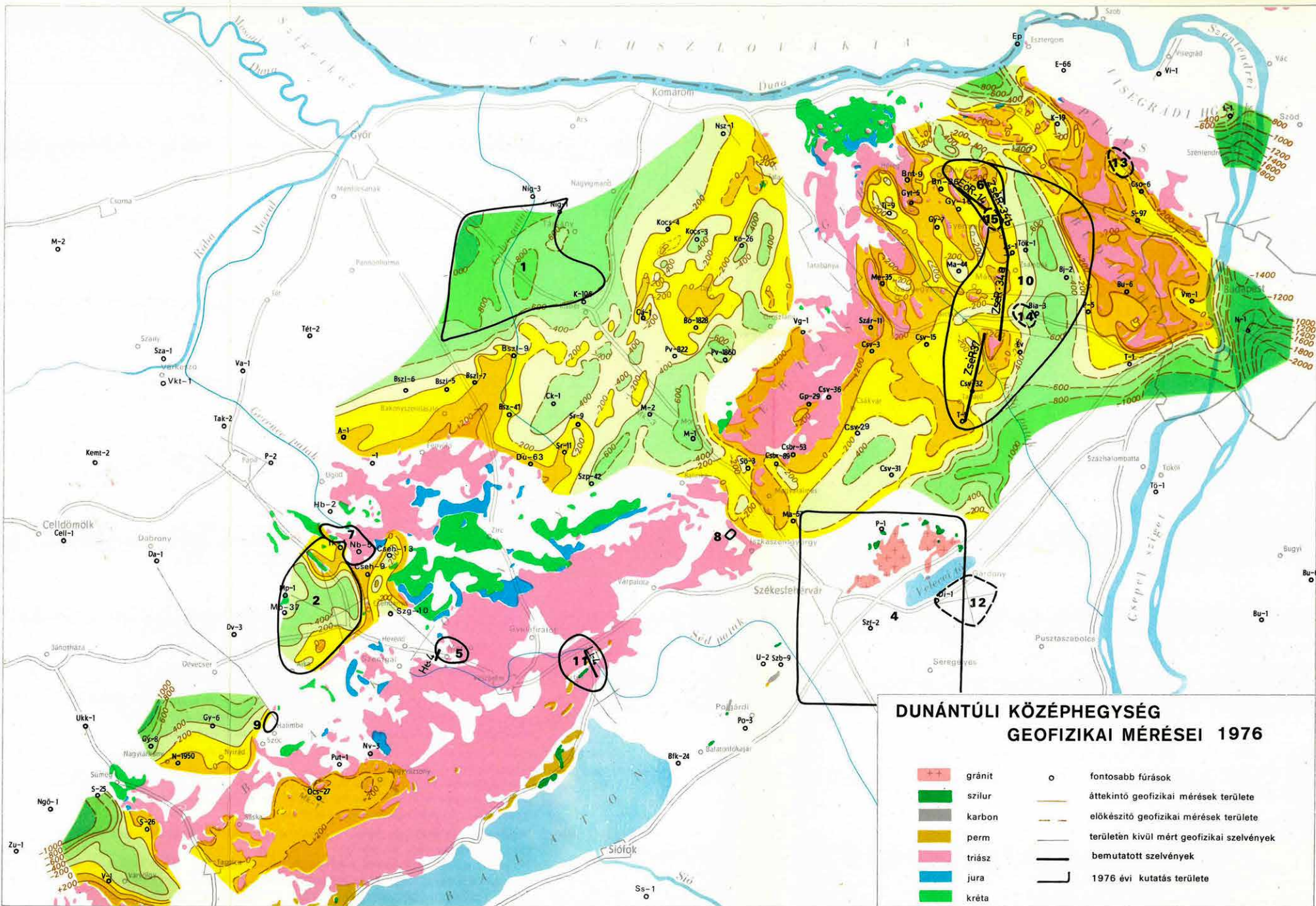
Az *áttekintő geofizikai méréseket* a földtani előkutatás befejező részének tekinthetjük. A körülhatárolt néhány km² kiterjedésű tektonikai egységek sokszor ösföldrajzi egységet is képeznek, amelynek jellemző helyére telepíthetők a kutatófúrások.

A 2. ábra folyamatos mélységvonallal jelzett részein az *áttekintő mérések* is befejeződtek. Jelentős a Dunántúli Középhegységben végzett *részletes mérések* mennyisége is, 10 000-es (5000-es, ill. 2000-es) méretarányban, általában bauxitra reményteljes területeken. Ezzel a kérdéssel az 1975. Évi Jelentésben foglalkoztunk. A részletes mérések területét kis kiterjedésük miatt a térképen nem jelöltük.

1976-ban a KFH megbízásából 8, a Bauxitkutató Vállalat megbízásából 3, vízfúrás telepítéséhez pedig 4 területen végeztünk méréseket (az 1976. évi mérési területeket a 2. ábrán fekete kontúr vonallal és hozzáírt sorszámmal jeleztük).

A munka zömét a geofizikai *előkészítő mérések* alkották. Mérési területeink:

- (1) a Bakony hegység É-i előtere (Bakonyszombathely, Nagyigmánd, Ete);



2. ábra A Dunántúli Középhegységben végzett geofizikai mérések területei (1966—1976);
M = 1 : 500 000

A térkép külön feltünteti az 1976. évi mérési területeket (fekete kontúrvonal), valamint a triász időszi medencealjzat domborzati térképével jelzi a geofizikailag felmért területeket. A földtani adatokat a MÁFI bocsátotta rendelkezésünkre

Fig. 2 Location map of geophysical investigations (1966—76) in the Transdanubian Central Range; M = 1 : 500 000

The map shows the location of the 1976 investigations as box areas, the formerly surveyed regions with the contour lines of triassic topography. Geological data received from Hungarian Geological Institute

Рис. 2. Районы геофизических работ в области Задунайского среднегорья (1966—1976 гг.); Масштаб — 1 : 500 000

На карте показаны (черной контурной линией) районы работ 1976 г., а геофизически изученные районы представлены картой рельефа триасового основания. Геологические данные получены от Геологического института.

- (2) a Bakony hegység Ny-i előtere (Magyarpolány, Ajka, Városlőd Bakonyjákó);
- (3) a Keszthelyi hegység DNy-i előtere (Hévíz) és
- (4) a Dunántúli Középhegység DK-i előtere (Seregélyes, Sárkeresztes Kőszárhegy, Iszkaszentgyörgy).

Áttekintő méréseket

- (5) a Bakony hegységben (Márkó) és
 - (6) a Gerecse hegység K-i előterében (Epöl, Dág, Szomor) végeztünk.
- Részletes mérésekre* a Bakonyban Iharkút (7), Iszakszentgyörgy (8) és Halimba (9) környékén került sor.

Kísérleti méréseket a KFH megbízásából speciális földtani feladatok vizsgálatára végeztünk, mégpedig a tirász időszakos összleten belüli és az alatti földtani képződmények geofizikai kutatására: Tabajd és a dorogi medence közötti területen (10), és a litéri feltolódás geofizikai „leképezésére” (11).

Vízfúrások telepítéséhez Gárdony (12), Pilisvörösvár (13), Herceghalom (14) és Somodorpuszta (15) környékén mértünk.

A továbbiakban az 1976-ban befejezett mérési területekről ismertettünk néhány eredményt.

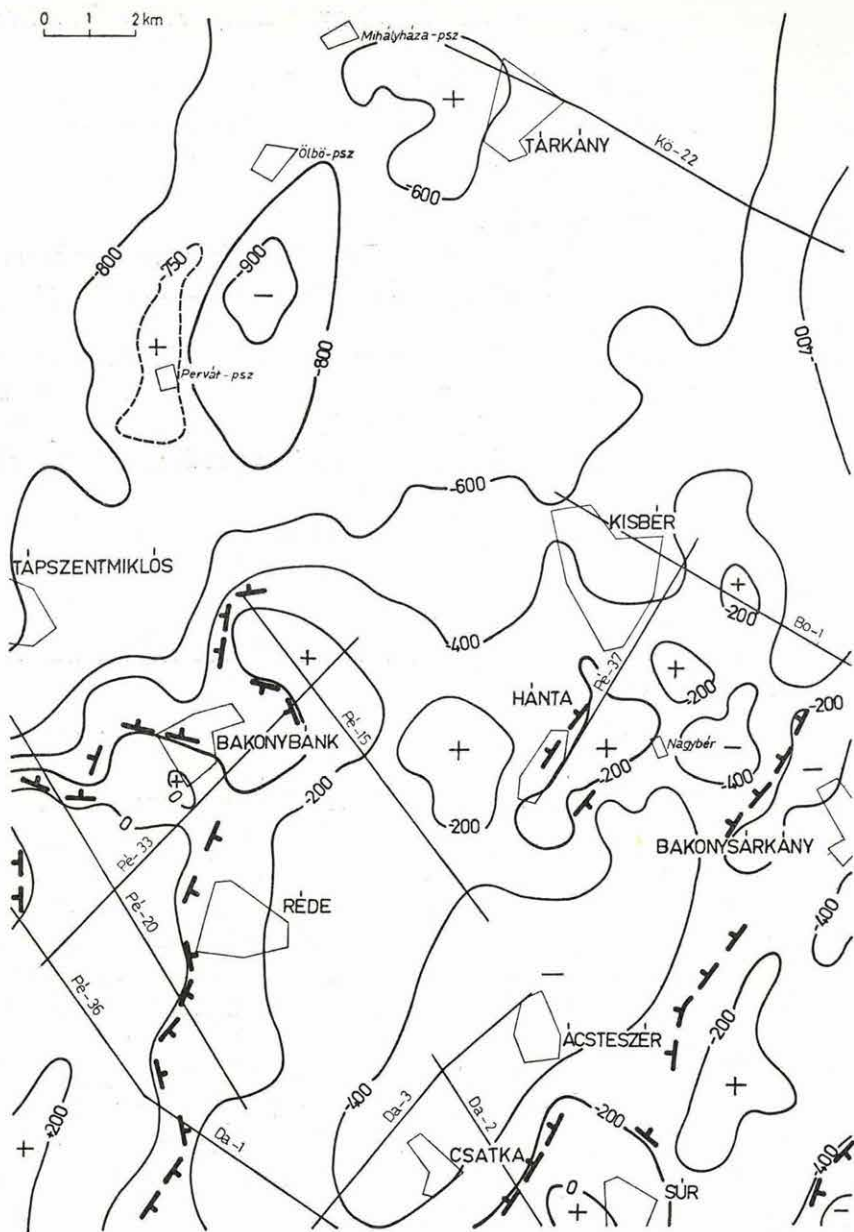
A Bakony hegység É-i előtere.

1971—75 között a Bakony hegység É-i és a Vértes hegység Ny-i előterében földtani-geofizikai módszerekkel meghatároztuk a triászidőszaki medencealjzat mélységét és szerkezeti helyzetét. 1976-ban kiegészítő gravitációs méréseket végeztünk *Kisbér* és *Tárkány* környékén a két terület érintkezési sávján, ahol a geofizikai mérések eddig hiányoztak.

A területre benyomuló szeizmikus-geoelektromos szelvények mélységadatainak felhasználásával a gravitációs anomáliatérképről optimalizált mélységtérképet szerkesztettünk (3. ábra).

A rédei maximum É-i részén, Bakonybánk—Hánta vonalában, a medencealjzat eddig nem ismert magasrögei váltak ismertté. Mintegy 20 km² területen a mezozoos karbonátos képződmények a felszíntől 200—400 m mélységben vannak, és É felől lehatárolják az ácseszér—csatka medencét. A magasrög-sorozat Nagybérnél egy keskeny, csak 2 km széles, de 700 m mélységű árok választja el a bakonysárkány—suri gerincvonulattól. A Bakonybánk—Hánta környéki magasrögvonulat, már kisebb mélysége miatt is újabb, a bauxitkutatásra is reményteljes területet jelenthet.

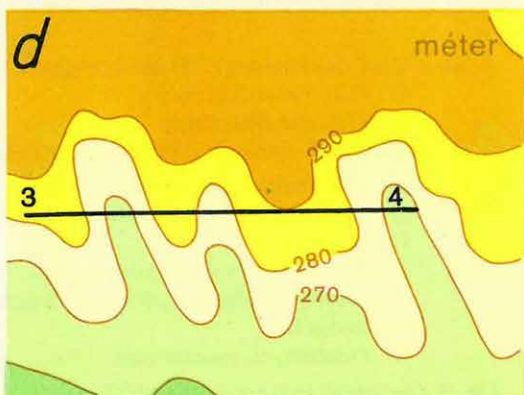
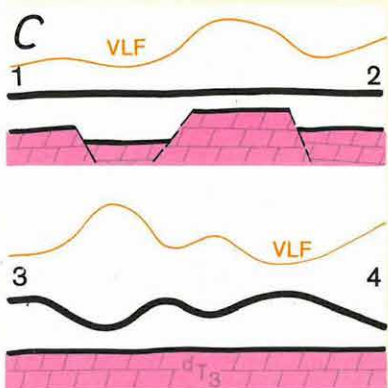
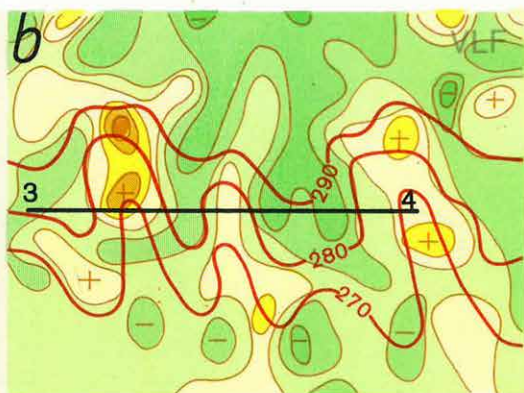
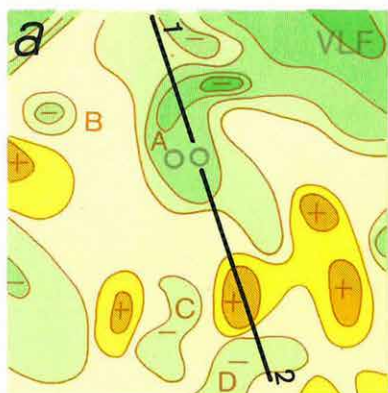
A rédei maximumtól É-ra levő területen Kisbér, Tárkány és Kerékteleki között a medencealjzat a felszíntől 700—1100 m mélységben van.



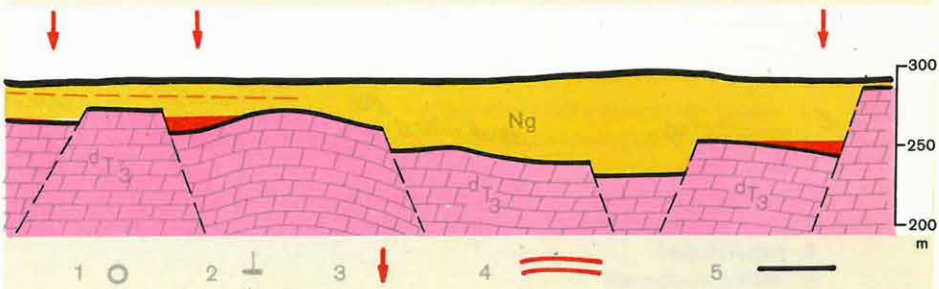
3. ábra A Bakony hegység É-i előterében a mezozoos karbonátos képződmények domborzati képe

Fig. 3 Contour map of Mesozoic carbonates in the Bakony Mountains

Рис. 3. Рельеф мезозойских карбонатных образований в северном форланде Баконьских гор



He-4



4. ábra Geofizikai mérések Márkó környékén

- a) VLF ellenállástérkép
- b) VLF ellenállástérkép
- c) a VLF-térképek földtani értelmezése
- d) a „b” terület topografikus térképe
- e) a területre jellemző földtani-geofizikai szelvény
 1. fúrás
 2. geoelektromos sekélyszondázás
 3. bauxitelőfordulásra perspektivikus helyek
 4. topográfia
 5. a szelvények nyomvonala

Fig. 4 Geophysical survey near Márkó

- a) VLF map
- b) VLF map
- c) geological interpretation of VLF maps
- d) topography map of area “b”
- e) typical geological-geophysical cross section of the region
 1. bore hole
 2. shallow geoelectric sounding
 3. areas of bauxite perspective
 4. topography contour lines
 5. profiles

Рис. 4. Геофизические исследования в районе г. Мако

- a) карта сопротивлений по методу сверхдлинноволнового радиокипа (СДВР)
- b) карта сопротивлений по методу сверхдлинноволнового радиокипа (СДВР)
- c) геологическая интерпретация карты СДВР
- d) топографическая карта района «b»
- e) геолого-геофизический разрез, характерный для района
 1. скважины
 2. пункты электрического зондирования малых глубин
 3. места, перспективные для проявления боксита
 4. топография
 5. линии профилей

A herend—márkói medence előkészítő kutatása után (1972. Évi Jelenítés) a medence K-i peremén, *Márkó község környékén* végeztünk áttekintő méréseket. A 7 km²-es területre a MÁFI földtani térképezése hívta fel a figyelmet. A mérések során az Iharkúton 1975-ben kialakított eljárást használtuk. Először hálózatos VLF mérésekkel elkülönítettük azokat a területeket, ahol a triász időszak dolomit felszíni kibúvásokban található. A VLF térképezése során számos ellenállás-minimumot sikerült kimutatnunk. Ezek értelmezésére két példát mutatunk be a 4. ábrán. Az „a” jelű VLF-ellenállástérkép olyan területen készült, ahol a minimumhelyek a dolomittöbröket jelölik ki. Az egyik jellegzetes minimum közepén („A”) mért szondázások néhány tíz méteres mélységet jeleznek, ezért indokolt a töbrök kitöltésének fúrásos vizsgálata. A „B”, „C” és „D”-vel jelzett kisebb anomáliák területén egy-egy fúrást az „A” negatív anomália produktivitása után érdemes mélyíteni.

Egy másik területről készült „b” jelű VLF-ellenállástérkép közel É—D irányú minimumsávjait merőben más okozza. A dolomitra települt kisebb ellenállású fedőösszlet É-i irányban emelkedik. Az erózió által kivájt kb. 20 m mély árkok ugyanezen terület szintvonalas topográfiai térképén jól látszanak („d”). Ezt összevetve a VLF ellenállástérképpel érzékelhető, hogy a nagyellenállású részek az árkokban vannak. A minimumsávokat tehát nem a dolomit bemélyedései okozzák, hanem a közel vízintés dolomit aljzaton a fedőréteg vastagodásai. A „c” ábrán a két különböző szelvény földtani értelmezésének vázlatát adjuk meg.

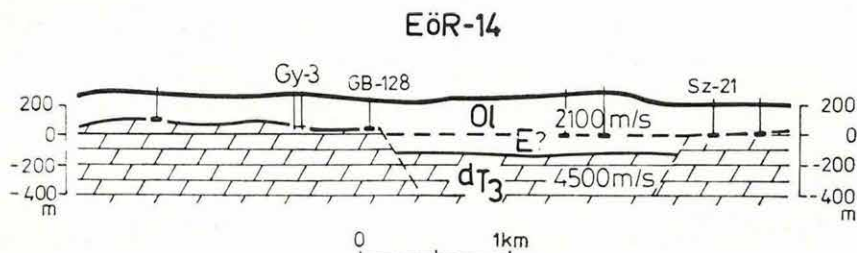
Ez a tapasztalat is azt mutatja, hogy a VLF térképek értelmezésekor a topográfiát figyelembe kell venni annak ellenére, hogy maga a módszer a topográfiai hatásokra érzéketlen.

A 30 m-nél nagyobb dachsteini dolomit-mélységeknél potenciáltérképezéssel (PM), szeizmikus refrakciós mérésekkel és geoelektromos szondázásokkal 100—200 m széles, 400—600 m hosszú árkokat, 50—80 m mélységű bemélyedéseket mutattunk ki. Az ezeket kitöltő üledékes képződmények fizikai paraméterei agyagos-bauxitos összletre utalnak, ezért a bemélyedések területén több fúrás mélyítését is javasoljuk.

Egy jellemző földtani-geofizikai szelvényt a 4 „e” ábrán látunk, amelyen nyilakkal jelöltük a bauxitra reményteljesnek ítélt helyeket. A szelvény első szakaszán nagyellenállású (eocén vagy miocénkori mészkő?) réteg van, amely védőréteggént a dolomitfelszínen kialakult bauxittelepeket megvédte a lepusztulástól.

A Gerecse hegység K-i előtere

Épöl—Szomor—Máriabalom községek között végeztünk áttekintő méréseket, összehangolva a MÁFI felszíni földtani térképezésével. A terület a héreg—tarjáni medence, az öregnyulási süllyedék és a Bajnától DK-re fekvő tektonikai árok eocénkori barnakőszénre reményteljes sáv (1975 Évi Jelentés, 7. ábra) K-i folytatását képezi. A triászidőszaki földolomitból és dachsteini mészkőből álló medencealjzat mélysége 0—400 m között változik. A terület jellemző metszetét az EÖR—14 szelvény szemlélteti (5. ábra).



5. ábra A Gerecse hegység K-i előterében mért EÖR—14 geofizikai szelvény

Fig. 5 Geophysical cross section EÖR—14 from the eastern foreground of the Gerecse Mountains

Рис. 5. Геофизический профиль EÖR-14 в восточном форланде гор Gerecse

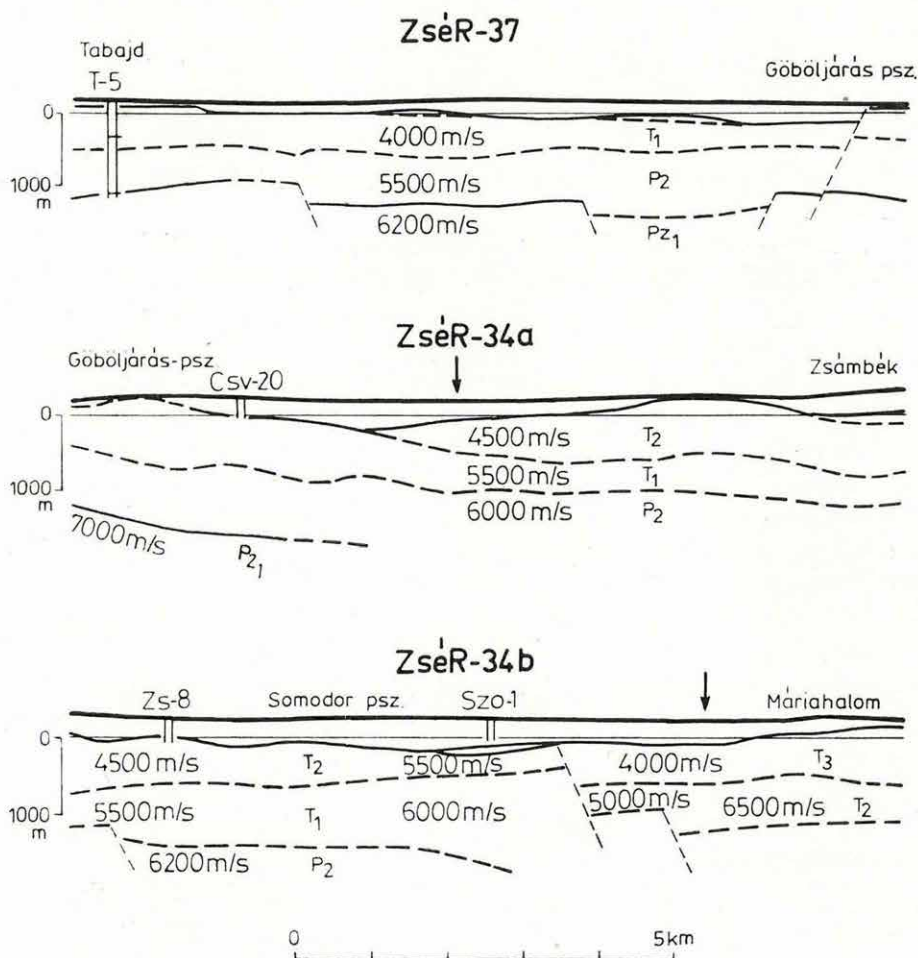
Az EÖR—14 szelvény ÉNy-i részén a földolomit emelt helyzetben van. A Gy—3 fúrás rétegsorával összhangban a geofizikai paraméteradatok is az eocénösszlet hiányát jelzik. A GB—128 szondázásnál a medencealjzat kb. 100 m-es vetővel a mélybe zökken és közel vízszintes felszint formál egészen az Sz—21 szondázásnál kimutatott vetőig. Ezen a szakaszon a geoelektromos határfelület a szeizmikus határfelületnél átlagosan 100 m-rel magasabban van. Ezt az eltérést eocén képződmények jelenléte okozhatja, amely a medencét mind barnakőszénre, mind bauxitra reményteljessé teszi. Geofizikai paraméterek alapján a terület ÉK-i részét kevésbé reményteljesnek ítéljük

Földtani-geofizikai módszerfejlesztés

Kísérlet a triász időszaki összleten belüli és alóli földtani képződmények kimutatására a Tabajd és a dorogi medence közötti területen.

A korábbi geofizikai mérések Zsámbék környékén a mezozoos (ladini) képződmények alatt egy idősebb É—D-i tengelyű kiemelkedést jeleztek

(1975. Évi Jelentés 6. ábra). Az 1976. évi mérésekkel erről igyekeztünk további adatokat szerezní. A 6. ábrán a gerincvonal tengelyében telepített refrakciós szelvények eredményeit mutatjuk be (a szelvények helyét a 2. ábrán adjuk meg).



6. ábra Tabajd és a dorogi medence között végzett refrakciós mérések eredménye

Fig. 6 Results of refraction survey between Tabajd and the Dorog basin

Рис. 6. Результаты измерений методом преломленных волн, проведенных на участке между Табайдом и Дорогской впадиной

A ZsÉR—37 refrakciós szelvényen a T—5 fúrásnál sikerült azonosítanunk a refraktáló határfelületeket. A legfelső határfelület ($V_h = 4000$ m/s) jó egyezést mutat a márgás homokkőves dolomitos kifejlődésű alsó-triász összlet felszínével. A középső határfelület (határsebessége átlagosan 5500 m/s) a felsőpermi összleten belül egy 92 m vastag gipszes anhidrites dolomitpad felszínén fut. Ennek a közettani határnak nyomkövetése eléggé megbízhatatlan. A 6200 m/s-os alsó refraktáló határfelület az ópaleozoos fillit felszínével azonosítható. É felé haladva e szintek, kisebb-nagyobb szerkezeti mozgásoktól megszakítva, közel azonos mélységben vannak. E refrakciós szelvényből az is következik, hogy a göböljárás triász képződmények kibúvásáig, ha elő is fordul fiatalabb tírászképződmény, kiterjedése kicsiny, vastagsága a 100 — 200 m-t nem haladhatja meg.

A ZsÉR—34 (34a—34b) szelvény mentén — a göböljárás kibúvásoktól É-ra — a szeizmikus határfelületek a mélybe süllyednek. A Csv—20 fúrástól É-ra megjelenik a 600 — 800 m vastagságot elérő középső triász összlet. Alatta a már 7000 m/s határsebességgel jelentkező ópaleozoikum felszínét tovább nem sikerült kimutatni. A Szomor—1 fúrástól É-ra 1 km-re a felső triász képződmények egy nagyszerkezeti töréshez kapcsolódva, 600 m-es vastagsággal jelennek meg. A mélyebb felületek földtani értelmezését három tényező is nehezíti:

1. az egész területen csak a Tabajd—5 fúrás harántolt alsó triász, perm és ópaleozoos képződményeket; ettől 20 — 30 km távolságra egy refrakciós határfelületet (kedvező szeizmikus modell esetén is) nehéz követni.

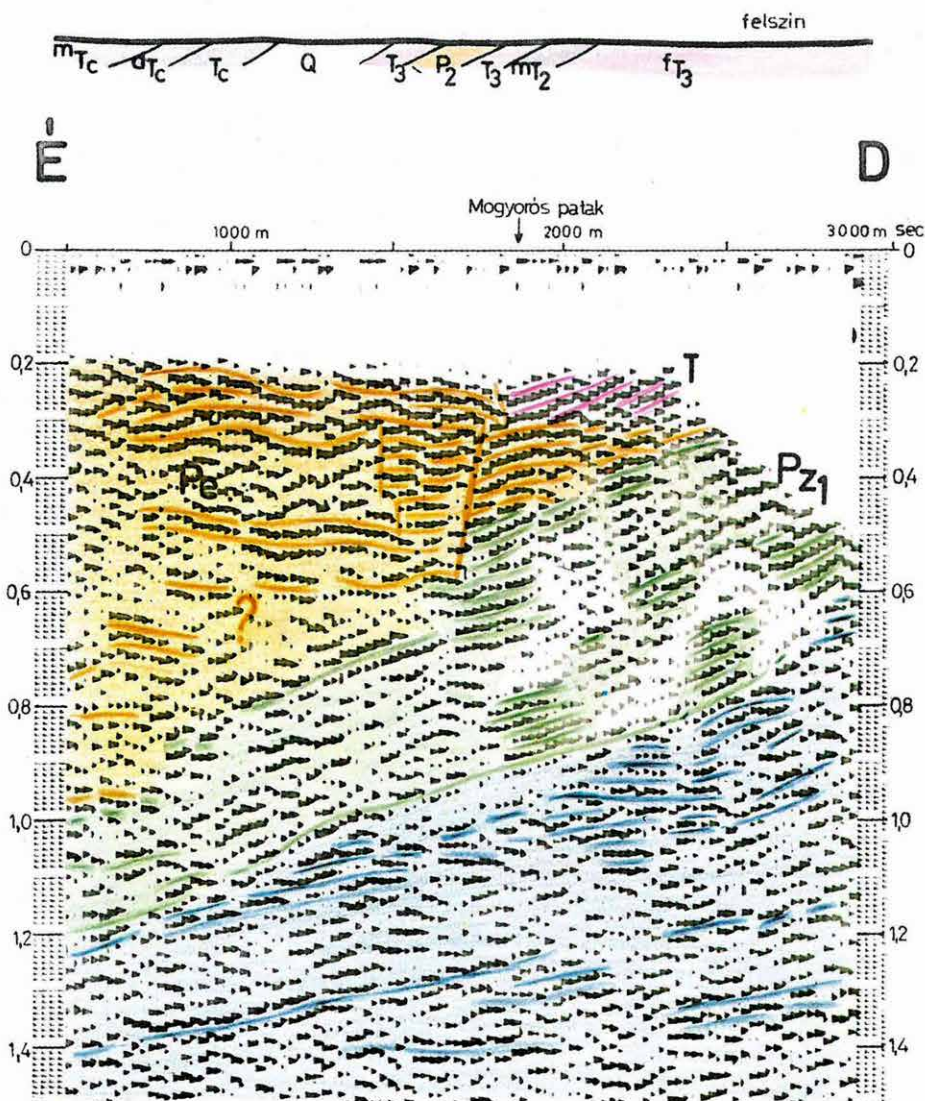
2. A ZsÉR—34 szelvény mentén É-i irányba haladva növekszik ugyanazon refraktáló határfelület jellemző sebessége;

3. a szelvény mentén vetők, rétegkiékelődések vannak, nagy a szintévesztés lehetősége (a fenti értelmezést legalább 2 ellenőrző fúrással kell igazolni; a szelvényeken nyíllal jelölt helyen).

Litér—Papkeszi környékén a Dunántúli Középhegység jellegzetes ÉK—DNy irányú nagyszerkezeti öve, a *litéri feltolódás* vizsgálatára végeztünk geofizikai méréseket.

A földtani felépítés igen bonyolult. D-ről, Papkeszitől kiindulva ÉNy-i irányban fedett *ópaleozoos* fillit, majd fedett, diszkordánsan települő *permi* homokkő, aleurit és más a felszínre is kibukkanó alsó, középső- és felső *triász* dolomit és mészkő vonulatai találhatók egészen a Mogyoros patak völgyéig. Itt a patak völgyével párhuzamosan húzódik a tulajdonképpeni litéri feltolódás. Ettől ugyancsak ÉNy felé továbbhaladva a rétegsor fillitformációkban települő diabázzal kezdődően, azonos kifejlődésben ismétlődik.

Az ópaleozoos, újpaleozoos és triász időszerkezeti képződmények bonyolult térbeli elhelyezkedésének meghatározására 1976 -ban végeztük az első



7. ábra Litértől ÉK-re mért Li-4 reflexiós időszelvény

Fig. 7 Reflection time section Li-4.

Рис. 7. Временный разрез МОВ № Li-4, северо-восточнее с. Литер

kísérleteket. Gravitációs, geoelektromos és refrakciós előkészítés után vibroszeiz eljárással 12-szeres fedésű reflexiós méréseket végeztünk. A Li—4 reflexiós szelvényen mutatjuk be a mérések eredményét. A szelvény Sóly—Királyszentistván községektől Ny-ra, dőlésirányban húzódik (a szelvény helyét lásd a 2. ábrán, a reflexiós időszelvényt a 7. ábrán). A legfelső, 200 ms-nál felismerhető reflektáló felületek a felszíntől 400 m mélységben vannak. A szelvény középvonalában a legfelső felületektől mélyre nyúló, többszörösen megtört szerkezeti vonal van. Az ettől D-re megjelenő erős É-i dőlésű összletet triász időszi képződménynek (T) véljük; ez a geoelektromos ellenállásmérés szerint a felszínig terjed. Az alatta D-ről É felé vastagodó diszkordánsan települt összletet permi képződménynek értelmeztük. Ennek felső szakasza erősen gyűrt formára utaló jelekkel (nagy szeizmikus energiával) jellemzett. Az összlet a szelvény É-i részén 2000 m mélységig ér.

Ópaleozoikumnak (Pz₁) értelmezhető a szelvényen áthúzódó É-ről D felé emelkedő összlet. Felszínét a szelvény középvonalában 450—500 m-es vetővel megemelkedő reflexiós felületek jelzik. Az ópaleozoos összleten belül további tagolódások vannak, amelyek diszkordáns települések miatt választhatók el.

Külön megemlítjük a nagy vetőtől D-re, az ópaleozoikumnak értelmezett összletben a jelkimaradásos, zavart foltokat, amelyek — feltételezésünk szerint — a területen ismert vulkanizmus benyomuló, nem reflektáló tömegeit jelezhetik. Hasonló jelek a bemutatott szelvényvel párhuzamos, 1 km-rel K-re levő reflexiós szelvényen is vannak, de már jóval több és kisebb mélységű. Ez összhangban van egy gravitációs maximummal, amely a bemutatott szelvénytől KÉK-re 3 km-re található. Az itt végzett gravitációs hatószámítások szerint, a 2,8—3,0 g/cm³ sűrűségű ható tömeg (vulkáni benyomulás) határa — a tetőpontjánál — 350—400 m-re közelíti meg a felszínt.

1.2 HELYZETKÉP A BÖRZSÖNY HEGYSÉG FÖLDTANI FELÉPÍTÉSÉRE ÉS ÉRCESÉDÉSÉRE VONATKOZÓ ADATOK EGYSÉGES ÉRTELMEZÉSÉRŐL*

Az ELGI 1965-től végez geofizikai kutatásokat a Börzsöny hegység földtani felépítésének és ércesedésének vizsgálatára, eredményeit évente ismertette (ELGI Évi Jelentései). 1976-ben megkezdük az eddigi adatok összesítését és értelmezését. Ehhez szükségessé vált a MÁFI által 1969—75 között kapott földtani alapadatok [8] feldolgozása is. Az egységes földtani-geofizikai értelmezésnek kb. a feléig jutottunk el; ezt az állapotot rögzítjük a következőkben.

Az értelmezés alapvető kérdése az volt, milyen az andezites vulkanitokból álló Börzsöny hegység földtani felépítésének általános képe. Ennek kulcsa a hegység közepe táján húzódó, *hidrotermálisan bontott kőzetekből álló sáv helyzete*; ide esik úgyszólván valamennyi színesérc-indikáció is. Ezzel kapcsolatban két felfogás vált ismertté:

1. A bontott kőzetek a *környezetüktől eltérő korúak* — idősebb, paleogén vulkáni működés termékei [2—3,9]. A hegység középpontjának szerkezete így egészében véve boltozatszerű lehet.

2. A bontott kőzetek *környezetüktől eltérő kifejlődésűek* — ugyanazon, középső miocén vulkáni működés centrumközeli termékei [10—11]. A hegység szerkezete így egységes, nagyméretű ősi vulkánt (továbbiakban: paleovulkán) rejthet.

A két felfogás és az adatok elemzése nyomán úgy találtuk, hogy míg az első ellentmondások tömegére vezet, a második valamennyi eddig ismert adattal összhangban áll és teljességgel megfelel annak, amit a mai andezitvulkánosság ismeretében várhatunk [4, 5, 7, 12, 14, 15]. Ezért az egységes értelmezés alapjául ezt fogadtuk el.

A geofizikai eredmények — ebből a szemszögből vizsgálva — megerősítettek bennünket abban, hogy alapfeltevésünk helyes, s hogy *a Börzsöny egészében véve egyetlen bonyolult felépítésű középső miocén korú paleovulkán maradványának tekinthető*, amelynek centruma a hidrotermálisan bontott kőzetek elterjedési területére esik. Az elemzést tehát ennek a koncepciónak keretében végezzük.

* Balla Z.

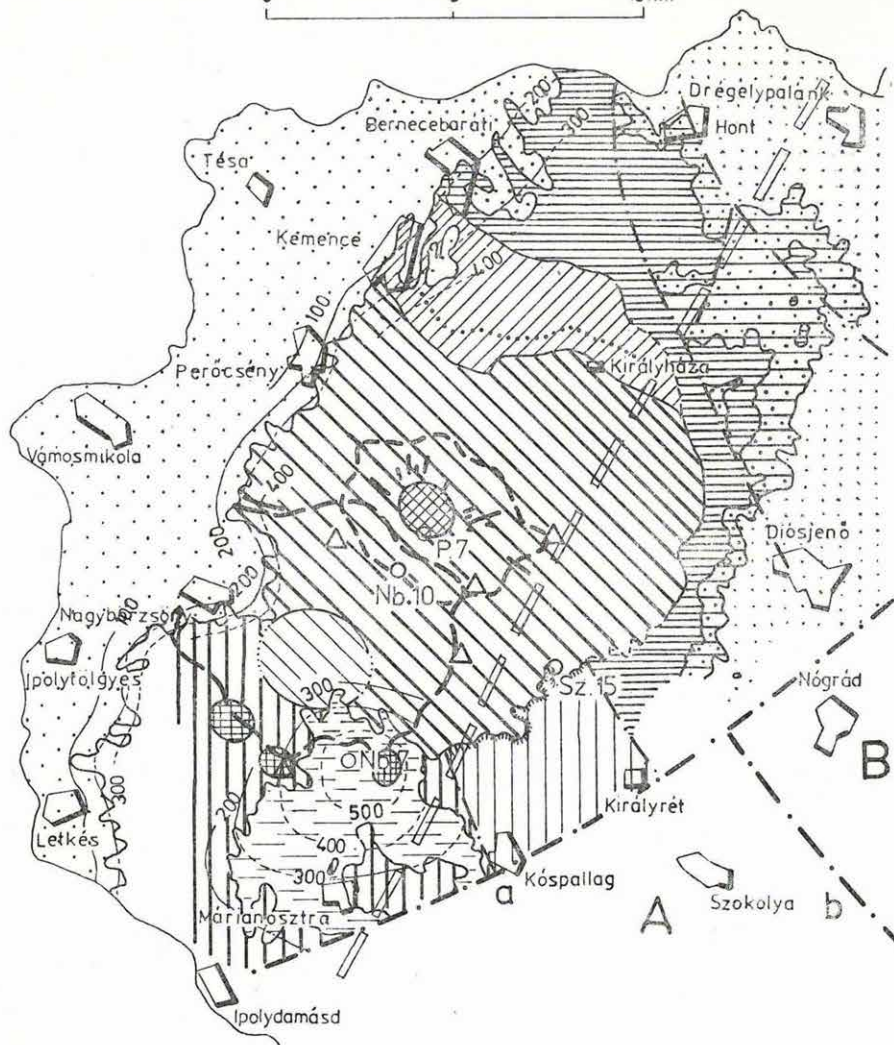
A hegység nagyszerkezetében környezetétől határozottan elkülöníthető a szob—szokolyai sülyyedék (8. ábra). Ezt nagyvastagságú vulkáni összlet tölti ki, amelyet kisebb-nagyobb rész-sülyyedékekben bádeni üledékek fednek. A prekainozoos aljzat 1,5—2,5 km mélységben van; a vulkáni összlet közvetlen fekéje ismeretlen, de a környező előfordulásokból ítélve 500—1000 m vastag oligocén-miocén üledékösszlet lehet. A sülyyedék belső szerkezete egyelőre tisztázatlan. Valamennyi megállapításunk a Börzsönynek a diósjenői alaphegységi töréstől É-ra elhelyezkedő részeire vonatkozik, s a továbbiakban ezeket értjük „Börzsöny” alatt.

A Börzsöny szerkezetében egyetlen kétségkívül *prevulkanikus elem* különíthető el: a fekéösszlet üledékgyűjtőjének ÉNy-i határa (8., 9. ábra). Ezen meglehetősen éles ÉÉK—DDNy irányú vonalhoz közeledve a feké-üledékösszlet geoelektromos ellenállása kb. háromszorosára növekszik, ami az üledékanyag partközeli durvulásával magyarázható. E vonaltól ÉNy-ra vannak a Börzsöny paleovulkáni centrumának gravitációs anomáliái és aljzatkiemelkedései (9. ábra). Valószínűnek tűnik, hogy itt egy idős, rajnai irányú törés húzódik, amely a kainozoikumban kiújulva meghatározta az oligocén üledékgyűjtő konfigurációját és a miocén vulkánosságot, amint az a hazai kainozoikum esetében általános jelenség [1]. Ezt a törést a továbbiakban *oligocén főtörésnek* nevezzük.

A *paleovulkáni szerkezet* tisztázásában természetszerűen nagy szerepet játszik a morfológiai elemzés. A mai domborzatban kétségkívül legmarkánsabban jelentkező szerkezeti egység a *magasbörzsönyi paleovulkán* (8., 10. ábra). Alapátmérője 12—14 km, relatív magassága 1200 m körüli lehetett; jelenleg az oligocén főtöréssel párhuzamos tengely mentén 2—3°-kal NyÉNy felé lebillent helyzetben van, centrumában 4—5 km átmérőjű eróziós kalderával. A paleovulkáni kúp és eme *feketepataki kaldera* légifényképeinek áttekintése, továbbá helyszíni megfigyeléseink alapján a rétegek kúppalászerű települése, a DNy-i szektort kivéve, mindenütt egyértelműen igazolható; a VESz szelvények adatai a centrum irányában a vulkáni törmelékanyag durvulására mutatnak.

A feketepataki kaldera középpontjában a környezetnél jóval nagyobb ellenállású és látszólagos sűrűségű (gravitációs mérésekből), kb. 1—1,5 km átmérőjű, bonyolult felépítésű, meredek kontaktusú izometrikus test van — a *kurucbérci kürtökítőltés*. Terepi megfigyeléseink szerint ezt — ugyancsak a DNy-i szektor kivételével — sugárirányú andezittelérek koszorúja veszi körül. A kurucbérci kürtökítőltés D-i oldalán van a *kis-hideghegyi aljzatkiemelkedés* teteje (9. ábra). Ide esik egy kb. 3 km hosszban elnyúló *közetrugalmassági anomália* magjának ÉK-i része. Ez az anomália — a szeizmikus határsebesség értékekkel (11., 12. ábra) jelzetten — szinte az egész magasbörzsönyi paleovulkán alatt megvan. Koncentricitása

0 5 10km



- | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | | | |
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. |
| | | | | | | | | | | |
| 12. | 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | 19. | 20. | 21. | |



8. ábra A Börzsöny-hegység vázlatos földtani térképe

1. fekéüledékek (rupéli-kárpáti); 2. átmeneti vulkáni-üledékes rétegcsoport; 3. peremi vulkáni rétegcsoport; 4. márianosztrai üledékes rétegcsoport (nagy számú szubvulkáni intruzióval); 5. szarvaskői vulkáni rétegcsoport; 6. királyréti vulkáni rétegcsoport; 7. négyhányási üledékes rétegcsoport; 8. hegyháti vulkáni rétegcsoport; 9. magasbörzsönyi vulkáni rétegcsoport; 10. tolmácshegyi vulkanitok; 11. fedőüledékek (alsóbadeni); 12. kalderaperemi vulkáni kürtökitöltések, Ny-ról K-re: kiskoppányi, nagykoppányi, sóhegy-nagysashegyi; 13. kurucbérci kürtökitöltés; 14. andezittelérek; 15. feküszintvonal, Ny-on a fedőüledékek fekéjében, D-en a márianosztrai üledékes rétegcsoport fedőjében, tszf. 100 m-enként; 16. a feketepataki kaldera pereme; 17. a börzsönypataki kaldera pereme; 18. a hegyháti szomma gerince; 19. oligocén főtörés; 20. diósjenői (a) és naszályi (b) törés; 21. egyéb törések

Térképi jelölések:

A — szob—szokolyai süllyedék;

B — naszály—nógrádi kiemelkedés.

Fig. 8 Schematic geological map of the Börzsöny Mountains

1 underlying sediments (Rupelian-Carpathian); 2 transitional volcanic sedimentary series; 3 marginal volcanic series; 4 sedimentary series of Márianosztra (with several subvolcanic intrusions); 5 volcanic series of Szarvaskő; 6 volcanic series of Királyrét; 7 sedimentary series of Négyhányás; 8 volcanic series of Hegyhát; 9 volcanic series of Magasbörzsöny; 10 volcanites of Tolmácshegy; 11 overlying sediments (lower Badenian); 12 volcanic chimneys along the caldera rim; 13 the chimney of Kurucbérc; 14 andesite veins; 15 contour lines of underlying sediments; 16 rim of the Fekete brook caldera; 17 rim of the Börzsöny brook caldera; 18 ridge of the somma of Hegyhát; 19 Oligocene main structural line; 20 faults of (a) Diósjenő, (b) Naszály; 21 other faults

A—depression of Szob-Szokolya; B—uplift of Naszály-Nógrád

Рис. 8. Схематическая геологическая карта Бёржёнских гор

1. Подстилающие отложения (рупельский — карпатский ярусы). 2. Промежуточная вулканогенно-осадочная свита. 3. Крайняя вулканогенная свита. 4. Марианостринская осадочная свита (с большим количеством субвулканических тел). 5. Сарвашкёйинская вулканогенная свита. 6. Кирайретская вулканогенная свита. 7. Недьханышская осадочная свита. 8. Хедьхатская вулканогенная свита. 9. Высокобёржёнская вулканогенная свита. 10. Толмачхедьские вулканиты. 11. Покровный отложения (нижнебаденский подъярус). 12. Вулканические жерловины вдоль края Бёржёнпатакской кальдеры; с 3 на В: Кишкоппаньская, Надькоппаньская, Шохедьско-Надьшашхедьская. 13. Куруцберцкая жерловина. 14. Дайки андезитов. 15. Стратоизогипсы через 100 м над ур. моря; на 3: в почве перекрывающих отложений, на Ю: в кровле марианостринской осадочной свиты. 16. Край Фекетепатакской кальдеры. 17. Край Бёржёнпатакской кальдеры. 18. Гребень Хедьсатской соммы. 19. Главный Олигоценый разлом. 20. Диошйёнский (а) и Насайский (б) разломы. 21. Прочие разломы.

Обозначения на карте:

A — Собско-Сокойинская депрессия;

B — Насайско-Ноградское поднятие.



9. ábra A prekainozoos aljzat domborzati térképe és annak értelmezési vázlata

1. az aljzatomdorzat szintvonalai (tsza m) szeizmikus és geoelektromos adatok alapján;
2. a központi boltozat lejtőmaradványai;
3. a börsőnypataki kaldera pereme;
4. a kishideghegyi másodlagos boltozat;
5. oligocén főtvörös;
6. diósjenői és naszályi törés

Fig. 9 Pre-cenozoic basement contour map and its interpretation

- 1 basement contour lines from seismic and geoelectric data;
- 2 remnants of slopes of the central dome;
- 3 rim of the Börzsönypataki caldera;
- 4 secondary dome of Kishideghegy;
- 5 oligocene main structural line;
- 6 faults of Diósjenő and Naszály

Рис. 9. Карта рельефа докайнозойского фундамента и схема его интерпретации.

1. Стратоизогипсы поверхности фундамента (в м под ур. моря), по данным сейсморазведки и электроразведки.
2. Реликты склонов Центрального купола.
3. Край Бёржёнпатакской кальдеры.
4. Кишхидегхедьский вторичный купол.
5. Главный Олигоценный разлом.
6. Диошёнёнский и Насайский разломы

nyilvánvalóan a paleovulkáni centrum ilyen jellegű felépítését tükrözi. Az anomália magjában a prekainozoos aljzat szintjébe eső képződmények határsebessége csökken, a felszínközeli vulkanitoké nő, így függőleges irányban a sebességkülönbség gyakorlatilag megszűnik. Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy e területen a környezethez képest ugrásszerűen megnő az intruzív kontaktussal települő vulkanitok szerepe. A szerkezet beható tisztázása és értelmezése egyelőre megoldatlan.

A magasbörzsönyi paleovulkán a Börzsöny legrészletesebben tanulmányozott szerkezeti egysége, ezért ehhez viszonyítva tárgyaljuk a többi egységet is.

A magasbörzsönyi paleovulkán É—ÉK-i oldalán húzódik a *hegyháti szomma* (8., 10. ábra). Morfológiai jellege, továbbá légifényképeken látható és a helyszínen is jól észlelhető felépítése nem hagy kétséget eredete felől: nagyméretű paleovulkáni kúp (*hegyháti paleovulkán*) maradványa, amelynek fejlődését kaldera létrejötte zárta le, elnyelve a kúp túlnyomó részét. Ezen a *kemencepataki kalderán* belül, azaz a hegyháti paleovulkán roncsain alakult ki a magasbörzsönyi paleovulkán. E kettő centruma, a szomma ívéből ítélve, közelítőleg azonos helyen lehetett.

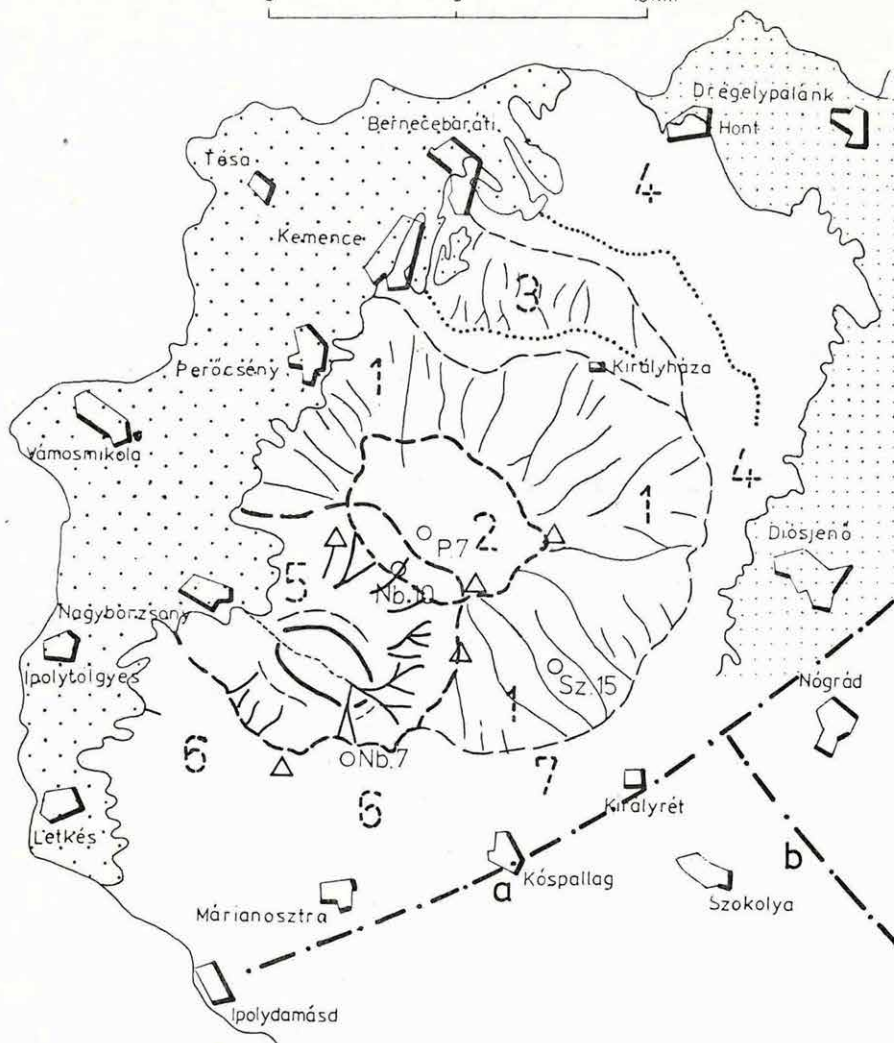
A hegyháti szommán túl a *peremi gyűrű* (8., 10. ábra) következik. Képződményei egy vagy több paleovulkáni kúp maradványaként a vulkáni összlet legalsó részébe tartoznak. A hegyháti szomma medencelajzata a peremi gyűrűéhez képest mélyebb helyzetű (9. ábra); ez is beszakadásos kalderaként fogható fel — a továbbiakban: *nagyvölgyi kaldera*. Ebben jöhetett létre a hegyháti paleovulkán, a peremi gyűrűnek megfelelő képződményeken.

A magasbörzsönyi paleovulkán DK—D-i előteréből két törés fut be a paleovulkán alá, annak felépítésében nem (vagy csak kevésbé) jelentkezve (8., 10. ábra). A két törés közötti terület az azokon túliakhoz képest besüllyedt helyzetben van (9. ábra): ez az *ábrámkerti tömb*. Itt a magasbörzsönyi paleovulkán közvetlen fekvésében vulkáni-üledékes kőzetek nyomozhatók — ez a *négybányási üledékes rétegcsoport*. A Szokolya—15 fúrás tanúsága szerint fokozatos átmenettel vulkanitokra települ (*királyréti vulkáni rétegcsoport*).

A magasbörzsönyi paleovulkán DNy-i oldalán két egymással szoros kapcsolatban levő szerkezeti egység mutatható ki: az irtáspusztai kiemelkedés és a börzsönypataki kaldera. Geofizikai adatokból az első régóta ismert, a másodikat vizsgálataink eredményeképpen jelöltük ki.

Az *irtáspusztai kiemelkedés* területén szembeötlő a lávakőzetek túlsúlya. A közettani jellegek alapján ezek zömét szubvulkáni fáciesbe tartozónak vélik [3], vagyis a földtani szerkezet tisztázása elsősorban a csekély számban előforduló egyéb képződmények alapján lehetséges, amelyek két csoportba sorolhatók: piroklasztikumok és üledékek. Az 1971—

0 5 10 km



1. 2. 3. 4. 5. 6.
 7. 8. 9. 10. 11. 12.

10. ábra A Börzsöny-hegység mai domborzatának értelmezési vázlata

1. a feketepataki kaldera peremét jelző vízválasztó gerincgyűrű; 2. a börzsönypataki kaldera peremét jelző vízválasztó gerincgyűrű; 3. a hegyháti szomma és a peremi gyűrű gerince; 4. a tolmácshegyi hegycsoport belső gerincgyűrűje; 5. kifelé futó sugárirányú völgyek a magasbörzsönyi paleovulkán és a hegyháti szomma lejtőin; 6. befelé futó sugárirányú völgyek a börzsönypataki kaldera oldalában; 7. paleovulkáni egységeket elválasztó ívszerű völgyek; 8. a tolmácshegyi hegycsoportot átszelő fiatal völgy (Hosszúvölgy); 9. földtani képződményhatár; 10. diszjenzi (a) és naszályi (b) törés; 11. fekvőüledék; 12. fedőüledék

Térképi jelölések:

1. magasbörzsönyi paleovulkán.
2. feketepataki kaldera.
3. hegyháti szomma.
4. peremi gyűrű.
5. börzsönypataki kaldera.
6. irtáspusztai kiemelkedés.
7. ábrahámkerti tömb.

Fig. 10 Interpretation sketch of present surface topography of the Börzsöny Mountains

1 ring-shaped watershed marking the rim of the Fekete brook caldera; 2 ring-shaped watershed marking the rim of the Börzsöny brook caldera; 3 the somma of Hegyhát and the marginal ridge; 4 the inner ridge of the mountain group of Tolmácshegy; 5 outward radial valleys on the slopes of the paleovolcano of Magasbörzsöny and the somma of Hegyhát; 6 inward radial valleys in the flanks of the Börzsöny brook caldera; 7 arched valleys separating volcanic units; 8 a young valley intersecting the mountain group of Tomácshegy; 9 boundary of geological formations; 10 faults of (a) Diósjenő and (b) Naszály; 11 underlying sediments; 12 overlying sediments

Numbers on the map:

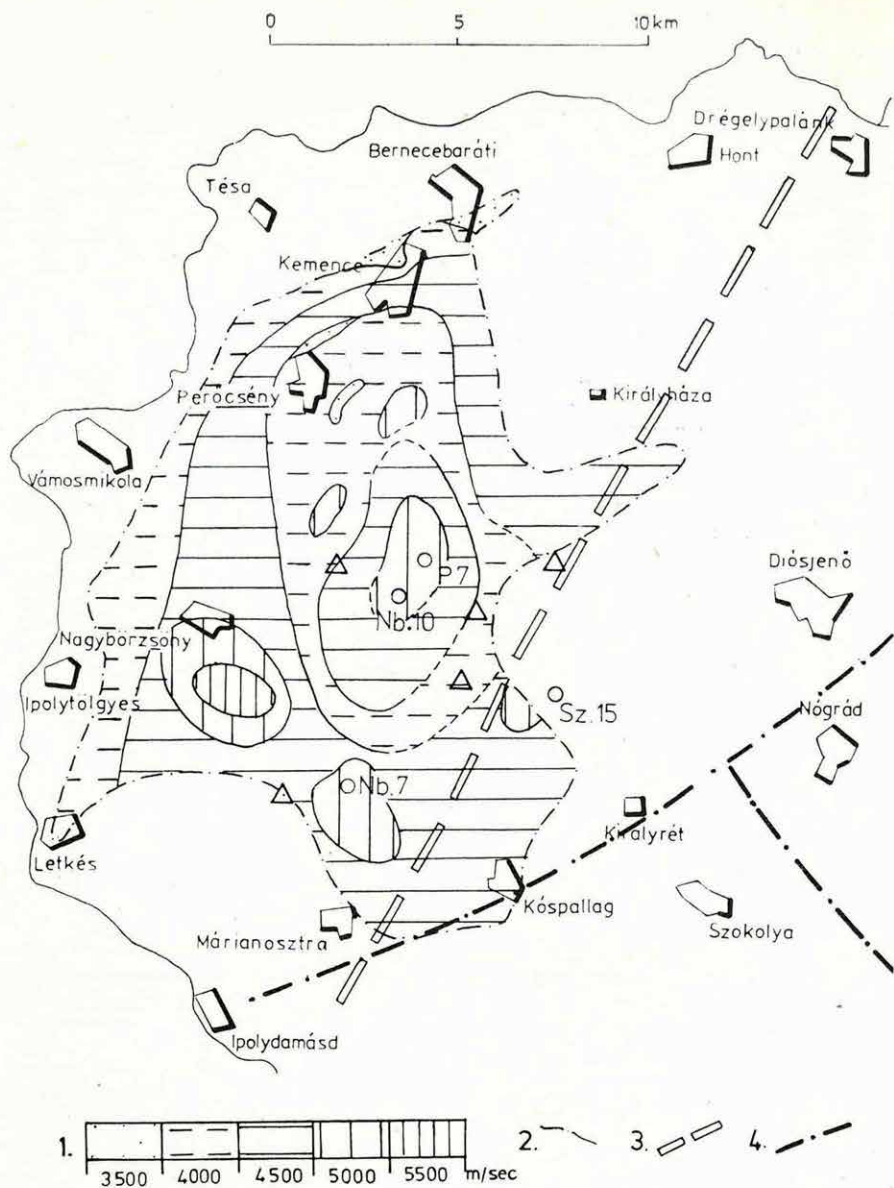
- 1 paleovolcano of Magasbörzsöny;
- 2 the Fekete brook caldera;
- 3 the somma of Hegyhát;
- 4 marginal ridge
- 5 the Börzsöny brook caldera;
- 6 the uplift of Irtáspuszta;
- 7 the block of Ábrahámkert

Рис. 10. Схема интерпретации современного рельефа Бёржёнских гор

1. Водораздельный гребень, обозначающий край Фекетепатакской кальдеры. 2. Водораздельный гребень, обозначающий край Бёржёнпатакской кальдеры. 3. Гребень Хедьхатской соммы и Окраинного кольца. 4. Внутренний водораздельный гребень Толмачхельской группы гор. 5. Радиально расходящиеся долины на склонах Высокобёржёнского палеовулкана и Хедьхатской соммы. 6. Радиально сходящиеся долины в борту Бёржёнпатакской кальдеры. 7. Дугообразные долины, разделяющие палеовулканические объекты. 8. Молодая долина, пересекающая Толмачхельскую группу гор. 9. Геологические границы. 10. Диошёнёнский (а) и Насайский (б) разломы. 11. Подстилающие отложения. 12. Перекрывающие отложения

Обозначения на карте:

1. Высокобёржёнский палеовулкан. 2. Фекетепатакская кальдера. 3. Хедьхатская сомма. 4. Окраинное кольцо. 5. Бёржёнпатакская кальдера. 6. Ирташпустаинское поднятие. 7. Абрахамкертский блок



11. ábra A felszínközeli vulkanitok átlagolt szeizmikus határbesség-térképe

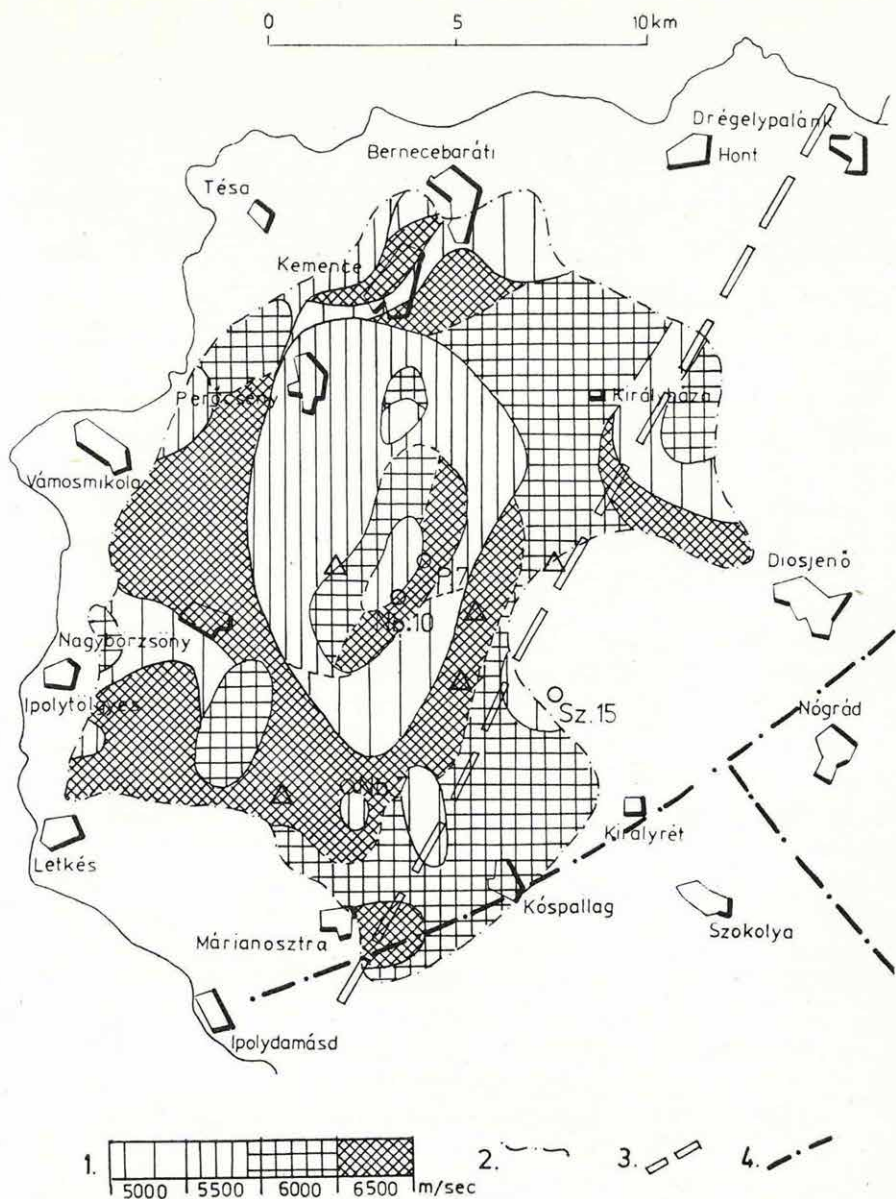
1. határbesség-intervallum; 2. az értékelt terület határa; 3. oligocén főtvörös; 4. diósjenői és naszályi törés

Fig. 11 Averaged boundary velocity map of near-surface volcanites

1 velocity intervals; 2 limits of interpreted region; 3 Oligocene main structural line; 4 faults of Diósjenő and Naszály

Рис. 11. Усредненная карта граничных скоростей сейсмических волн в приповерхностных вулканитах.

1. Интервалы граничных скоростей. 2. Контур интерпретируемой площади 3. Главный олигоценый разлом. 4. Диошйенёнский и Насайский разломы



12. ábra A prekainozoos aljzat felszínének átlagolt szeizmikus határbesség-térképe
 1. határbesség-intervallum; 2. az értékelt terület határa; 3. oligocén fő törés; 4. diósjenői és naszályi törés

Fig. 12 Averaged boundary velocity of Precenozoic basement
 1 velocity intervals; 2 limits of interpreted region; 3 Oligocene main structural line; 4 faults of Diósjenő and Naszály

Рис. 12. Усредненная карта граничных скоростей сейсмических волн в докайнозойском фундаменте
 1. Интервалы граничных скоростей. 2. Контур интерпретируемой площади. 3. Главный олигоценый разлом. 4. Диошненский и Насайский разломы

72. évi földtani térképezés során észlelt kibúvások és a fúrási adatok [8] térszíni helyzete alapján megszerkesztettük a piroklasztikumokat az üledékektől elválasztó határfelület szintvonalas térképét és ennek alapján a terület várható kibúvási vonalát (8. ábra). E terület jellegében azonosnak bizonyult a prekainozoos aljzat geofizikai módszerekkel meghatározott felszínével (9. ábra); ezért úgy véljük, hogy az üledékek és a piroklasztikumok egy-egy önálló rétegtani egységként foghatók fel, amelyet *márianosztrai üledékes* és *szarvaskői vulkáni rétegcsoportnak* nevezünk. Rétegtani helyzetükre vonatkozóan csak közvetett adatok állnak rendelkezésünkre.

A Nagybörzsöny—7 fúrás a *márianosztrai üledékes rétegcsoportnak* megfelelő szintben települő, valószínűleg a szubvulkáni fáciesbe tartozó lavaközetekből indulva 168,7 m után piroklasztikumokba jutott, amelyek a tárgyalt üledékeknél minden bizonnyal mélyebb szintbe tartoznak, vagyis e rétegcsoport a vulkáni összleten belüli, közties helyzetű. A négyhányási rétegcsoportnál nagy valószínűséggel idősebb lehet, mivel ahhoz képest kiemelt helyzetben van.

A *szarvaskői vulkáni rétegcsoport* a márianosztrai üledékekre települ, így a vulkáni összlet elég magas szintjébe tartozik. Az irtáspusztai kiemelkedés K-i határán túli levétést figyelembe véve a négyhányási üledékes rétegcsoportnál idősebb lehet: egykorú a királyréti vulkáni rétegcsoporttal, vagy annál is mélyebb szintbe tartozik.

Az irtáspusztai kiemelkedés gerince mentén több gravitációs-geoelektromos anomália van, legélesebb a *sóhegyi maximum* (ELGI 1971. Évi Jelentése, 10. ábra). A nagyellenállású test kontaktusai meredek, a gravitációs anomália oszlopmodellel jól közelíthető. A Nagysashegygyel együtt élesen elkülönülő, 1—1,5 km átmérőjű izometrikus egységet képez, amely a térképezési adatok szerint tisztán andezitből áll és üledékes környezetben települ. Mindennek alapján a maximumot kürtökítőként értelmezzük, s a megfelelő rétegvulkáni felépítményt a szarvaskői rétegcsoport vulkanitjaiban látjuk.

A *nyekoppányi és kiskoppányi maximum* értelmezése már nem ennyire egyértelmű, elsősorban azért, mert a geofizikai szelvények a földtani és domborzati térképek alapján valószínűsíthető hatók peremére esnek. Feltételezzük, hogy a sóhegyihez hasonlóan kürtökítőteket jeleznek.

Eltérő jellegű a *bezincsi maximum* (ELGI 1970. Évi Jelentése 11. ábra), amely geoelektromos ellenállásban alig jelentkezik, s gravitációs anomáliájának alakjából ítélve, hatója nemigen lehet felszínközeli. A szeizmikus határsebesség-térkép (11., 12. ábra) kisméretű, de jellegét tekintve, a kishideghegyihez hasonló *közetrugalmassági anomáliát* mutat. Az itt mélyített Nb—7 fúrás üledékes közbetelepülésekkel és szubvulkáni intruziókkal tagolt rétegvulkáni összletet tárt fel. Az anomália behatóbb

földtani értelmezése itt sem megoldott, azon túlmenően, hogy valószínűleg szubvulkáni testek nagyfokú szelvénybeli koncentrálódását jelzi.

A *börzsönypataki kaldera* peremét a mai domborzatban jól észlelhető vízválasztó gerincgyűrű jelzi (10. ábra). ÉK-i oldala belevágódik a magasbörzsönyi paleovulkán DNy-i részébe, mintegy megnyitva azt a DNy-i szektorban. Ez a helyzet arról tanúskodik, hogy e kaldera a magasbörzsönyi paleovulkán kúpja után alakult ki. A fedőüledékek fekvésszintvonalainak menetében jelentkező nagybörzsönyi öböl ugyancsak világosan érzékelteti (8. ábra), hogy a vulkánosság megszűntekor itt süllyedék volt.

A kaldera közepéből, völgyívekkel közrefogottan — jelenleg a D-i perem szintjéig — emelkedik ki a mintegy 1,5—2 km átmérőjű *tolmácshegyi hegycsoport*. Figyelembe véve az ezt átszelő völgy eróziós hatását, jóval nagyobb eredeti magasságot is feltételezhetünk. E hegycsoport alatt van a prekainozóos aljzat legmélyebb pontja, tehát utólagos kalderaközepe paleovulkáni kúp — a *tolmácshegyi paleovulkán* — maradványaként értelmezhető.

A kaldera ÉK-i oldalára esik a *Pogányhegy—Rózsabegy—Zálogbérc vonulat*, amely nagy valószínűséggel fiatalabb a börzsönypataki kalderánál is. A magasbörzsönyi paleovulkán tárgyalásánál láttuk e képződmény szoros kapcsolatát a paleovulkán centrumával. Ezért feltételezzük, hogy a börzsönypataki kaldera a magasbörzsönyi paleovulkán működésének zárószakaszában jött létre, annak *laterális kalderájaként* — a szokásos centrális helyett.

A börzsönypataki kaldera DNy-i pereme egybeesik az irtáspusztai aljzatkiemelkedés gerincvonalával, az ÉK-i pedig a kishideghegyi aljzatkiemelkedés Ny-i és D-i nyúlványával (9. ábra). A kaldera központjában a medencealjzat ezekhez képest mintegy 800—1000 m-rel van mélyebben. A felszíni kaldera mélysége ugyanakkor 200—300 m-nél nemigen becsülhető többre, de az utólagos erózió tényének és a völgyek szelvényének figyelembevételével jóval kisebbre — pl. 100—150 m-re — is tehető. Így tehát a magasbörzsönyi paleovulkán laterális kalderája egy *korábbi, legclább 600—700 m mélységű kaldera* helyén jött létre, amely nyilvánvalóan idősebb a magasbörzsönyi paleovulkánál.

A vázolt körülmény magyarázatot ad arra, *miért laterális és miért nem centrális kaldera* képződésével zárult a magasbörzsönyi paleovulkán működése: a közvetlen közelben készen állt egy már kialakult kaldera, amely ugyanazon mélységi centrum működésének eredménye volt, mint a magasbörzsönyi paleovulkán.

Az *idősebb kalderát* É-ről és ÉK-ről, továbbá D-ről és DNy-ről aljzatkiemelkedések veszik körül. Ezek csaknem zárt gyűrűt képeznek, amelyet csak a hegység Ny-i szegélytörése és az oligocén főtörés szakít meg.

E *gyűrűszerű* kiemelkedés (9. ábra) létrejöttére legvalószínűbb magyarázatként az a feltevés kínálkozik, hogy ez egy egységes, kb. 10—12 km alapátmérőjű boltozat maradványa, amely *központi boltozat* tetején jött létre a börzsönypataki kaldera őse.

Lényeges a *különbség az irtáspusztai és a kishideghegyi kiemelkedés között*. Mindkettő a központi boltozat kalderaképződés utáni maradványából keletkezett, azonban míg az irtáspusztai kiemelkedés alakját legfeljebb kisamplitúdójú törésmenti elmozdulások deformálták, s megmaradt kifliszerűnek, addig a kishideghegyi kiemelkedésen a kifliszerű alak jóval kevésbé szembeötlő: a kiemelkedés teteje a kalderaperemen túl esik, és ez a tetőrész izometrikus alakú. Feltételezzük, hogy ez kisméretű másodlagos boltozat következménye. Mindkét kiemelkedéshez azonos jellegű közetrugalmassági anomália kötődik. Míg azonban a kishideghegyi kiemelkedést a megfelelő anomália méretben jelentősen felülmúlja, addig az irtáspusztai kiemelkedésnek az illető anomália csak eléggé kis részét foglalja el (9., 11., 12 ábra).

A *központi boltozat kialakulásának idejére* az alábbiakból következtethetünk: az irtáspusztai kiemelkedés felépítéséből ítélve, a boltozat csak a márianosztrai üledékes rétegcsoport képződése után jöhetett létre. A kürtőkitöltéseknek az aljzatkiemelkedés gerince menti elhelyezkedése arra mutat, hogy az illető paleovulkánok a börzsönypataki kaldera elődjének kialakulásával szoros kapcsolatban keletkeztek, ami viszont a boltozatképződéstől nemigen választható el, tehát mindkettőt a szarvaskői vulkáni rétegcsoport jelzi.

A paleolvulkáni szerkezet tárgyalása nyomán megkísérrelhetjük a vulkáni összlet *rétegtani vázlatának* kidolgozását. Mai tudásunk szerint a következőkből indulhatunk ki.

1. Legidősebb a peremi vulkáni-üledékes és a fedőjében települő vulkáni rétegcsoport. Ezekkel párhuzamosítjuk az Nb—7 fúrás szelvényének rétegvulkáni képződményeit, amelyek felett a márianosztrai üledékes rétegcsoport következik. Ezzel záródik az *alsó alösszlet*.

2. Ezeknél a képződményeknél biztosan fiatalabb a szarvaskői vulkáni rétegcsoport. Ezzel közel egykorú, vagy ennél fiatalabb a királyréti vulkáni rétegcsoport és a *középső alösszlet* zárótagja, a négyhányási üledékes rétegcsoport.

3. Az eddigieknél fiatalabb a magasbörzsönyi vulkáni rétegcsoport, ennél pedig a tolmácshegyi hegycsoport képződményei, valamint a Kishideghegy—Rózsahegy—Zálogbérc vonulat szubvulkanitjainak egy része. Ez a *felső alösszlet*.

Az összesített rétegtani vázlat és az azt megelőző fejtegetések alapján a következő *fejlődésmenteti vázlatot* dolgoztuk ki:

1. A *korai szakasz* elején a Börzsöny egész területén vulkáni anyagfel-

halmozódás folyt, azonban a centrum(ok) egyelőre nem rekonstruálható(k). A vulkáni tevékenység a nagyvölgyi kaldera létrejöttével fejeződött be, amely a mai hegység területének jelentős részét foglalja magában. Ebből kiindulva valószínűnek tűnik, hogy legalábbis a kalderaképződést közvetlenül megelőző időpontra egy ennél nagyobb méretű paleovulkán alakult ki. Centruma a későbbi börsönypataki kaldera területén valószínűsíthető. A nagyvölgyi kaldera (vagy legalább annak mélyebb részei) a vulkáni működésben beállt jelentős szünet idejére üledékgyűjtővé vált(ak); ebben halmozódhatott fel a márianosztrai üledékes rétegcsoport.

2. A *középső szakasz* elején a nagyvölgyi kaldera közepe táján, valószínűleg a korábbi nagyméretű paleovulkán centrumának helyén, megkezdődött a központi boltozat kialakulása — feltehetően hipabisszikus szintbe eső magmabenyomulás következtében. A boltozat teteje a növekedés során beálló radiális húzófeszültségek hatására beszakadt. A beszakadt részt határoló gyűrűszerű törésrendszer mentén a magma a felszínre tört. A kitörés a beszakadás fokozódására s rövid életű paleovulkánok kialakulására vezetett az így létrejött börsönypataki kaldera pereme mentén. E paleovulkánok anyagából képződött a szarvaskői vulkáni rétegcsoport (talán a királyréti is). Ezután ismét jelentős szünet következett, amely alatt komoly törésmenti diszlokációk mentek végbe (az ábrahámkerti tömb kialakulása és valószínűleg egyéb jelenségek). Ezekkel kapcsolatban pusztult le az irtáspusztai kiemelkedés magja és halmozódott fel a négyhányási rétegcsoport.

3. A *késői szakaszban* a központi boltozattól visszamaradt gyűrűszerű kiemelkedés ÉK-i szektorában kialakult a kurucbérci másodlagos centrum a magasbörsönnyi paleovulkánnal. Működését a hozzá képest laterális helyzetű börsönypataki kaldera kiújulása zárta le. A vulkánosság elhalása során jött létre a kaldera közepén az apró tolmácshegyi paleovulkán (?), a kurucbérci centrum D-i részén pedig a kishideghegyi másodlagos boltozat, amelyről DDNy-ra húzódó sávban rövid ideig még tartott a szubvulkáni működés.

A vázolt fejlődésmenetet ellenőriztük a meglévő *paleomágneses adatok* [6] értelmezésével. Ennek alapján úgy tűnt, hogy az első szakasz egy pozitív geomágneses időszak végére rögzíthető, a második a következő negatív időszakra, a harmadik pedig az ezt felváltó pozitív időszak végére úgy, hogy a záró szubvulkáni működés átnyúlt a következő negatív időszak legelejére. Átlagos időszakhosszakat feltételezve, a *börsönnyi vulkánosság teljes időtartama* ilyen módon félmillió évre becsülhető.

A földtani felépítés főbb vonásainak tisztázása a *börsönnyi színesérc-kutatás* céltudatosabb irányítását szolgálja. A mai felszínen az ércásványosodás a Kishideghegy—Rózsahegy—Zálogbérc vonulat, valamint

a bezinai geofizikai maximum területére korlátozódik és intenzív bontást szenvedett vulkanitokhoz kapcsolódik. A rendelkezésünkre álló anyag áttekintésével a következők szűrhetők le:

a) Mind az intenzív kőzetbontás, mind az ércásványosodás kétség kívül *hidrotermális eredetű*. A korábban művelt és az ötvenes évekig kutatt nemesfémércdúsulások felszínközeli oxidáció hatására a hidrotermális telérek anyagából (azok cementációs övében) keletkezettek.

b) Az ércásványosodásnak három fő *teleptani típusa* ismert: szulfidos-agyagásványos telérek (Fagyosasszony), impregnációs tömzsök (Rózsa-bánya), végül tisztázatlan morfológiájú és településű hintett, ún. „porfiros” rézércesedés (Kishideghegy). A jelenlegi kutatás elsősorban a harmadik típusra irányul.

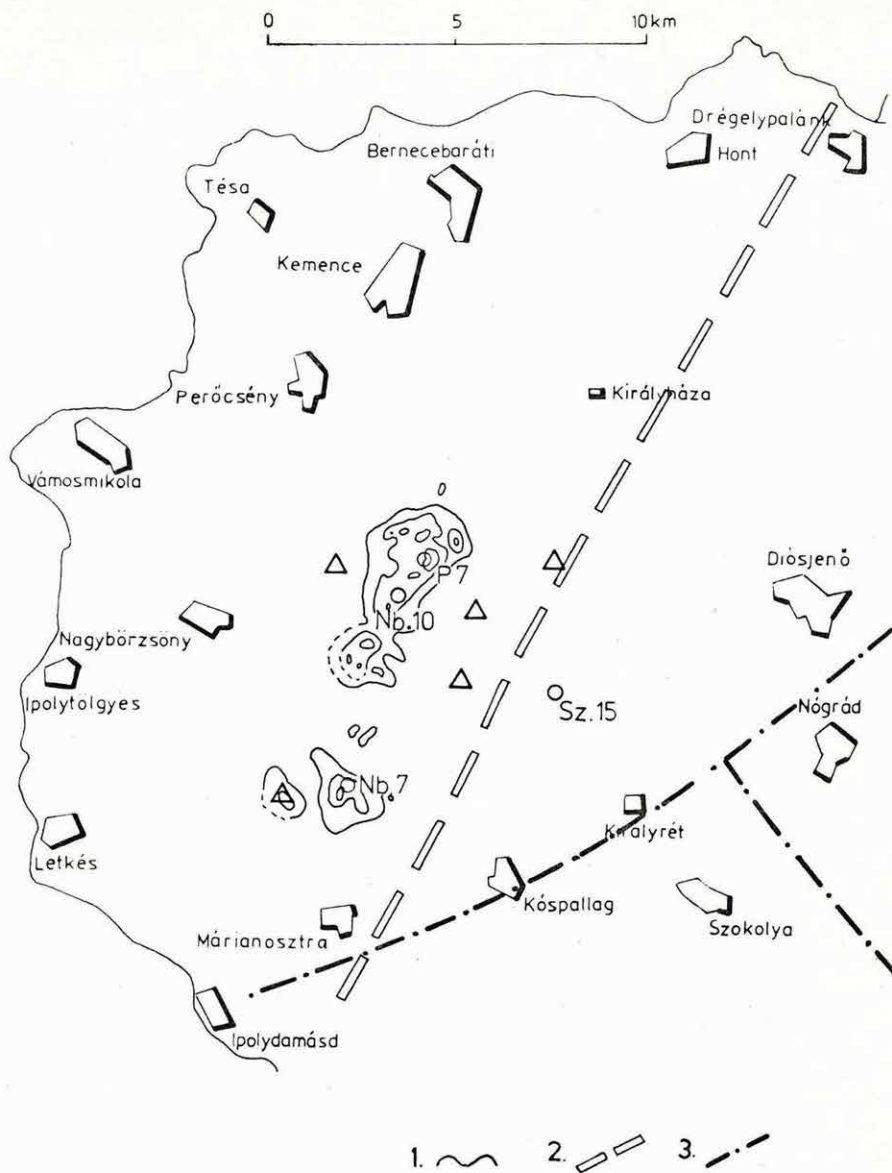
c) A porfiros rézércesedés, képződési mechanizmusát illetően, típusos metasomatikus ásványosodás. Céltudatos kutatása megköveteli a hidrotermális folyamatok jelentkezését meghatározó főbb tényezők ismeretét, amelynek kulcsa a *metaszomatikus övesség* tanulmányozása. Az intenzív kőzetbontás térbeli jellegére vonatkozóan egyetlen adatcsoportunk van — a gerjesztett polarizációs (GP) mérések eredményei, amelyek az összszulfidtartalom eloszlását tükrözik, elsősorban a szulfidásványok között erősen domináló piritét. Mivel a nagyobb rézindikációkat kivétel nélkül GP-anomáliák jelzik, a borszönyi érc kutatás munkahipotézise, hogy a rézércesedés szoros kapcsolatban áll a piritesezéssel.

d) A *GP-anomáliákat* három megközelítésben tanulmányoztuk. Szelvénymenti mérésekkel két anomáliacsoportot mutattunk ki és határoltunk le, amelyek szerkezete meglehetősen bonyolult. Az É-i elég határozottan két részre bomlik: a nagyobb kishideghegy—rózsahegyi (É-i) és a jóval kisebb zálogbérci (D-i) területre (13. ábra). Az É-i területre hálózatos mérésekkel három intenzív anomáliát jelöltünk ki: a kishideghegyit, a bányapusztait és a rózsahegyit. Méreteiket tekintve mindhárom, akárcsak a zálogbérci és a bezinai is, potenciális ércleőhelynek tekinthető, s így a felszínközélnben (0—200 m) öt ilyen objektum kutatásával és értékelésével kell számolnunk. Részletező méréseink nyomán a kishideghegyi anomália hatója meredek K-i dőlésűnek tűnik.

Az érc kutatás szempontjából alapvető a *lokalizációs törvényszerűségek* ismerete. Ezek vizsgálata csak az érces objektumok nagyságrendi felosztásán alapulhat [13].

1. A *borszönyi ércmező* határozott ÉÉK—DDNy-i linearitást mutat, s a mai eróziós szintben két részből áll.

1.1 Linearitásából és helyzetéből következően az *oligocén főtörést* minősíthetjük egyik meghatározó tényezőjének. Az ércmező a törésnek csak egy bizonyos szakaszára korlátozódik, ezért másik tényezőnek a központi boltozatot tekintjük. Mindkettő önmagában véve is nagyfokú



13. ábra A börzsönyi ércmező GP térképe

1. polarizálhatósági izovonalak; 2, 6 és 15%; 2. oligocén főtvörés; 3. diósjenői és naszályi törés

Fig. 13 IP map of the Börzsöny ore field

1 isolines of polarizability: 2, 6 and 15% resp.; 2 Oligocene main structural line; 3 faults of Diósjenő and Naszály

Рис. 13. Карта ВП Бёржёнського рудного поля

1. Изолинии поляризуемости: 2, 6 и 15%. 2. Главный олигоценный разлом. 3. Диошёнёнский и Насайский разломы

repedezettséget okozott, emellett a boltozat alatti *mélységi magmakamra* hidrotermális oldatok forrásául vagy mobilizátorául szolgálhatott. E koncepció alapján a bezinai maximumon jelentkező bontást egykorúnak tekintjük a Kishideghegy—Zálogbérc vonulatnak a börzsönyi vulkánosság elhalásakor lejátszódott bontásával.

1.2 Az ércmező mindkét része a börzsönypataki kaldera körül visszamaradt *gyűrűszerű kiemelkedés* egy-egy szakaszára esik. Nem kizárt, hogy a köztes szakaszon nagyobb, az erózió által még fel nem tárt mélységekben a két rész összefügg. A gyűrűszerű kiemelkedésnek az ércmezőre eső ÉK-i szakaszán kisméretű másodlagos intrúzió tételezhető fel (kishideghegyi boltozat). Az ércmező kontúrja ehhez képest erősen diszkordáns, emellett az intrúzió méretei is túl kicsinek tűnnek. Ezért az esetleges másodlagos intrúzió és a hidrotermális folyamatok között csak paragenetikai kapcsolatot tételezhetünk fel.

1.3 Az ércmező részei egy-egy *kőzetrugalmassági anomália* magjával esnek egybe. E jelenség az anomáliák keletkezésére az eddigittől eltérő magyarázat lehetőségét veti fel: a kőzetbontás a piroklasztikumok jelentős kompaktóját (pl. a pórusok kitöltése útján) s ugyanakkor a prekainozoos aljzat kristályos paláinak fellazulását (pl. agyagásványosodás következtében) eredményezheti. Ez esetben a hidrotermális bontás lényegileg a kőzetrugalmassági anomáliát kiváltó ok lenne. Ha az anomáliákat — eredeti feltevésünknek megfelelően — szubvulkáni intrúziók tömeges jelentkezése hozta létre, a hidrotermális bontás — ezeknél a testeknél fiatalabb lévén — már csak esetleges következményként jöhetne számításba. A szubvulkáni intrúziók önmagukban véve hidrotermális oldatok forrásául nyilvánvalóan nem szolgálhattak, de még komolyabb mobilizáló hatásukkal sem számolhatunk. Így ezen intrúziók és az oldatok kapcsolata szintén csak paragenetikainak minősíthető.

2. A börzsönyi ércmezőn belül egyelőre csak *potenciális érclélőhelyek* ismertek. A megfelelő GP-anomáliák közel ÉÉK—DDNy-i linearitást mutatnak; ennek alapján úgy véljük, hogy az oligocén főtöréssel párhuzamos *repedésrendszerekhez* kötődnek. Az anomáliákat harántirányú (közel K—Ny) törések szelik át; a GP-izovonalak elhajlása (ELGI 1975. Évi Jelentése, 12. ábra) alapján az elmozdulások baloldali eltolódásoknak felelnek meg, a szárnyak közti különbségektől ítélve, jelentős függőleges összetevőkkel.

3. Ipari ércek hiányában *érctestekről* egyelőre nem beszélhetünk. A lokalizációs viszonyok ismerete tehát eléggé alacsony fokú. Ennek megfelelően az alapvető kutatási kérdések jelentős része nyitott. Nincs válasz a legfőbb kérdésre sem: van-e ipari rézércesedés a börzsönyi ércmezőben.

1. BALLA Z., 1965: A Magyar Középhegység szerkezeti főirányairól, Földtani Közlöny 95
2. A Börzsöny-hegység. Beszámoló az 1974. évben végzett tematikus munkákról. MÁFI Északmagyarországi Osztály. Kézirat, KFH Adattár
3. Börzsöny-hegységi földtani kutatások (1971—75). MÁFI Északmagyarországi Osztály. Kézirat, KFH Adattár
4. BULLARD F. M., 1972: Volcanoes, in history, in theory, in eruption. University of Texas Press
5. Catalogue of the active volcanoes of the world. Internat. Ass. Volcanology, Inst. Geol. Applicata, Roma; I. Indonesia, 1951 (NEUMANN VON PADANG), II. Japan, Taiwan and Marianas, 1962 (H. KUNO), 18. Italy, 1965 (G. IMBO)
6. MÁRTON P., KIS K., ANDÓ J., 1975: Összefoglaló jelentés a Börzsöny-hegységben 1969—1974 között végzett paleomágneses vizsgálatokról, Kézirat, ELTE Geofizikai Tanszék
7. MACDONALD G. A., 1972: Volcanoes. New Jersey
8. Magyarázók a Börzsöny-hegység észlelési és fedetlen földtani térképéhez. MÁFI Északmagyarországi Osztály. Kézirat, KFH Adattár
9. PANTÓ G., 1949: A nagybörzsönyi ércelőfordulás. Földtani Közlöny 79
10. PANTÓ G., MIKÓ L., 1964: A nagybörzsönyi ércesedés MÁFI Évk. L., 1
11. PANTÓ G., 1970: A Börzsöny-hegység északi részének harmadidőszaki vulkanizmusa. In: KUBOVICS I., PANTÓ GY. Vulkanológiai vizsgálatok a Mátrában és a Börzsönyben. Akadémiai Kiadó Bpest, II.
12. RITTMANN A., 1970: Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart
13. ВОЛЬФСОН Ф. И., ЯКОВЛЕВ П. Д.: Структуры рудных полей и месторождений. Недра, 1975.
14. ЛУЧИЦКИЙ И. В.: Основы палеовулканологии, тт. I—II., Наука, 1971.
15. РОЗИНОВ М. И., КОЛЕСНИКОВ Д. И.: Магматические формации зон новейшего вулканизма. Недра, 1975.

1.3 A DARNÓ SZERKEZETI ÖV GEOFIZIKAI KUTATÁSA*

Az 1976-ban kidolgozott Darnó-övi komplex előkutatási program első évi geofizikai mérései több területi egységen folytak (14. ábra).

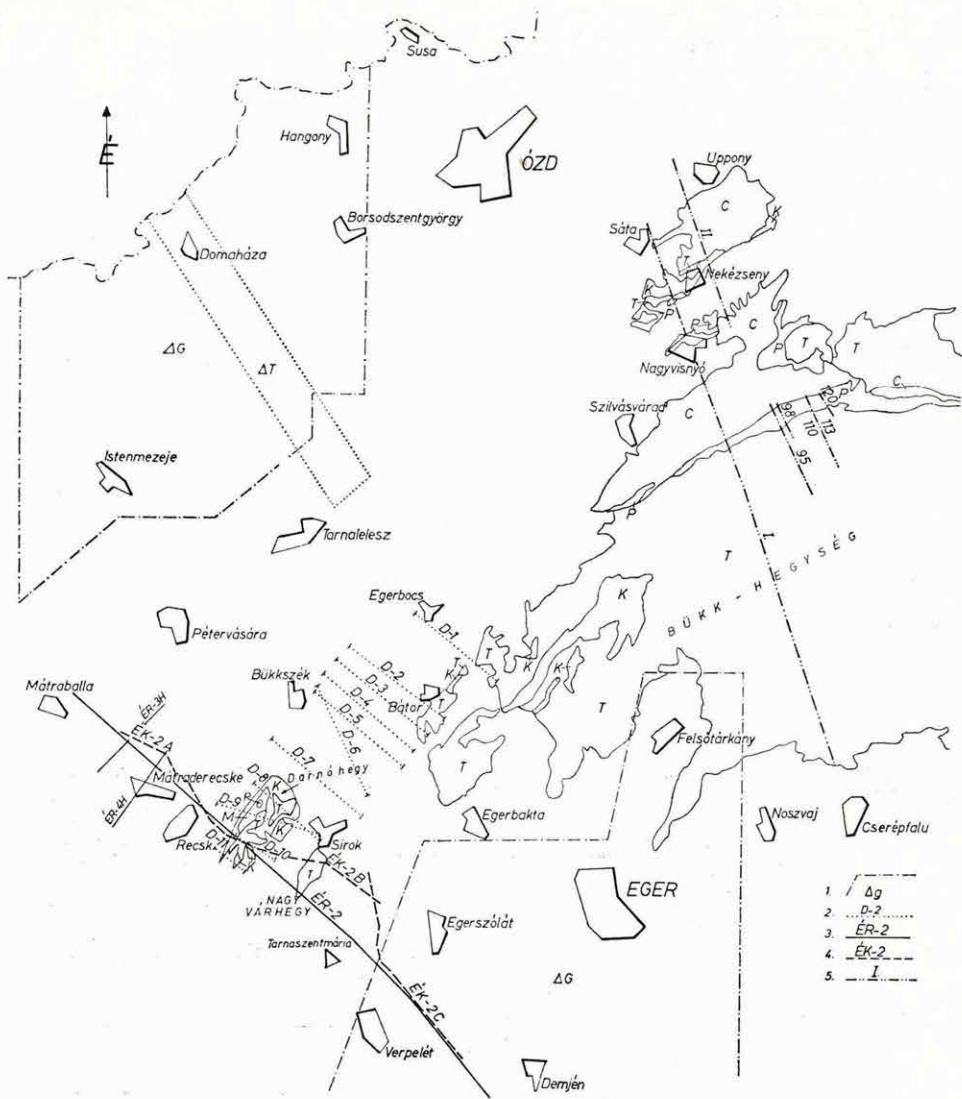
Mélyszerkezetkutató reflexiós, refrakciós, geoelektromos szelvényt mértünk Mátraballa—Darnóhegy—Demjén vonalában, gravitációs hálózatkiegészítő méréseket Pétervásárától É-ra az ország határig és a DNY-Bükk peremén Eger környékén, földmágneses szelvénymenti ΔT méréseket pedig Domaháza—Tarnalelesz, Darnó hegy, Egerbocs környékén végeztünk. A geofizikai térképezést VESZ, GP, PS, ΔT szelvényezéssel a Bükk és az Upponyi-hegység területén folytattunk.

A feldolgozást és a földtani összehasonlító vizsgálatokat még nem zártuk le, ezért ezévben csak előzetes adatközlésre szorítkozunk.

Mélyszerkezetkutatás

A *reflexiós* szelvény (ÉK—2) Mátraderecske—Recsk É-i peremén a Darnó hegy, a siroki Nagy Várhegy érintésével Demjénig húzódik. A három részszelvényből álló anyag DK-i, C szakaszának időszelvényét a 15. ábrán mutatjuk be. A DK-i, alföldi szelvényvégen 1,2 s-ig jó reflexiók jelzik a harmadidőszaki medence felépítését. A DK-i szelvényvég felől helyi maximummal, illetve pihenővel emelkedő reflexiók 0,4 s-nál nagy energiával jelentkeznek. Alattuk még néhány erőteljes, de kisebb dőlésű reflexió jelzi a kaionozoos rétegsoron belüli diszkordáns települést. E rétegsor a medencealjzat árkában települt. A reflexiók Verpelét—Tarnaszentmária között hatalmas, meredek dőlésű alaphegységi kiemelkedést és a fedő üledékek aljzatszintét követő DK-i dőlését jelzik. Az energiacsökkenés már 0,5 s után bekövetkezik. Egerszólát és a Nagy Várhegy között kis részmedence van, jól reflektáló üledékösszlettel. Az összkép a Bükk-hegység DNY-i nyúlványának boltozódásos jellegét mutatja, a mozgások a legfelső kimutatható reflektáló felületeket is elérték.

* Hegedűs E., Schönviszky L. Szalay I., Taba S., Verő L.



14. ábra A Darnó-öv mentén végzett geofizikai mérések helyszínrajza
 1. graviméteres hálózatkiegészítés; 2. földmágneses szelvény és mérési terület (ΔT);
 3. refrakciós és VESZ szelvény; 4. reflexiós szelvény; 5. komplex geofizikai szelvény
 (VESZ, GP, PS, ΔT)

Fig. 14 Location map of geophysical investigations along the Darno line
 1 additional gravimetric surveys; 2 ground magnetic profiles and area of measurements
 (ΔT); 3 refraction and VES profile; 4 reflection profile; 5 integrated geophysical profile
 (VES, GP, SP, ΔT)

Рис. 14. Обзорная карта геофизических измерений, выполненных в зоне Дарно
 1. Ступение сети по гравиразведке. 2. Профили и участки магниторазведки (ΔT).
 3. Профиль сейсморазведки КМПВ и электроразведки методом ВЭЗ. 4. Профиль сейсморазведки МОВ. 5. Профиль комплексных геофизических измерений
 (методами ВЭЗ, ВП, ЕП и магниторазведки ΔT).

15. ábra ÉK—2C reflexiós időszelvény
x = 50 m, 12 × 100%-os fedés, 275,75 m offset

Fig. 15 Reflection time section ÉK—2C

Рис. 15. Временной разрез ЭК-2Ц по МОВ.
x = 50 м, перекрытие 12×100%, офсет 275,75 м

Az amplitúdónagyság szerint színezett reflexiós szelvény ÉNy-i végén és közepén mutatkozó nagy amplitúdók (piros szín) az aljzat és fedő közötti nagy sebességkülönbséggel és a kedvező reflexiós beesési szöggel kapcsolatosak (16. ábra).

A DK-i medenceterületről származó reflexiók lencsés településre utalnak. Az A és B szelvénytörzsek a C-nél bonyolultabb felépítésű, aljzat-kibúvásos, magmás kőzetekkel tarkított területen van, további feldolgozása szükséges. Valamennyin, de különösen az A szelvénytörzsen mutatkoznak aljzattal alatti reflexiók.

A *refrakciós* szelvényt (ÉR—2) két harántszelvény köti be a recski érces területhez. Ez a szelvény a neogén-paleogén üledékösszlet vastagságára és — a határsebesség változásaiból ítélve — aljzatának horizontális heterogenitására enged következtetni. A mélysínt emelkedéséből következik, hogy a recski antiklinális É-i nyúlványa a szelvény elején már felismerhető. A szelvény alföldi vége felől Verpelétnél, majd Tarnaszentmáriánál az aljzat egy-egy nagy lépcsőben emelkedik.

A *geoelektromos* mérések 80%-át az ÉR—2 refrakciós szelvényre telepítettük. Néhány ponton, Mátraderecske, Pétervására térségében mélyszondázásokat, a Darnó hegy környékén a mágneses szelvények nyomvonalán pedig középszondázásokat végeztünk.

ÉNy

156⁵⁰

160⁰⁰

170⁰⁰

180⁰⁰

190⁰⁰

200⁰⁰

210⁰⁰

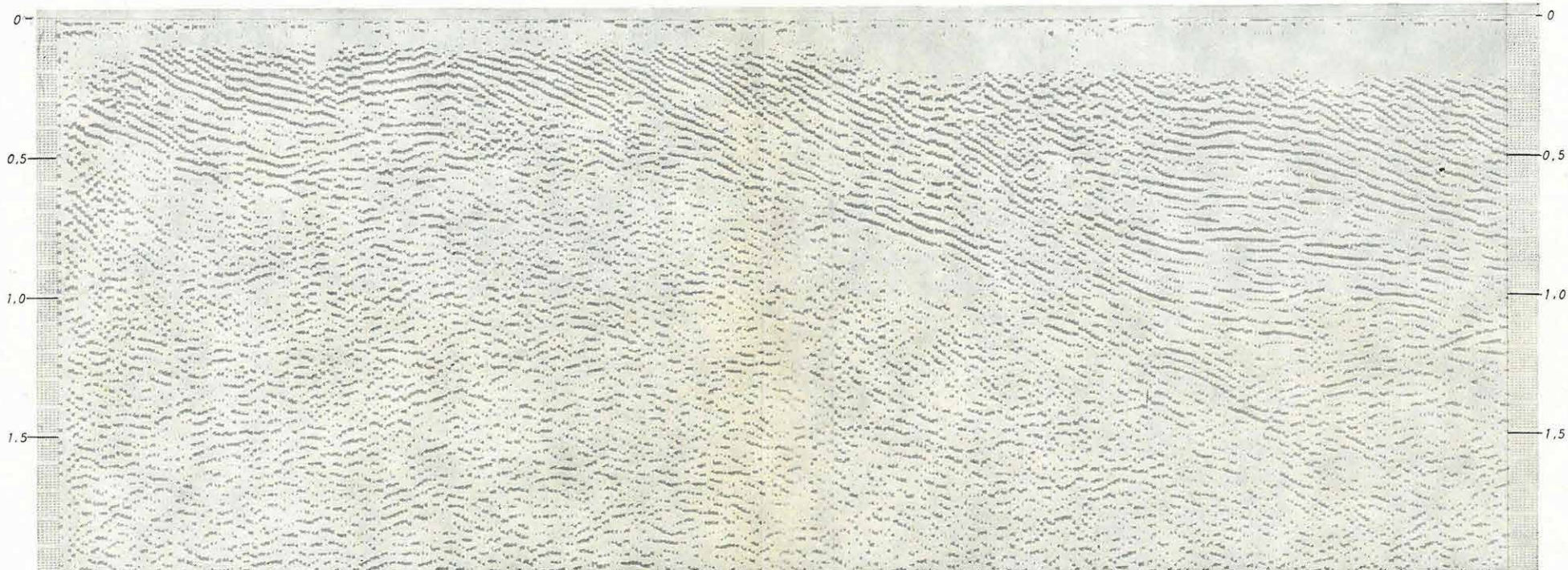
220⁰⁰

230⁰⁰

240⁰⁰

DK

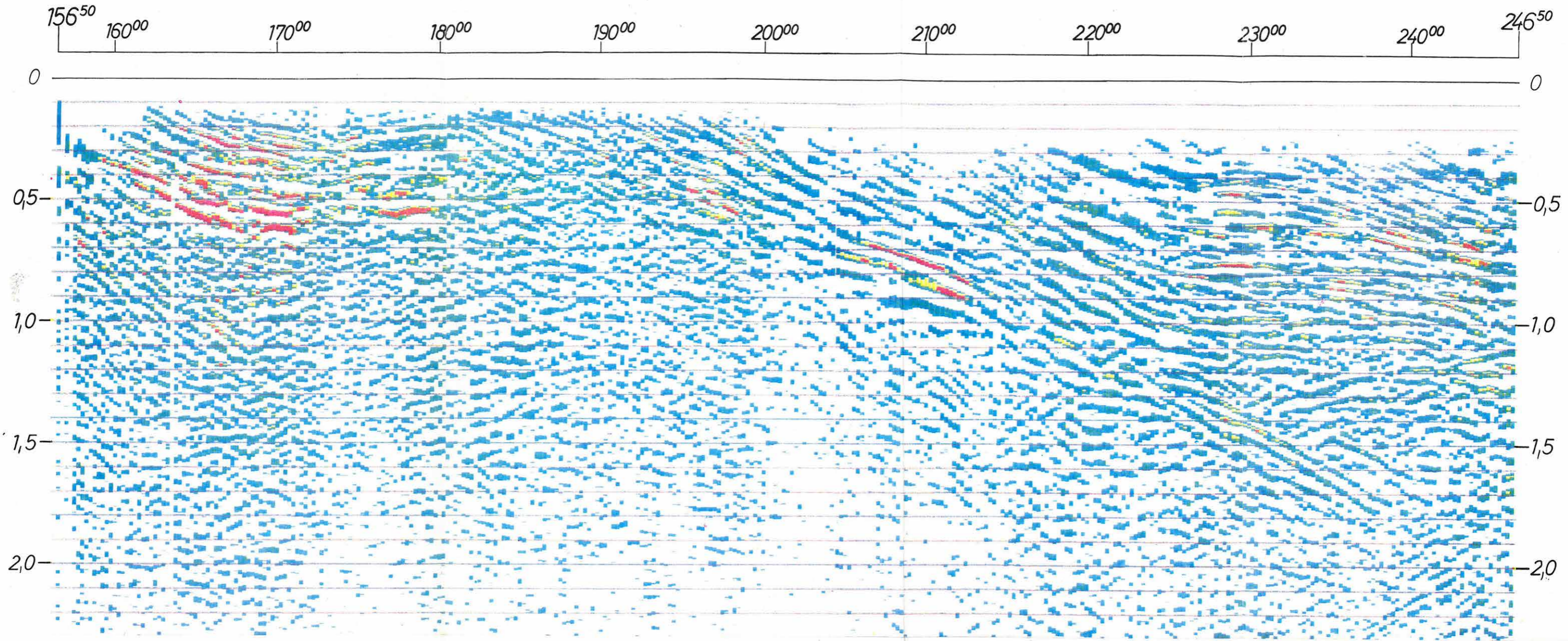
246⁵⁰



ÉNy

ÉK-2c/76

DK



16. ábra ÉK-2C reflexiós időszelvény amplitúdó nagyság szerinti színezéssel
színekulcs: kék 12 dB; zöld 12-24 dB; sárga 24-36 dB; narancs 36-48 dB; piros 48-60 dB

Fig. 16 Reflection time section ÉK-2C coloured according to reflection amplitudes
colour key: blue: 12 dB, green: 12-24 dB, yellow: 24-36 dB, orange: 36-48 dB, red: 48-60 dB

Рис. 16. Временный разрез МОВ № ЭК-2С с расцветкой, по величинам амплитуд
Расцветка: голубой — 12 дБ; зеленый — 12-24 дБ; желтый — 24-36 дБ; оранжевый — 36-48 дБ; красный — 48-60 дБ

Az ÉR—2 szelvény É-i és D-i végén a szondázások medencejellegű felépítést mutatnak: a végtelen fajlagos ellenállású aljzat fölött 7—15 ohm ellenállású összlet települ 1000 m-nél nagyobb vastagságban, amit 25—60 ohm ellenállású, homokosabb réteg fed. Mátraderecske környékén a geoelektromos felépítés bonyolultabb. A 100 ohm körüli fajlagos ellenállású felület — a korábbi mérések szerint — lehet palás kifejlődésű aljzat, de lehet andezit is. Néhány ponton nagyobb mélységben jelentkezik egy végtelen fajlagos ellenállású képződmény, amely a triász karbonátos alaphegységgel azonosítható, de egyik sem követhető folyamatosan.

A szelvénytől É-ra Pétervására térségében a szondázások a végtelen ellenállású alaphegységet nagy mélységben jelzik. A vezérréteg ellenállása 8—15 ohm között változik. A fedőösszlet 2 rétegre bomlik: 60 ohmm-es homokos agyagmárgára, homokra és 120 ohmm ellenállású homokra, homokkőre.

A Darnó hegy környékén a felszínközeli képződmények ellenállása szinte pontról-pontra változik.

Gravitációs hálózatkiegészítő méréseket Eger és Pétervására környékén végeztünk. Mindkét területen 3,4—4 állomás/km² pontsűrűségű, egyenletes eloszlású gravitációs hálózatot hoztunk létre. Négy különböző sűrűség értékkel (2,0; 2,2; 2,4 és 2,6 g/cm³) számítottunk Bouguer-anomália térképet.

A gravitációs mérések értelmezésére azonban csak az egész kutatási terület egységes térképének elkészülte után kerülhet sor.

Földmágneses ΔT mérést végeztünk Darnó hegy—Egerbocs között, a Darnó-övre merőleges szelvények mentén és a Domaháza—Tarnalelesz közötti 2 km-es sávban.

A szelvények anomáliagörbéit öt különböző szűrővel simítottuk majd közelítő módszerekkel hatószámítást végeztünk. Egerbocs—Bátor környékén nyugodt menetű anomáliákból 350—600 m közötti hatómélységek adódtak. A Recsk és a Darnó hegy környéki szelvények zavartak, hatószámításra alkalmatlanok.

A Domaháza—Tarnalelesz közötti sávban a ΔT térképből kiválasztottunk egy hatószámításra alkalmas területet, ahol közelítő számítással 2 km hatómélységet kaptunk.

Geofizikai térképezés

Az Upponyi- és Bükk-hegység területén földtani térképezésre és geo-kémiai mintavételezésre kijelölt szelvénytávban az I. és II. szelvényen VESZ, GP, PS és mágneses módszerrel mértünk. Végleges értelmezésre

— megfelelő részletességű földtani szelvény és közettani elemzések hiányában — még nem kerülhetett sor. Csak a 100 000-es méretarányú földtani térkép alapján megkísérelt képződmény-azonosításnak és a települési és szerkezeti viszonyok tisztázásának legvalószínűbb eredményeit emeljük ki.

Az I. szelvényen (17. ábra) a Pilis-hegy és a Cigány-tető közötti jelentős GP anomália a vékony mészkőpadokkal váltakozó karbon palaösszlethez kapcsolódik. A Jöcsös-völgy eróziós ablakában hiányzik a kisellenállású (miocén) és a nagyellenállású (kréta) fedő is, a pala összetétel a felszínre kerül, az η értékek kissé megnőnek. A Málna-bérc környéki GP anomália nagyobb ellenállású, de szintén karbonkori kőzetekhez kötődik. Az Ölyves-völgyben a 150 ohmm-es ellenállású — karbon tarka-pala, homokkő összlettel azonosítható — réteg kivastagszik, gerjeszthetősége alig nagyobb a háttérszintnél. Az Ölyves-völgyfőig a rétegek meredek dőlésűek, a fennsíki mészkő is meredek kontaktussal érintkezik az idősebb tirász képződményekkel. A további szelvényszakaszon amely végighalad a Bükk fennsíkon, az η értékek a háttérszintnél nem nagyobbak.

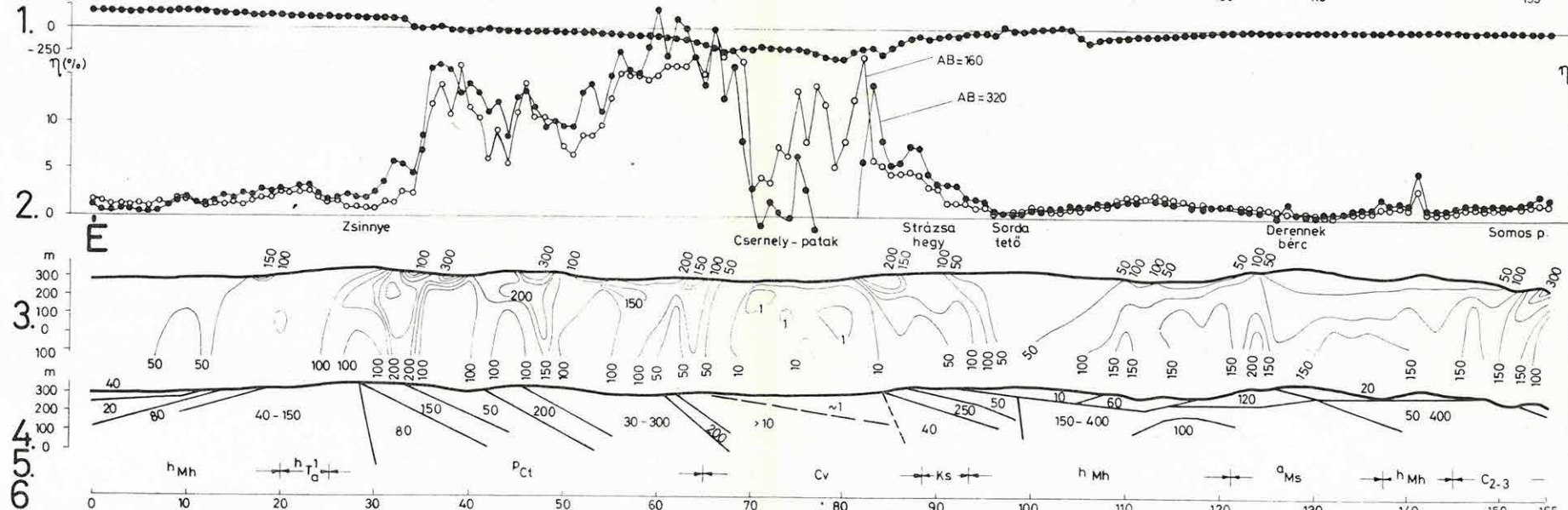
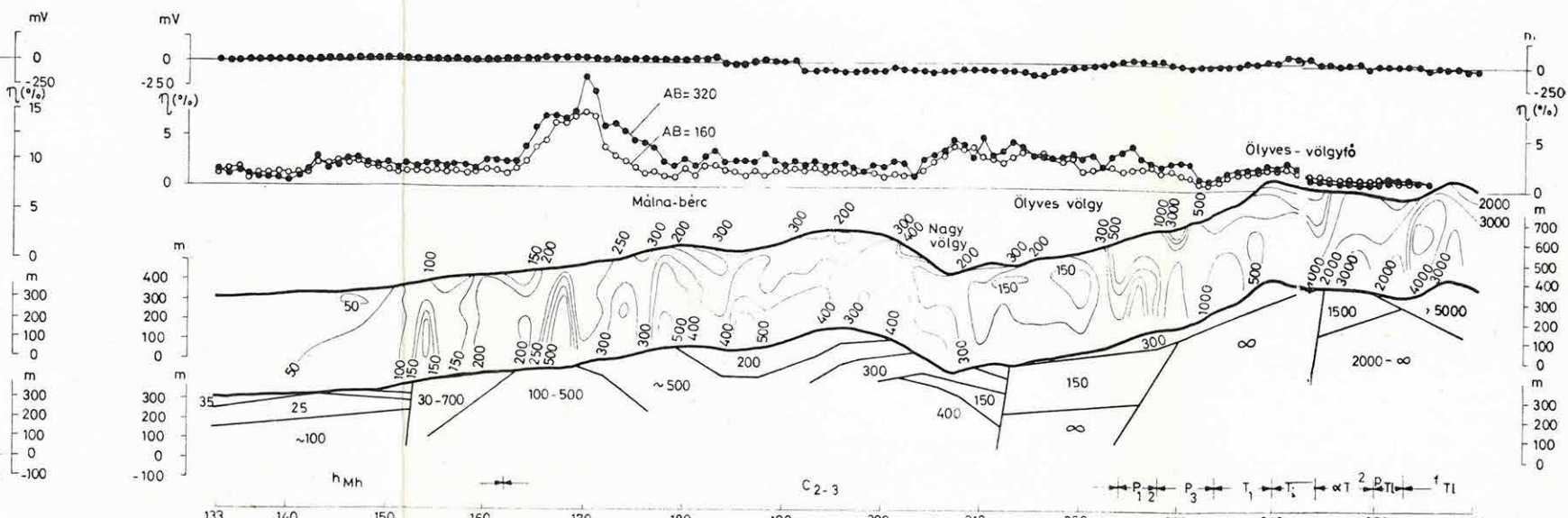
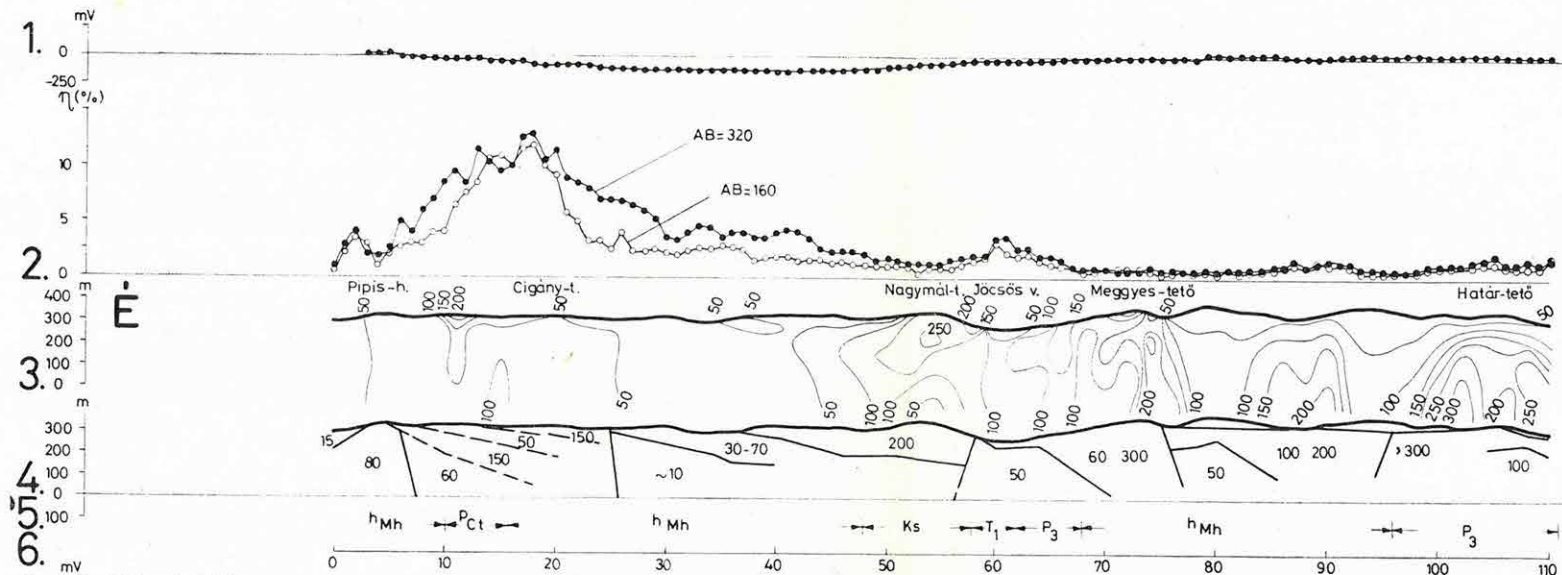
A II. szelvény elején a miocén homokos-kavicsos összlet rétegzett. Az Upponyi-hegység szegélyén megjelenő karbon összlet itt is vékony mészkő padokkal váltakozó palasorozat, amely igen nagy GP anomáliát ad. A Csernely-patak völgyében a karbon képződmények fajlagos ellenállása igen alacsony, a változó, de még mindig jelentős GP anomáliához —300 mV-os PS anomália is csatlakozik. A Strázsa-hegy É-i

17. ábra Komplex geofizikai szelvények az Upponyi- és a Bükk-hegységben
1. PS szelvény; 2. GP szelvény; 3. látszólagos ellenállás szelvény; 4. geoelektromos rétegszelvény; 5. földtani képződmények Balogh K.: A Bükk hegység és környékének földtani térképe (M = 1 : 100 000; MÁFI) alapján; 6. állomásszámok ←

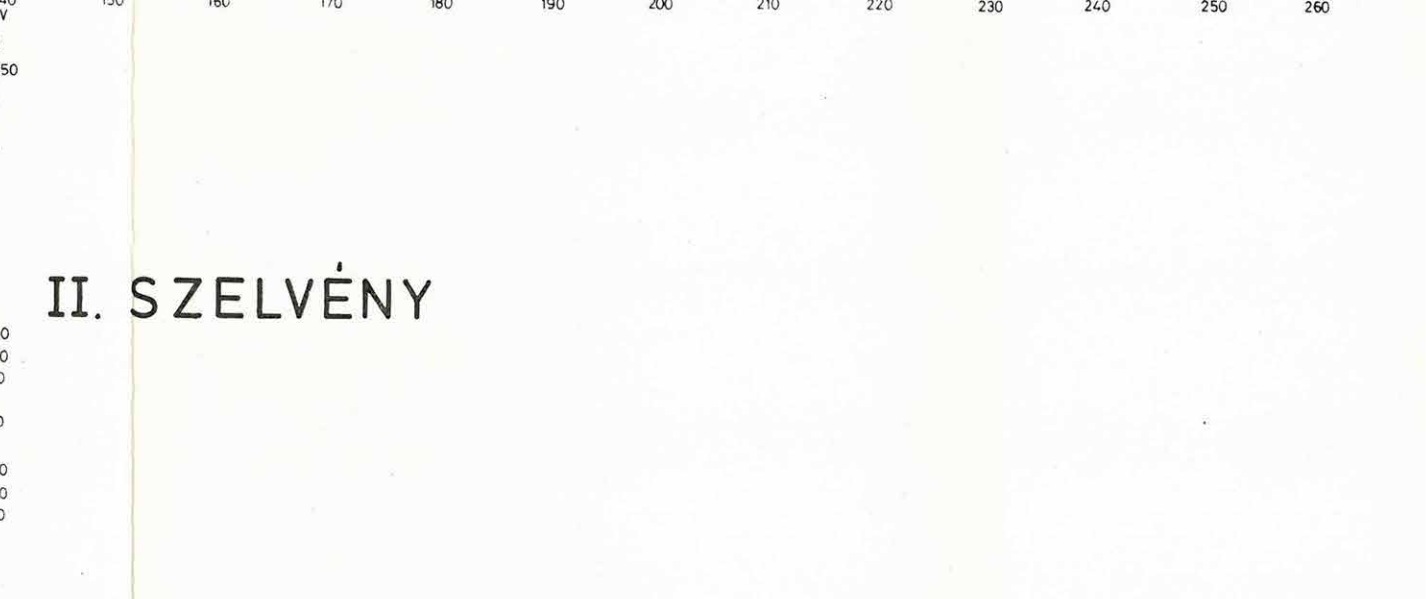
Fig. 17 Integrated geophysical profiles in the Uppony and Bükk Mountains
1 SP profile; 2 IP profile; 3 apparent resistivity profile; 4 geoelectric cross section; 5 geological formations according to Balogh, K.: Geological Map of the Bükk Mountains and surrounding areas (M = 1 : 100 000); 6 station No ←

Рис. 17. Комплексные геофизические разрезы в Уппоньских и Бюккских горах
1. Профиль ЕР. Профиль ВР. 3. Профиль кажущегося геоэлектрического сопротивления. 4. Слоистый геоэлектрический разрез. 5. Геологические образования по К. Балог: Геологическая карта Бюккских гор и их окрестностей (M = 1 : 100 000; МАФИ). 6. Номера пунктов наблюдений ←

I. SZELVÉNY



II. SZELVÉNY



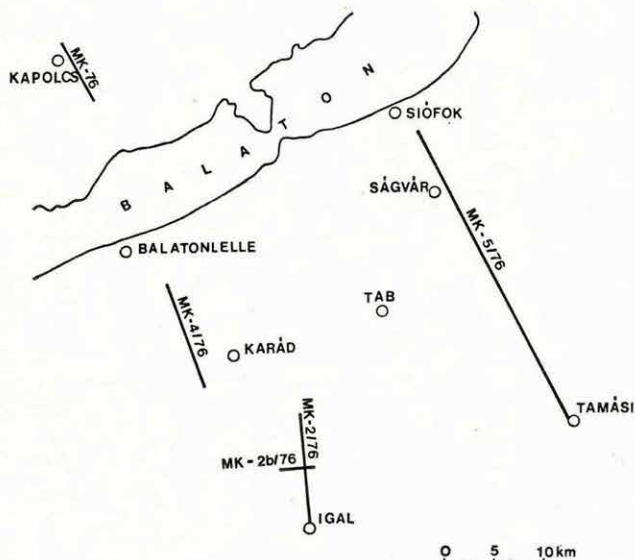
oldalán található mészkőkibúvás D-i dőlésű nagyellenállású réteggként jelentkezik. Tovább D-re a Somos-patakig, a kisellenállású üledékes összlet alatt nagyobb ellenállású agyagpala, mészkő, homokkő települ a hát-térszintnél kissé magasabb η értékekkel.

1.4 FÖLDTANI ALAPSZELVÉNYEK GEOFIZIKAI VIZSGÁLATA*

A Központi Földtani Hivatal megbízásából az 1976. évi méréseket három területen, mégpedig a karádi maximum Ny-i szárnyán, az igali maximumon és Ságvár—Tamási között végeztük (18. ábra). Ezen kívül Kapolcsnál — az 1974. évi mérések területén — kísérleteket folytattunk 5 és 10 km-es robbantópont—geofon távolság alkalmazásával.

A méréseket, a kapolcsi mérések kivételével, az 1976. évben üzembe-állított vibrátoros rezgékeltőkkel végeztük. A kísérleti mérésekről, a rendszer kialakításáról a 2.1 fejezetben számolunk be.

A bemutatott szelvények feldolgozása a jelenlegi állapotot rögzíti, a mélysíntek kiemelésére a feldolgozást folytatjuk.



18. ábra Helyszínrajz

Fig. 18 Location map

Рис. 18. Обзорная карта

* György L., Kónya A., Pleszkáts T., Ráner G.

1. Karádi mérések

Az MK—4/76 szelvény a karádi gravitációs maximum Ny-i oldalán van. A 19. ábrán a szelvénynek a maximumon kezdődő és attól D-re eső szakaszát mutatjuk be. A neogén medencealjzat a szelvény legelején 0,6 s körül ismerhető fel, ez több lépcsőben, törések mentén 0,9 s-ig süllyed.

2. Igali mérések

1974-ben az igali maximumon robbantásos energiakeltéssel mértük az MK—2/74 szelvényt, amelynek minősége a csatlakozó MK—2/73 és MK—2/75 szelvényekhez viszonyítva lényegesen gyengébb (az MK—2/73 és az MK—2/75 szelvény csatlakozó szakaszait az 1973. és 1975. Évi Jelentésben mutattuk be). A szelvény ismétlését — az erősen dombos területtel járó fúrási nehézségek miatt — robbantásos energiakeltéssel nem tartottuk célszerűnek. Ezért az újramérést vibrátoros rezgékeltéssel végeztük. Terepi okokból a szelvényt az MK—2/74 szelvénytől kb. 0,5—1 km-rel K-re mértük.

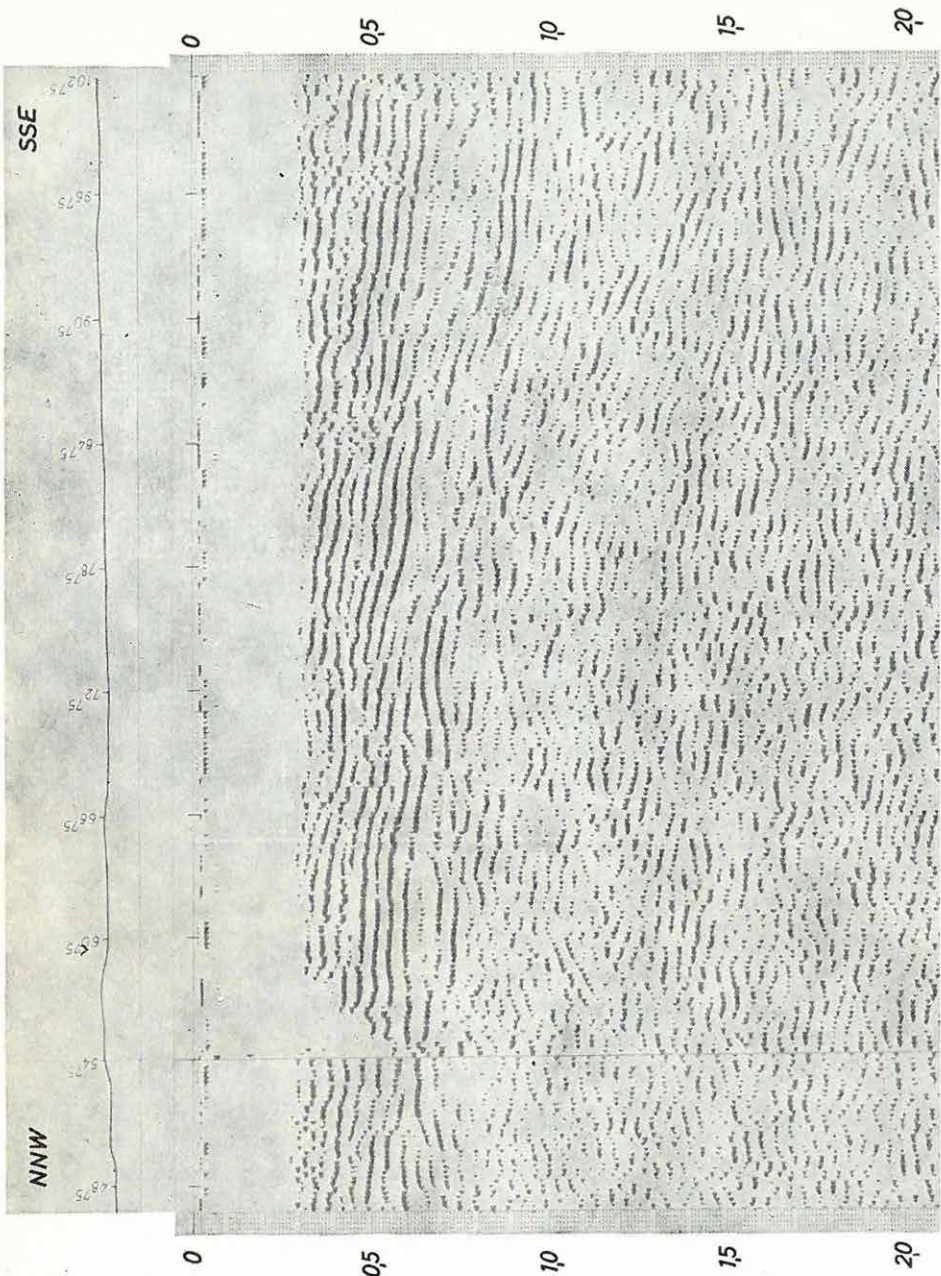
A 20. ábrán bemutatott időszelvényen a neogén medence aljzataként az 1,0 s-nál kezdődő D-i irányban 0,6 s-ig emelkedő, több kisebb maximummal tarkított, jó energiájú reflexiós szintet értelmezzük. A reflexiók minősége a régebbi szelvényvel összehasonlítva lényegesen jobb. A szelvény D-i szakaszán, az igali maximumon a fúrások triász időszaki aljzatot mutattak ki. É-i irányban az aljzat — feltehetően a szerkezeti vonalak mentén — megváltozik. Erre utal az aljzatként értelmezett reflexió jellegének többszöri változása.

*

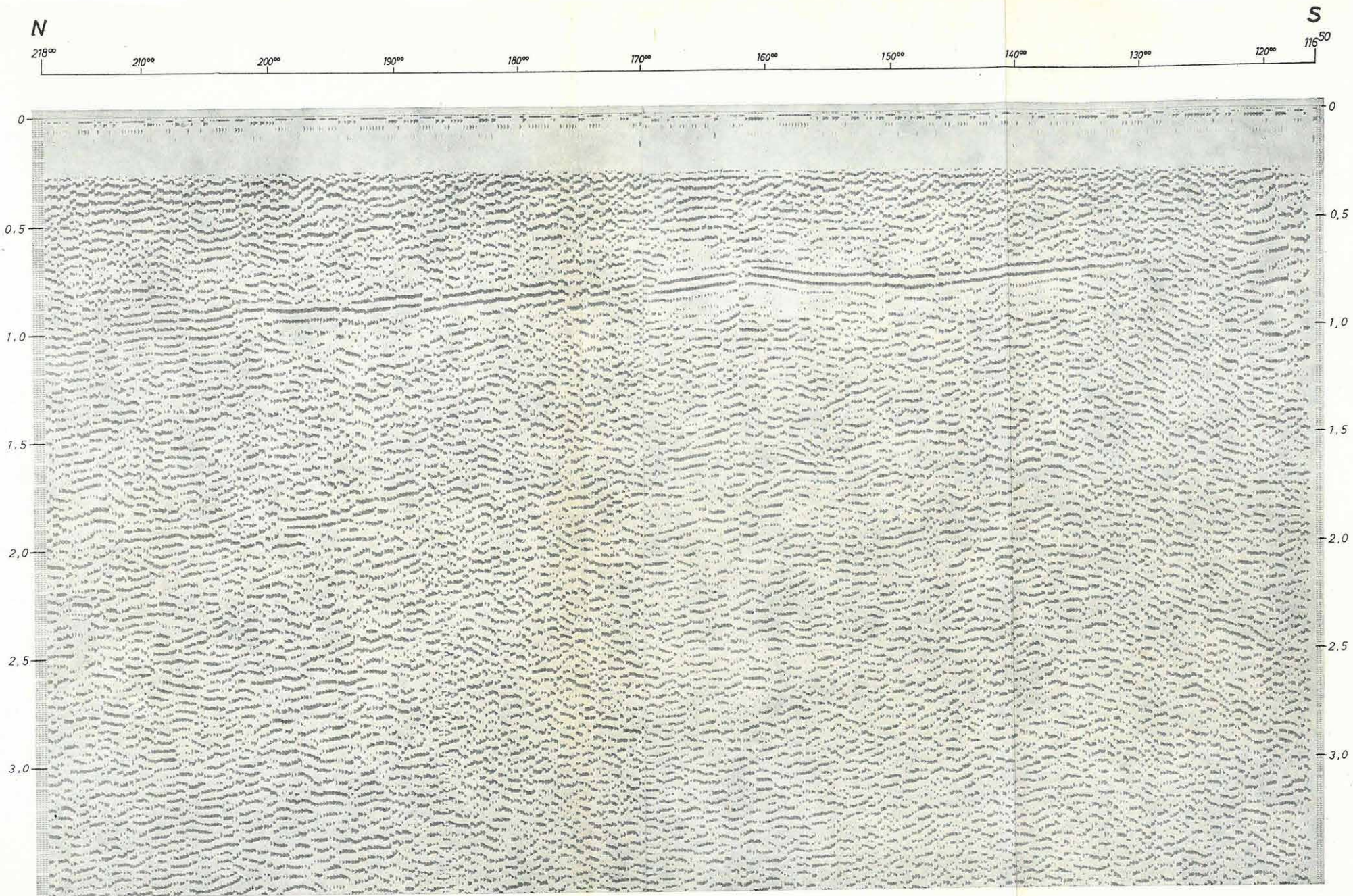
A karádi és igali reflexiós méréseknél a vibrátorjel szélessége 16—64 Hz, illetve 14—70 Hz volt, 7 s-os hosszal.

Mindkét területen 12-szeres fedéssel dolgoztunk, csatornánként 16 db GSC—11D típusú geofont csoportosítottunk egy vonalban, a csoporton belüli geofonköz 3 m, a geofoncsoportok egymástól való távolsága 50 m, a keverés 20% volt. A rezgékeltésnél a vibrátorok száma 3, a vibrátorköz 25 m volt. Egy helyben 4 vibrálás történt, egy felvételt 16 felvétel összegezésével állítottuk elő. A vibrátorok 87,5 m bázishosszon dolgoztak.

A statikus korrekció számításához kisrefrakciós méréseket és lyukszelvényezést végeztünk SR—II felszíni rezgékeltő alkalmazásával.



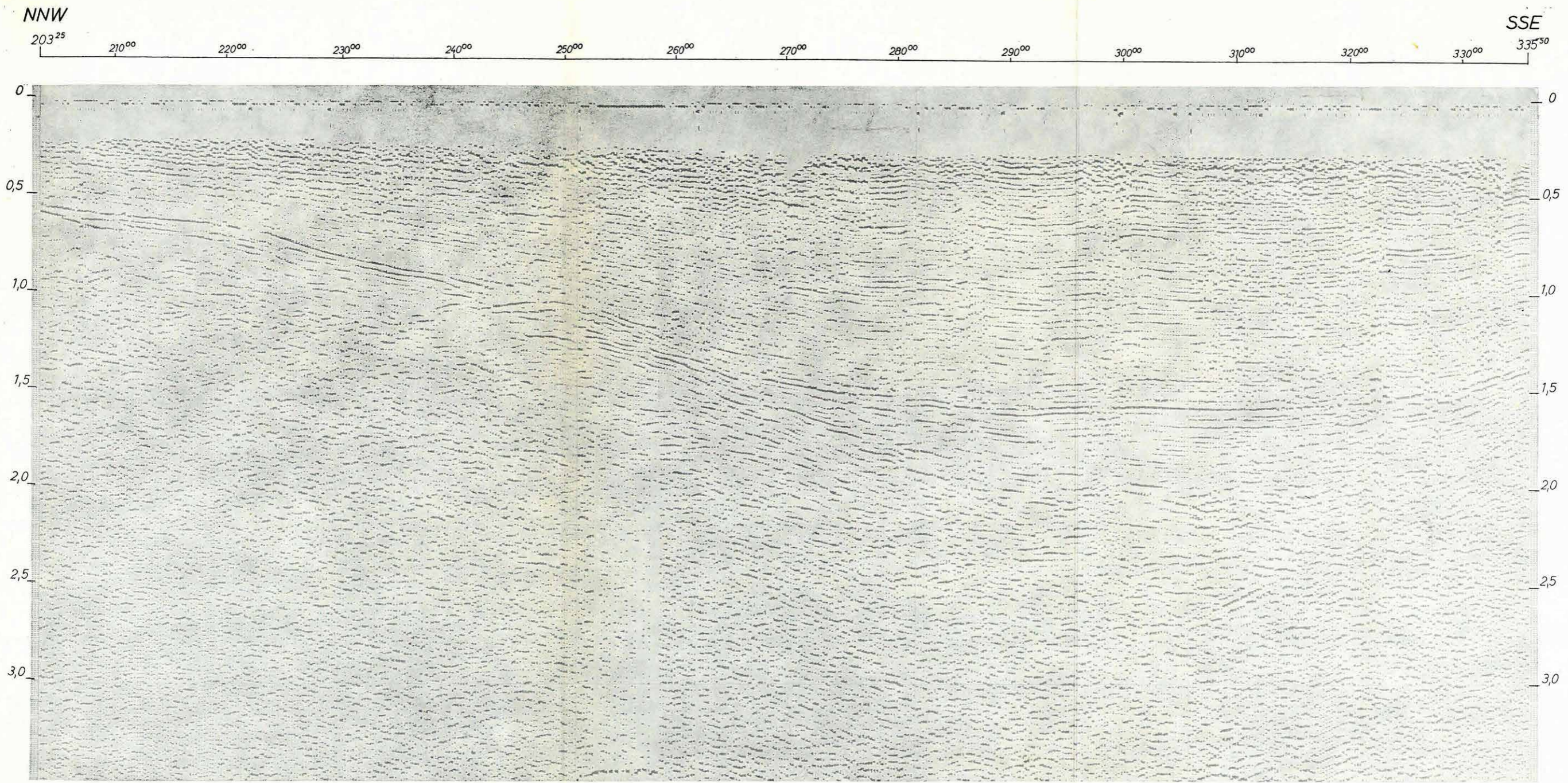
19. ábra MK—4/76 reflexiós időszelvény
 Fig 19 Reflection time section MK—4/76



20. ábra MK-2/76 reflexiók időszelvény

Fig. 20 Reflection time section MK-2/76

Рис. 20. Временной разрез МК-2/76 по МОВ



21. ábra MK-5/76 reflexiós időszelvény

Fig. 21 Reflection time section MK-5/76

Рис. 21. Временной разрез MK-5/76 по МОВ

3. Ságvár—Tamási között végzett mérések

A kutatás feladata a Balatontól D-re húzódó nagyszerkezeti övek át-
nézetes felderítése, a paleozoikum leszakadási rendszerének felderítése
volt. Az MK—5 vonal a ságvári fúrásoktól indul ki, áthalad a nagyberé-
nyői maximumon, a nagyszokolyi minimumon és a Tamási—1 fúráshoz
köt be. A 21. ábrán a szelvény D-i, Tamásinál levő szakaszát mutatjuk
be. A mezozoos aljzat 1,6-nál jellemző reflexióként jelentkezik, alatta
D-i irányban lejtő reflexiók láthatók.

A terepi mérési módszer a karádi és igali mérések során kialakított
módszertannal azonos.

Az ELGI 1976. évben is végzett geofizikai méréseket a különböző tervező vállalatok, vízügyi szervek, kutatóintézetek, tanácsok és más megbízók felkérésére. Az utóbbi években alig volt olyan jelentősebb beruházás, amelynél kisebb-nagyobb mértékben ne vették volna igénybe szolgáltatásainkat.

Vízépítési témakörben 1976-ban három említésre méltó kutatást végeztünk. Közülük legjelentősebb a Dunai Vízlépcső-rendszer tervezésével kapcsolatos Visegrád—Budapest közötti mederfeltárás. A nagymarosi vízlépcső alatt mintegy 5 m-es medersüllyesztést terveznek, amely az érintett folyamszakasz szabályozását teszi szükségessé.

A Szentendrei szigetnél két ágra szakadó, közel 70 km hosszúságú folyószakasz geofizikai-vízföldtani felépítését 62 szelvény mentén végzett komplex mérnökgeofizikai kutatással (VESZ, mérnökgeofizikai szondázás, vízi VESZ) határoztuk meg. A dunahordalék és miocén-oligocén fekvő összlet fontosabb geofizikai paraméter-adataiból (vastagság, mélység, minőség) kijelölhettük a szerkezeti és litológiai változások határát, amelyek a további részletező fúrásos kutatás alapját képezik.

A másik jelentősebb mérnökgeofizikai kutatás a *Dunántúli Gyűjtőerőmű* tervezésével kapcsolatos. Az erőmű alapozásának, valamint víztározó és salakpernye tározó medencéjének tervezéséhez viszonylag kevés idő és fúrási kapacitás állott rendelkezésre, ezért mérnökgeofizikai feltárást kértek.

Az erőmű alapozásánál a kis teherbírású és erősen zsugorodó löszszerű képződmények jelentettek problémát. Ezek körülhatárolására mérnökgeofizikai szondázásokat alkalmaztunk.

A víztározó tervezéséhez a vízzáró aljzat domborzatát nyomoztuk. A geoelektromos ellenállásmérések kedvezőtlen vízföldtani felépítést jeleztek: kimutatták, hogy a tározóvölgy oldalai homokokból épülnek fel.

* Dudás J., Dobrovolni K., Fejes I., Magyar B., Jóna E., Rákóczi I., Szabó M., Varga Jné.

A salakpernye tározó területét tájékozódó jellegű geoelektromos ellenállás-mérésekkel kutattuk. A mérések a tározó elszívógó vizeinek és a felszínközeli feltételezett triász időszi karbonátos képződmények kapcsolatát vizsgálták.

További vízépítési témánk a középszlovákiai *Nováky Hőerőmű* zagytározási problémáihoz kapcsolódott. Az erőmű régi zagytározója 1964-ben átszakadt és a kisegítésül létesített újabb zagytározó felújításával kívánják az Erőmű üzemelését biztosítani (22. ábra).

A vizsgált terület a Nyitra baloldali mellékvölgye. Szilárd aljzatát a völgyoldalokon kibúvásban is megtalálható mezozoos melafír és guttensteini mészkő alkotja. A két kőzet határát bontott, mállott, kontakt zónák kísérik.

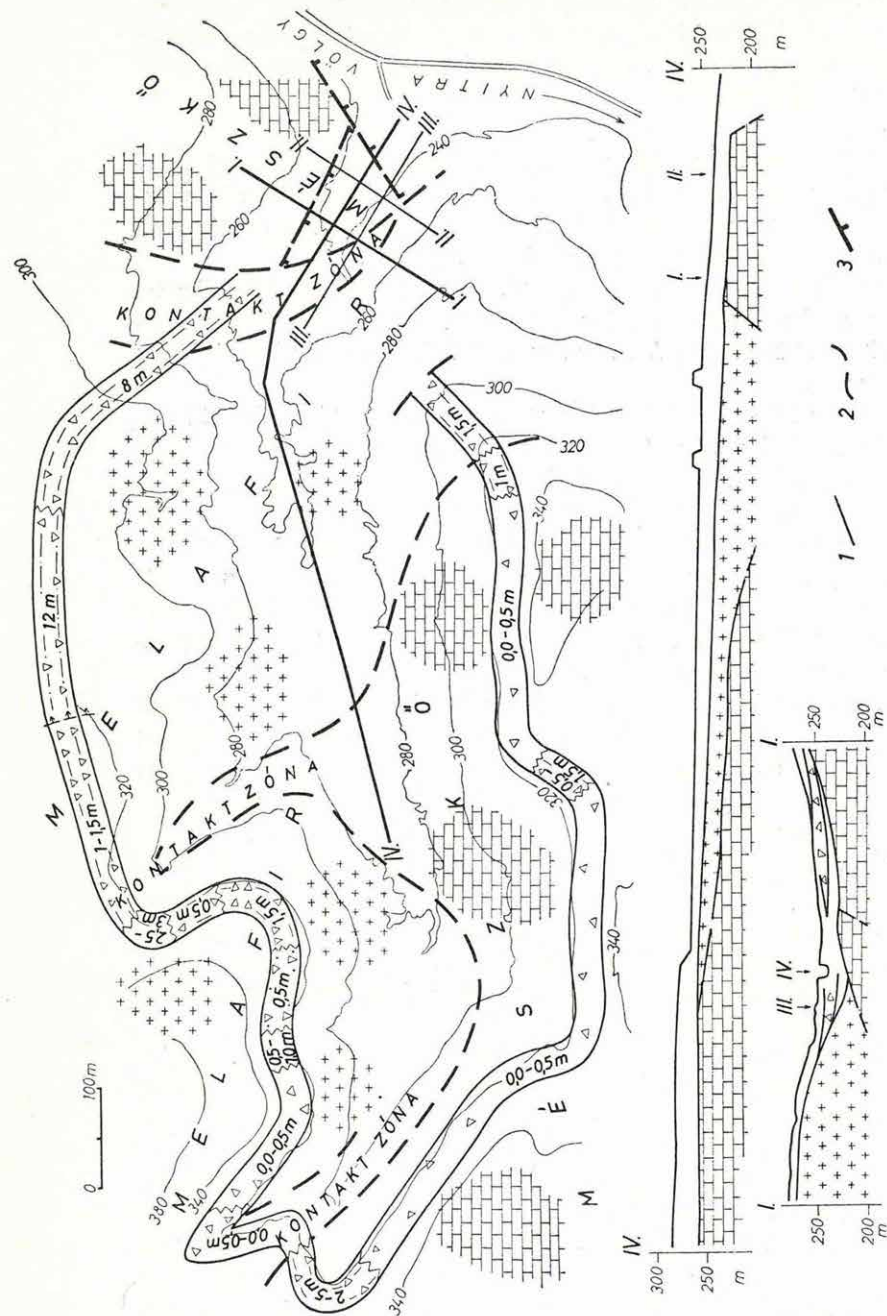
A néhány talajmechanikai fúrásra támaszkodó mérnökgeofizikai kutatás általános feladata egy vázlatos földtani felépítés meghatározása volt. A főként geoelektromos szondázásokból álló kutatást a völgyszűkületbe tervezett völgyzárógát környékére koncentráltuk. Az ingoványos völgytalpon — amelyet a fúrókocsi nem tudott megközelíteni — ellenőrzésként néhány helyen mérnökgeofizikai szondázást végeztünk. A tározótér védelmére épülő övárok nyomvonalán a szilárd kőzet minőségét és települési mélységét geoelektromos szondázással, horizontális szelvényezésekkel és árkolással határoztuk meg.

A mérések részben talajmechanikai, részben hidrológiai szempontból értékelhetők. A kutatás eredményeként megállapítható, hogy a völgyet erózió vájta a kiemelt mezozoos rögbe; szilárd aljzatában a kőzetváltások általában nem tektonikus eredetűek. Nagyobb vetőt csak a medenceperemen mutattunk ki.

A szilárd aljzat karbonátos szakaszai, a feltárásokban látható erőteljes karsztosodás miatt, viszonylag kis ellenállásúak (100—300 ohmm). A melafírt ezzel szemben vízzárónak minősítettük, mert geoelektromosan homogén vulkáni összletként jelentkezik. A kibúvásokban ez sem viselkedik „időálló” kőzetként, mert aprózottsága miatt már kézzel is könnyen szétmorzsolható.

A szilárd aljzatot viszonylag vékony agyagos törmelék fedi. A tározótérben ez mindössze néhány méter vastagságú, ezért nem is biztosíthat teljes vízzárást. A részletesebben kutatott völgyzárógát térségében e negyedidőszaki fedő vastagabb és rétegzett.

A I. szelvény a tervezett gát nyomvonalának metszetét mutatja. A mészkőből és melafírból álló aljzatra a völgytalpon vastag törmelékes agyagnak minősített összlet (30—35 ohmm), majd erre mindkét oldalról vízáteresztő lejtőtörmelék (45—90 ohmm) települt. Az ellenőrző fúrásokból az is kiderült, hogy e lejtőtörmelék vizet tárol, amely nem



22. ábra A Nováky Hőerőmű részére végzett zagutatózó-kutatás eredménytérképe és jel emző szelvényei

1. geofizikai szelvény jele; 2. közvetlőzítés; 3. törtsvonal

Fig. 22 Map and typical cross sections resulting from geophysical investigations for the pulp reservoir of the Nováky thermal power station

1 mark of geophysical profile; 2 change of rocks; 3 fault line

1. Обозначение геофизического профиля. 2. Изменение пород. 3. Разлом

a völgytalpon mesterségesen kialakított mederbe levezetett vízzel, hanem a völgyoldalak lejtőtörmelékeiben leszivárgó talajvízzel kapcsolatos. Hasonlóképpen az alapozáshoz és víztelenítéshez felhasználható adat a völgy D-i oldalát alkotó melafir felső 3—4 m-es szakaszának bonthatósága.

Körhorizontális szelvényezéssel megállapítottuk, hogy a völgy peremén körbefutó övárók nyomvonalán — egy rövid szakasztól eltekintve — a fedő vastagsága 0,0—1,5 m között változott. A szilárd kőzet minősítéséhez a biztonság kedvéért árkolásokat is végeztünk. A felsoroltakon kívül a területen, még vízszivárgó méréseket, források genetikájával kapcsolatos méréseket, megfigyeléseket és földtani térképezést is végeztünk.

A kiválasztott példával azt is szeretnénk volna érzékeltetni, hogy egy viszonylag egyszerűnek tetsző mérnökgeofizikai feladatnál is milyen sokféle probléma adódik.

A vízkutatás az elmúlt évben is jelentős mérési kapacitásunkat kötötte le. A témák közül *módszertani szempontból* említésre méltó a Nyugat Nógrádi Regionális Vízmű tervezésével kapcsolatos munkánk és a veszprémi karsztvízkutatás.

A kavicsos teraszok geofizikai kutatására — mint a nógrádi feladat — mindezekig a geoelektromos szondázás bizonyult általánosan alkalmazható módszernek. Sok esetben azonban ezzel sem kaptunk megfelelő eredményt, pl. (1) vastag fedő alatt a vékony terasz kimutatása bizonytalan; (2) a kavicssterasz agyagos, iszapos közbetelepülései pontosabban nem mutathatók ki, csak a kavicsos öszlet fajlagos ellenállásának csökkenése utal rá; (3) a részben száraz, részben elárasztott terasz nagy ellenálláskontrasztú két geoelektromos réteggé jelentkezik.

Mindezek kiküszöbölésére az Ipoly-terasz ipolyvecei szakaszának kutatására kísérletképpen a mérnökgeofizikai szondázás módszerét alkalmaztuk. A kavicssteraszba hidraulikus úton lejuttatott mérőszondák ± 5 cm pontossággal határozták meg a réteghatárokat, a közbetelepüléseket és lehetővé tették a kavicsos terasz porozitásának „in situ” pontos megállapítását. A kísérleteket a Duna hordalékkúpján is folytattuk igen jó eredménnyel.

Veszprém város vízműfejlesztésébe 1974-ben kapcsolódott először az ELGI Víz- és Mérnökgeofizikai Osztálya. Ehhez a kisküti és csatári források környékén, valamint Gyulafrátót mellett végeztünk komplex vízkutató méréseket. A várakozáson felül kedvező vízföldtani viszonyokra tekintettel a továbbiakban széleskörű karszthidrológiai vizsgálatokat terveznek.

A felszínen, vagy felszín közelben települt karbonátos kőzetek hidrológiai-geofizikai vizsgálatára alig van példa. A módszerek kritikai elem-

zése és lehetőségeink mérlegelése után, a következő módszereket alkalmaztuk:

- a) radiofrekvenciás mérés (VLF);
- b) potenciáltérképezés (PM);
- c) geoelektromos szondázás (VESZ);
- d) horizontális szelvényezés;
- e) gerjesztett potenciálmérés (GP);
- f) természetes potenciálmérés (PS).

A vizsgált területen nagyrészt fedetlenül található földolomitban a tektonika és erózió együttes hatására szeszélyes völgyrendszer alakult ki. A karszthidrológiai szempontból igen fontos tektonizált zónák kimutatására a kiválasztott módszercsoport meglepően jó információt szolgáltatott.

Az áttekintő kutatási fázisban — a feltételezett tektonika csapására merőleges szelvények mentén — a geoelektromos szondázásokkal kiegészített radiofrekvenciás mérések és 5—8 különböző behatolási mélységgel végzett horizontális szelvényezések a terület tektonikájáról átfogó képet adtak. A geofizikai-földtani modell ismeretében ki lehetett jelölni a perspektivikus, továbbkutatásra alkalmas területeket.

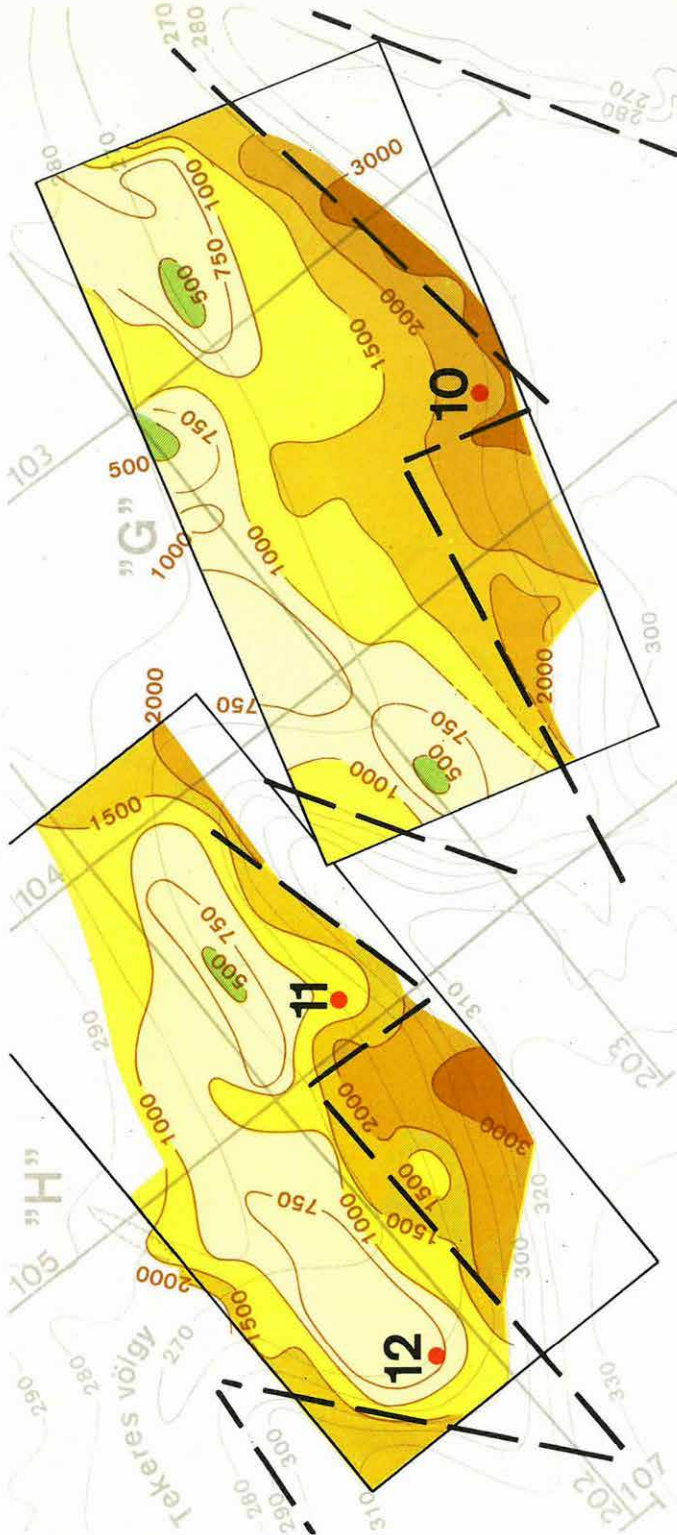
A perspektivikusnak ítélt területeken potenciál-térképezéssel tettük pontosabbá a szerkezeti képet (23. ábra; „H” és „G” terület). Fedettebb, vagy bonyolultabb szerkezetű területek felderítéséhez kiegészítő kutatásként további geoelektromos szondázásokat és horizontális szelvényezéseket alkalmaztunk.

A kutatás első szakaszában alkalmazott módszerek — esetleg célszerűen kiegészítve sekélyszeizmikával — megfelelnek a kismélységű kutatásnál általában használt komplexumnak. Ezek segítségével a karbonátos összlet domborzata, valamint a törésvonalakat, lazább karsztosodott zónákat reprezentáló kisellenállású és kisebbességű szakaszai meghatározhatók.

A karsztvíz jelenlétéről a leírt módszerek nem informálnak — vízföldtani minősítésre nem alkalmasak — ezért próbálkoztunk a GP és PS mérésekkel, a GP esetében sikerrel. Az 500 ms késleltetéssel vizsgált lecsengési görbén a szálabanálló dolomit $>0,8 \%$ -ot adott, a fúrással bizonyítottan jól karsztosodott, vízzel telített törés $0,4—0,8 \%$ értékkel jelentkezett. Következésképpen megdönthető az a felfogás, hogy a felszíni geofizika csak víztároló szerkezetek kimutatására alkalmas, a tárolt vízről nem informál.

A veszprémi felszínközeli karsztvízkutatásnál felhasznált módszerek természetesen nem merítik ki a hasonló jellegű feladatoknál alkalmazható módszertárat. Reméljük, hogy a tapasztalatok bővülésével találunk még új utakat amelyek a kutatás hatékonyságát és gazdaságosságát növelik.

0 100 m



0 100 m

23. ábra Veszprémi vízkutatás: eredménytérkép-részlet és jellemző szelvények

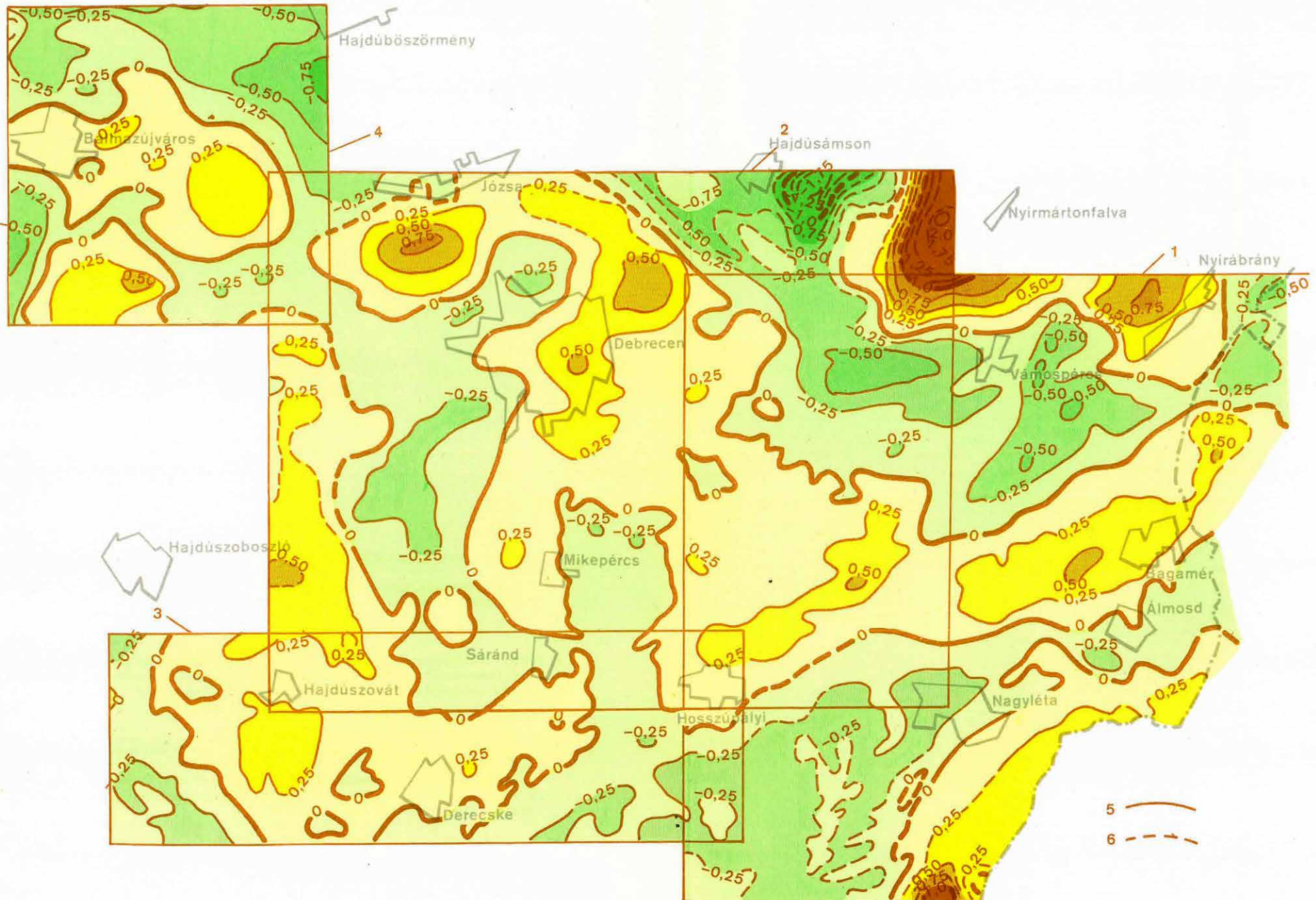
1. geofizikai szelvény jele
 2. izoohm vonal
 3. részletes kutatás határa
 4. javasolt fúráspon
 5. törésvonal
- A) PS-szelvény
B) VLF-mérés ellenállás- (ρ_A) és fázisszög- (γ) szelvénye
C), F) horizontális ellenállásszelvényezésből szerkesztett metszetek
D), G) geofizikai-vízföldtani rétegszelvények
E) gerjesztett potenciálszelvény

Fig. 23 Water supply survey at Veszprém, map of results and typical cross sections

1. mark of geophysical cross section
 2. izoohm contour lines
 3. boundary of detailed survey
 4. suggested location of drilling
 5. fault line
- A) PS profile
B) resistivity (ρ_A) and phase angle (γ) profile of VLF survey
C, F) cross sections from horizontal resistivity profiling
D, G) geophysical-hydrological cross sections
E) induced polarization profile

Рис. 23. Поиски вод в районе Веспрем: деталь результивной карты с характерными профилями

1. знак геофизического профиля
 2. линии изоом
 3. граница площади детальной съемки
 4. пункт, предложенный для бурения
 5. линия сброса
 6. график ПС
 7. Графики сопротивления (ρ_A) и фазового угла (γ) по данным метода СДВР
- C, F) разрезы, построенные по горизонтальному профилированию
D, G) геофизико-гидрологические разрезы
E) разрез по данным метода ВП



24. ábra Gravitációs maradékanómia térkép ($\kappa = 3$) az ELGI hálózatsűrítő méréseinek területéről
1. 1974 Debrecen; 2. 1975 Debrecen; 3. 1976 Derecske; 4. 1976 Balmazújváros; 5. hálózatkiegészítő mérésekből számítva; 6. áttekintő mérésekből számítva.

Fig. 24 Gravity residual anomaly map ($\kappa = 3$) of the area of additional gravimetric surveys
1 1974 Debrecen; 2 1975 Debrecen; 3 1976 Debrecen; 4 1976 Balmazújváros; 5 computed from the additional surveys; 6 computed from the regional survey

Рис. 24. Карта остаточных гравитационных аномалий ($\kappa = 3$) участков сгущения сети, выполненного ЭЛГИ
1. Дебрецен, 1974. 2. Дебрецен, 1975. 3. Деречке, 1976. 4. Балмазуйварош, 1976. 5. Рассчитано по результатам измерений по сгущенной сети. 6. Рассчитано по результатам измерений по основной сети.

1976-ban folytattuk az OKGT megbízásából végzett hajdúsági (Debrecen környéki) szénhidrogénkutató komplex geofizikai kutatásainkat, amelyek korábbi eredményeiről Évi Jelentésünkben évenként beszámoltunk. 1976-ban a kutatási komplexum gravitációs hálózatkiegészítő, magnetotellurikus, valamint szeizmikus reflexiós méréseket foglalt magában.

Gravitációs hálózatkiegészítő méréseket két területen, Balmazújváros—Nagyhegyes, illetve Hajdúszovát—Derecske környékén (24. ábra), konkrét maradékanomáliák vizsgálatára telepítettünk. A méréshez Sharpe gravimétert használtunk. A korábban rendszertelen hálózatban kb. 1 állomás/km² állomássűrűségű mérési hálózat alakult ki. A kiegészítő mérések felhasználásával újraszerkesztettük a mérési terület Bouguer-anomália-térképét.

A maradékanomália-térképek készítésénél kiinduló adatkén a 0,25 mgal értékű újraszerkesztett „kvázi hálózatos” Bouguer-anomália-térképet használtuk fel. Először a „hibatérkép” készült el, ezek szerint 0,1 mgal-nál nagyobb kiolvasási és adatbeviteli hiba a térképekben nincs, így a maradékanomália-térképek megbízhatósága 0,25 mgal-nak tekinthető. A maradékanomália értékek viszonylagos kicsinyége (−0,6 — +0,4 mgal) miatt, a kiindulásul szolgáló 0,25 mgal megbízhatóságú Bouguer-anomália-térkép éppen csak elegendő a másodlagos feldolgozáshoz.

A nagyhegyesi gravitációs maximum É-i oldalán, a Balmazújvárostól K-re levő gravitációs maradékmaximum mindezek ellenére jól definiált. E maradékanomália-térkép érdekessége, hogy a maximumok abszolútértékei kisebbek, mint a minimumokéi (ez más területeken általában fordítva van). Ennek több oka is lehet, pl. meredek falú árkok az aljzatban, vagy az üledékösszlet hirtelen változása, sűrűségcsökkenése).

A derecskei területen jól definiált a Hajdúszováttól D-re levő, 0,4 mgal szélsőértékű maximum. Kevésbé meghatározott a Derecske K-i határában levő 0,25 mgal szélsőértékű maximum

* Albu I., Bodoky T., Jánvári J., Pintér A., Szeidovitz Gy.-né, Varga G.

A kutatási területen 1976-ban 20 ponton végeztünk magnetotellurikus szondázásokat 0,01—20,0 Hz frekvencia-tartományban. A mérések célja a vezető üledékes képződmények átlagellenállásának meghatározása volt a telluriku szizoareatérkép mélységtranszformációjához. A magnetotellurikus mérési pontokat — figyelembe véve az átlagellenállás területi megbízhatóságát — elsősorban a tellurikus anomáliákra telepítettük (25. ábra).

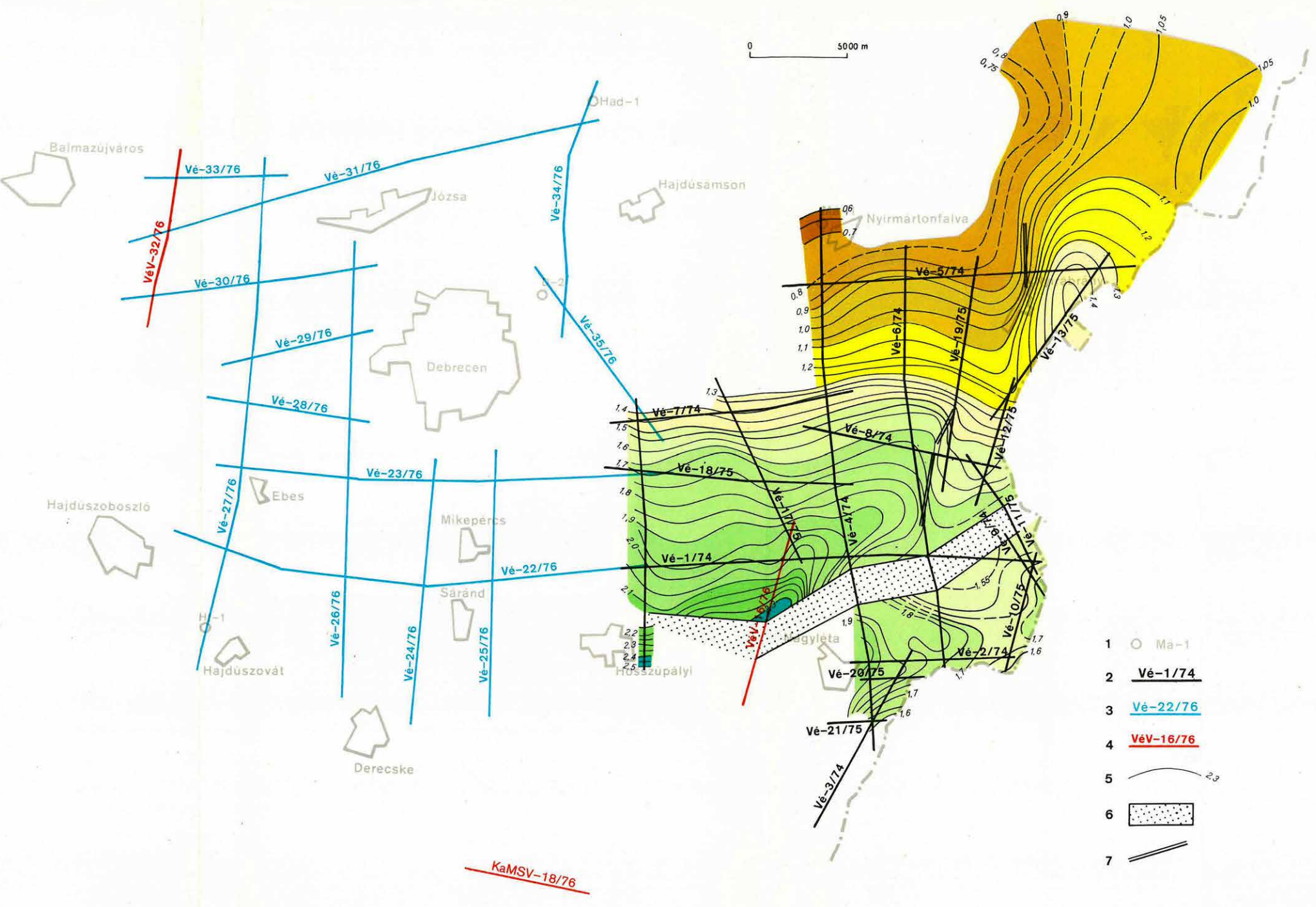


25. ábra Tellurikus izoarea térkép az 1976. évi MT mérések helyszínrajzával

Fig. 25 Telluric isoarea map with the location of magneto-telluric soundings of 1976

Рис. 25. Теллурическая карта изоарей с обозначением пунктов магнитотеллурических измерений в 1976-ом году

0 5000 m



- 1 ○ Ma-1
- 2 Vé-1/74
- 3 Vé-22/76
- 4 VéV-16/76
- 5 ——— 2.9
- 6 [stippled box]
- 7 [double line]

KaMSV-18/76

26. ábra Szeizmikus helyszínrajz egy, az 1974—75. évi reflexiós mérések alapján szerkesztett időtérképpel

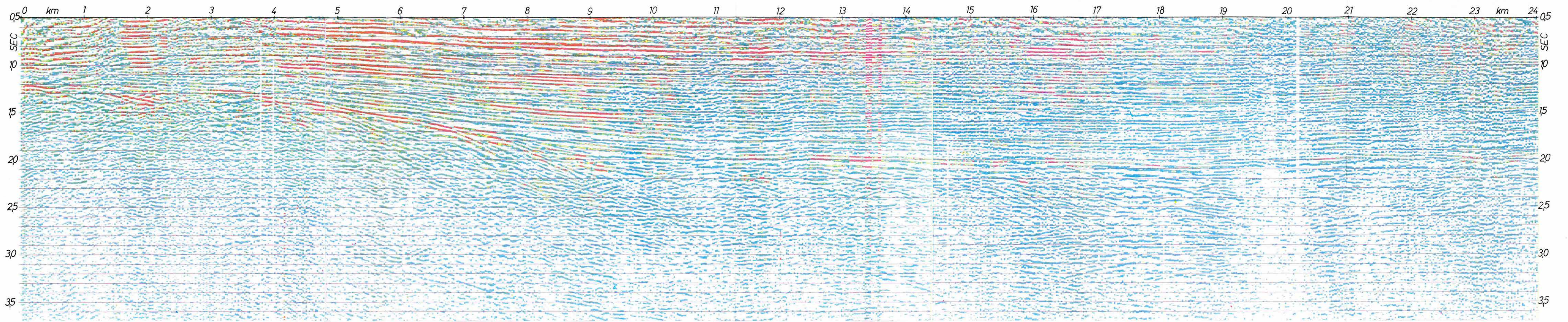
1. mélyfúrás;
2. 1974—75. években mért szeizmikus reflexiós szelvény;
3. 1976-ban mért szeizmikus reflexiós szelvény;
4. 1976-ban vibroseiz eljárással mért szeizmikus reflexiós szelvény;
5. izovonal (sec);
6. mozgási övezet;
7. törés

Fig. 26 Location map of seismic survey with the isochrons of 1974–75 results

1. borehole
2. seismic profiles of 1974–75
3. seismic profiles of 1976
4. VIBROSEIS profiles of 1976
5. isochrons (sec)
6. tectonic zone
7. fault

Рис. 26. План сейсмических работ с временной картой, построенной по данным МОВ 1974—1975 гг.

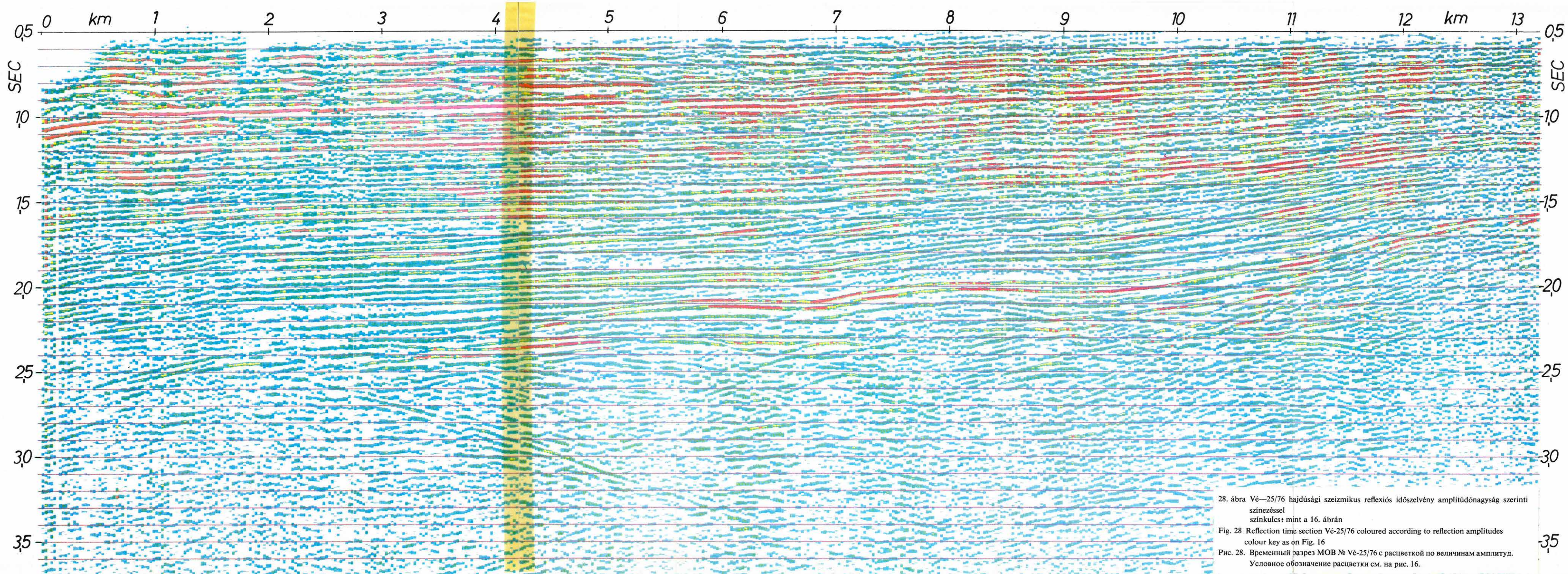
1. глубокие скважины;
2. сейсмические профили МОВ, заснятые в 1974—1975 гг.;
3. сейсмические профили МОВ, заснятые в 1976 г.;
4. сейсмический профиль КМПВ, заснятый в 1976 г. методом Вибросейс;
5. изолинии (сек.);
6. зона движений;
7. сбросы



27. ábra VÉ—22/76 hajdúsági szeizmikus reflexiók időszelvény amplitúdójának szerinti színezéssel
színelcs: mint a 16. ábrán

Fig. 27 Reflection time section VÉ-22/76 coloured according to reflection amplitudes colour key as on Fig. 16

Рис. 27. Сейсмический временный разрез МОВ № VÉ-22/76 с расцветкой по величинам амплитуд
Условное обозначение расцветки см. на рис. 16.



28. ábra VÉ-25/76 hajdúsági szeizmikus reflexiók időszelvény amplitúdó nagyság szerinti színezéssel
 színkulcs: mint a 16. ábrán
 Fig. 28 Reflection time section VÉ-25/76 coloured according to reflection amplitudes
 colour key as on Fig. 16
 Рис. 28. Временный разрез МОВ № VÉ-25/76 с расцветкой по величинам амплитуд.
 Условное обозначение расцветки см. на рис. 16.

A kutatások súlypontja 1976-ban is a szeizmikus reflexiók mérésén volt. Az előző években Debrecentől K-re, DK-re kialakult szeizmikus vonalhálózatot 1976-ban kiterjesztettük Ny felé a Debrecentől D-re Derecskéig, DNy-ra Hajdúszovátig, Ny-ra Hajdúszoboszlóig és ÉNy-ra Balmazújvárosig húzódó területen. Debrecentől É-ra és ÉK-re egy-egy vonallal zártuk a hálózatot (26. ábra). Reflexiók méréseink során 13 szelvényt mértünk, összesen 216,5 km földrajzi hosszban. Szelvényeink kivétel nélkül $12 \times 100\%$ -os fedéssel és 50 m-es geofonbázis távolsággal, külsőlövéses (offset: 375 m), egyirányú rendszerben készültek. A vonal mentén 45 m hosszan kiterített geofoncsoportjainkat 20 db GSC—11D típusú geofonból építettük fel. A regisztrálást SD—10/21 típusú digitális berendezéssel végeztük.

A mérési anyag feldolgozásáról 1977. Évi Jelentésünkben számolunk be.

Az 1976. évi terepi mérésekkel párhuzamosan végeztük az 1975. évi anyag értelmezését és a megbízó részére az 1975. évi részjelentés összeállítását. Az 1975. évi mérési anyag kiegészíti azt a földtani képet, amelyet az 1974. évi mérések alapján alakítottunk ki (1975. Évi Jelentés).

A végleges földtani kép kialakításához a mérések folytatása látszik szükségesnek, végleges földtani értékelést csak a mérések lezárása után közlünk.

A 26. ábrán bemutatunk egy, az 1974—75. évi mérések alapján szerkesztett időtérképet és a reflexiók mérések helyszínrajzát, kékkel jelölve az 1976-ban mért vonalakat.

Az 1976. évi mérési anyagból 2 időszelvényt mutattunk be. A 27. ábrán a közelítően Ny—K irányú Vé—22/76 szelvény látható. A szelvény Ny-i vége Hajdúszoboszlótól indul, ahol az ópaleozoos alaphegység kicmelt helyzetben — igen vékony miocén üledékek alatt — a neogén medence aljzatát alkotja. K felé a reflexiók szintek süllyednek; a jól reflektáló összlet alatt a kép az ebesi fúrásokból ismert mezozoos rétegek kiékelődéseire utal. A szelvény nyolcadik km-re körül a diffrakciók beérkezése az aljzat egy nagyobb vető mentén történő lezökkenését jelzik.

A 28. ábrán a Vé—25/76 szelvényt mutatjuk be, amely D—É-i irányban a Debrecentől D-re eső területen van. A szelvény D-i vége éppen nem éri el az időtérképen jelölt „mozgási övezet”-et, de a dőlésviszonyok gyors változása ennek közvetlen közelére utal. É felé haladva a reflektáló felületek erősen emelkednek. A jól reflektáló összleten belül egy diszkordancia-felület figyelhető meg É-i emelkedő irányban kiékelődő rétegfejek sorozatával. Ez a diszkordancia-határ, amely megfelelő záróréteg esetén a sztatigráfiai csapdák egyik típusa lehet, a szelvényekben Debrecentől D-re nagyobb területen követhető.

1.7 GEOFIZIKAI MÉRÉSEK A MECSEKI PERM-TRIÁSZ ANTIKLINÁLISON*

1.7.1 GEOFIZIKAI MÉRÉSEK A MECSEK-HEGYSÉG DNY-I ELŐTERÉBEN

A Mecseki Ércbányászati Vállalat megbízásából 1976-ban geofizikai méréseket végeztünk a Mecsek-hegység DNy-i előterében, a görcsönyi kristályos hátság ÉNy-i és Ny-i részén Magyarmecske—Szentlőrinc—Boda—Bicsérd térségében. A mérésekkel az újpaleozoos képződmények települését és szerkezetét vizsgáltuk.

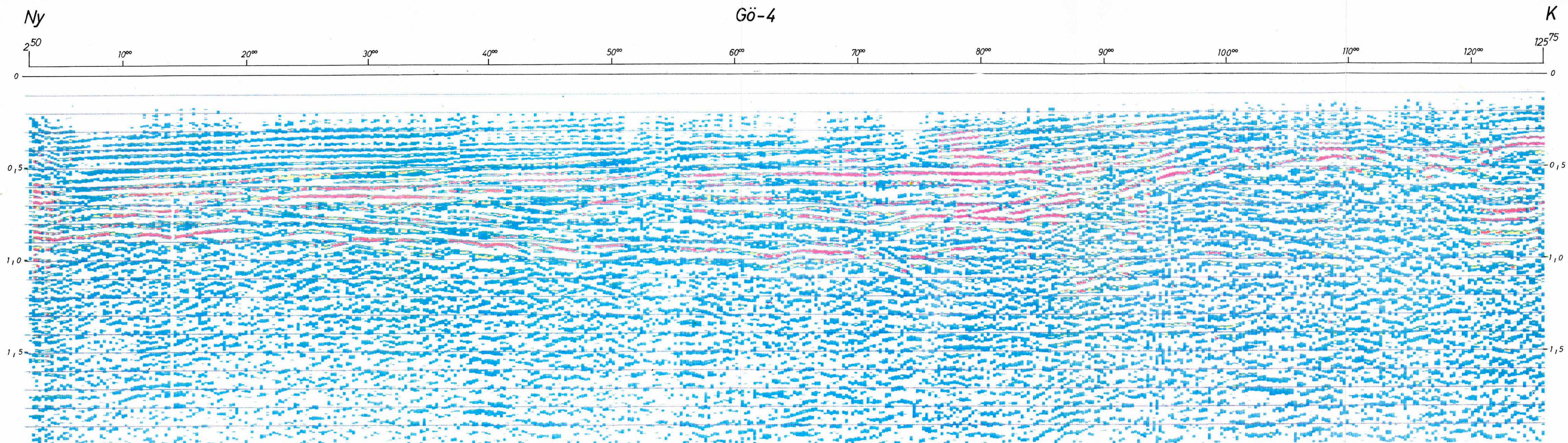
„A Mecsek és a Villányi hegység geofizikai kutatása” c. monográfia megjelenése óta a terület földtani-geofizikai megismerése számos új adattal gazdagodott. Ezek szerint a görcsönyi kristályos hátság Ny-i és DNy-i részén, az újpaleozoos képződmények megtalálhatók. Kutatásukban számos új feladat vár a korszerű geofizikai mérésekre, elsősorban a többszörös fedésű reflexiós szelvényezésre és az elektromágneses módszerekre. A Magyarmecske környéki újpaleozoos jólvezető képződmények kutatását a 2.2 fejezet ismerteti.

Az 1976. évi többszörös fedésű reflexiós mérések az OKGTGKŰ szelvényhálózatához csatlakoznak (részben a KFH megbízásából végzett — Bogádmindszenti mérések).

A 29. ábrán látható, Gö—4 reflexiós szelvény a mecsekalji szerkezeti árokban halad. A K-i irányban emelkedő pannóniai szintek alatt ellentétesen dőlő felületeket határoztunk meg, amelyek újpaleozoos képződményhatárokhoz tartoznak. A földtani azonosítás nehéz, bár felhasználtuk más geofizikai módszerek adatait is. A miocén és újpaleozoos törmelékes képződmények fizikai állandói hasonlóak, sokszor fedik egymást. A színes szelvényíron az energia szerint színezett szelvény 80° pontjáig két jóenergiájú vezérszint van. Az emeltebb aljzatú területen a mélyebb felület energiája kissé csökken, de így is jól felismerhető.

Szentlőrinc és Boda között a mecsekalji töréstől É-ra a permii összlet aljzatát sikerült kimutatnunk (0,8 s körül). Érdekeséggként említjük meg, hogy a helesfai mágneses ható területén, a ható mélységében váratlan jel-zaj viszony javulást tapasztaltunk (30. ábra).

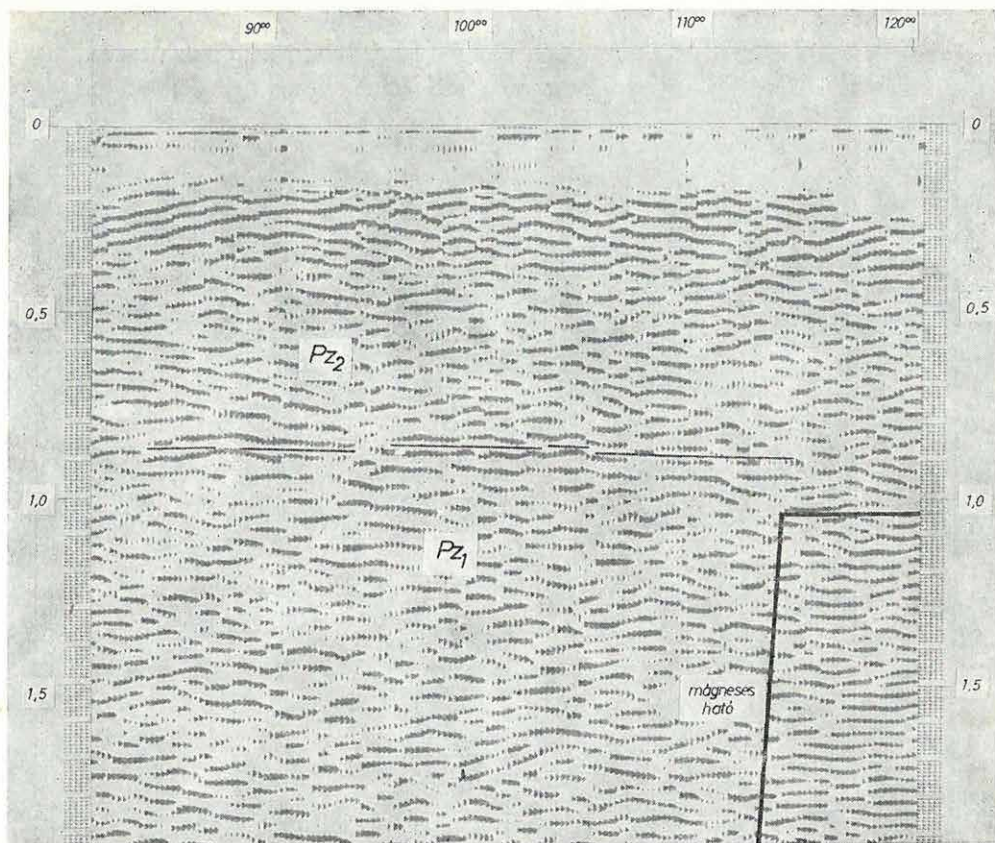
* Braun L., Hegedűs E., Kónya A., Kummer I., Ráner G., Schönviszky L.



29. ábra Gö-4 reflexiók időszelvény amplitúdójának szerinti színezéssel
színelcs: mint a 16. ábrán

Fig. 29 Reflection time section Gö-4 coloured according to reflection amplitudes
colour key as on Fig. 16

Рис. 29. Временный разрез МОВ № Gö-4 с расцветкой по величинам амплитуд.
Условное обозначение расцветки см. на рис. 16.



30. ábra Gö—3 reflexiós időszelvény
 Fig. 30 Reflection time section Gö—3
 Рис. 30. Временной разрез Гë-3 по МОВ

A Gö—1 szelvényt Magyarmecskétől É-ra mértük (31. ábra). A szelvény emelt részén a harmadidőszaki medenceljazatot — régebbi szeizmikus refrakciós és az 1976-ban végzett magnetotellurikus mérések eredményei szerint — karbonidőszaki képződmények építik fel. Nagyon jellegzetes a 40°—50° pont közötti törés, amelynek mélybeli folytatását a diffrakciós csomópontok energianövekedése jelzi. A szelvény É-i részén, az aljzat felszíne mágneses hatóval esik egybe.

A bonyolult tektonikájú területeken szerzett tapasztalatainkat felhasználva, néhány szelvényen kétoldali lövésrendszert alakítottunk ki. Az egyirányú lövéses rendszerekből külön-külön kapott időszelvényeket is értelmeztük. Segítségükkel több szerkezeti elem részleteit tudtuk pontosabban meghatározni.

A sebességvizsgálatoknál érdekes eredmény, hogy időben aljzat alatti szintek jelentkeznek az üledékes összlet sebességével. Miután az üledékes összletben hasonló szinteket nem találtunk, ezeket oldalbeérkezéseknek, vagy transzverzális reflexióknak minősítjük.

1.7.2 FELSZINI GEOFIZIKAI MÉRÉSEK A MÁZA DÉL— VÁRALJA DÉL FEKETEKŐSZÉN-KUTATÁSI TERÜLETEN

A Mecseki Szénbányák földtani szolgálata 1976-ban elkészítette a Máza Dél—Váralja Dél feketekőszén kutatási terület előkészítő és felderítő kutatási tervét. Ehhez kapcsolódva készítettük el a geofizikai mérések hároméves tervjavaslatát. Az első évi mérésekre az Országos Földtani Kutató Fúró Vállalattól kaptunk megbízást.

1976. évben refrakciós és kísérleti reflexiós méréseket végeztünk, valamint mélységszámításokat a Mecseknádastól ÉNy-ra levő mágneses hatóra.

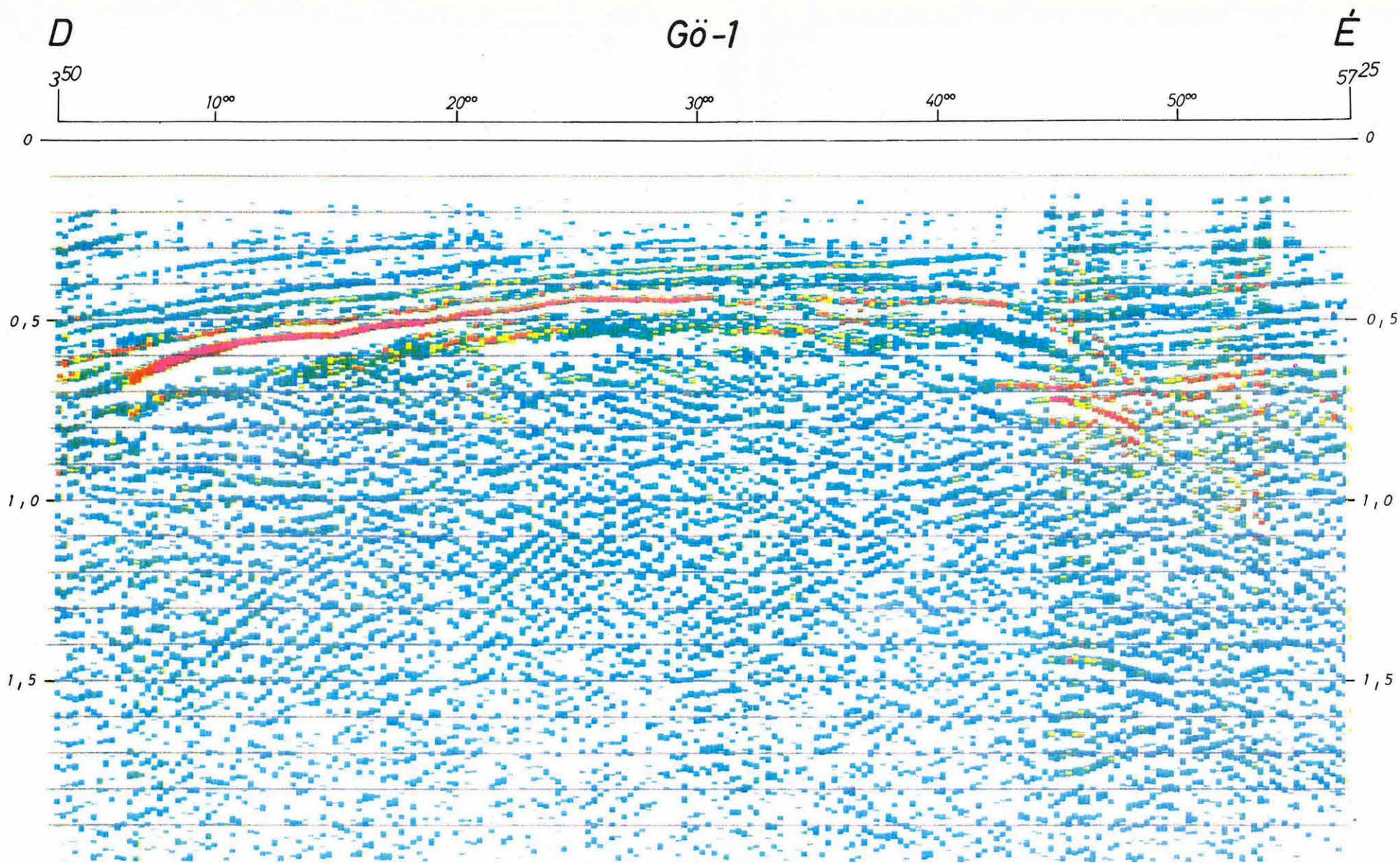
Az oldallövésekkel kiegészített refrakciós méréseket három szelvény mentén mértük. A 32. ábrán egy, a területre jellemző dőlésirányú szelvényt mutatunk be.

A 2200—2600 m/s átlagsebességű neogén képződmények alatt 3000—5400 m/s határsebességgel kaptuk meg a júra időszaki képződmények felszínét. Az alsó-, 5500—6500 m/s határsebességű felületet az anizusziadini képződmények felszínével azonosítottuk.

A fúrasi és szeizmikus adatok egybevetésével a rhaeti emeletre 500—700 m átlagvastagságot kaptunk. Így közvetett úton szerkesztettük meg a liász kőszénteleges összlet fekjét.

A bonyolult földtani felépítéshez a refrakciós módszer felbontóképesége már nem elegendő, ezért két rövidebb szakaszon eredményes reflexiós kísérleteket végeztünk. A 33. ábrán a Me—4 reflexiós időszak szelvényt mutatjuk be. A miocén összlet eltérő dőléssel települ a mezozoos képződményekre. A júra és triász összlet minősítését a környező fúrások, refrakciós szelvények és jellemző reflexiók alapján végeztük. A szelvény közepén a szerkezeti vonalat a dőlésváltozások is jelzik.

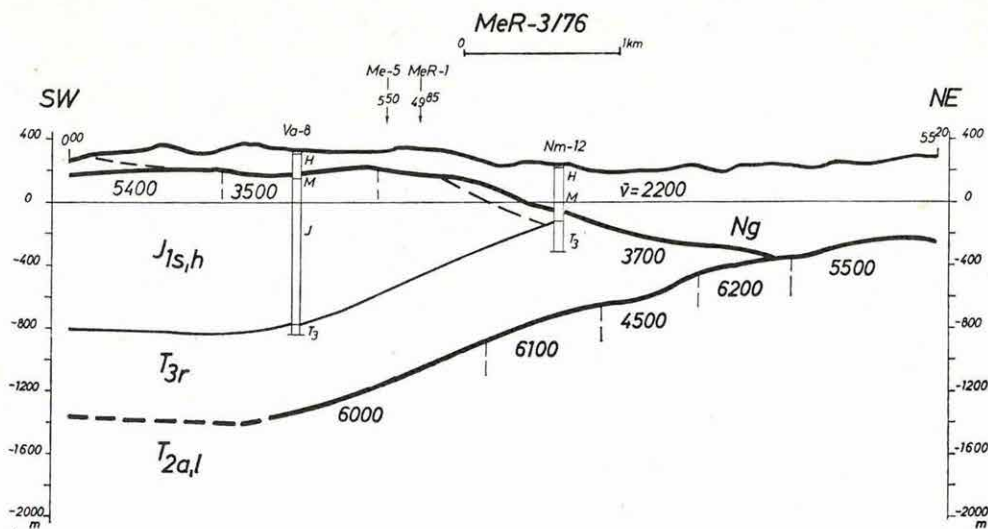
A reflexiós mérések során 3,0—3,5 s között jó energiájú beérkezéseket kaptunk, amelyeket — hasonlóan a mánfa-magyarszéki völgyben jelentkezőkhöz — a mezozoos-újpaleozoos összlet aljzataként minősítettük (1975. Évi Jelentés).



31. ábra Gö—1 reflexiók időszelvény amplitúdónagyság szerinti színezéssel
színekulcs: mint a 16. ábrán

Рис. 31. Временный разрез МОВ № Go-1 с расцветкой по величинам амплитуд.
Условное обозначение расцветки см. на рис. 16.

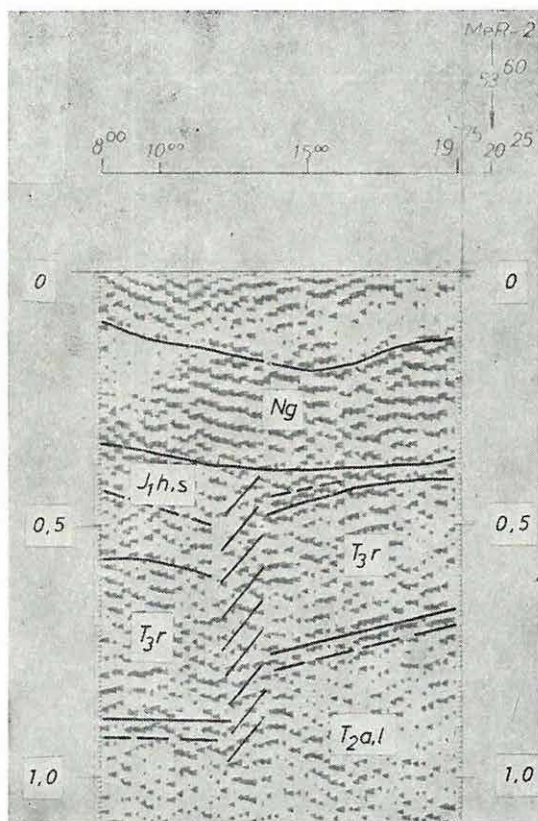
Fig. 31 Reflection time section Gö-1 coloured according to reflection amplitudes
colour key as on Fig. 16



32. ábra MeR—3 refrakciós szelvény

Fig. 32 Refraction cross section MeR—3

Рис. 32. Временной разрез MeP-3 по КМПВ



33. ábra Me—4 reflexiós időszelvény

Fig. 33 Reflection time section Me—4

Рис. 33. Временной разрез Me-4 по МОВ

MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK

A szeizmikus és számítástechnikai műszerkutatás súlyponti feladatai a tengeri adatgyűjtő és expresszfeldolgozó rendszer továbbfejlesztése és az 1975-ben beszerzett VIBROSEIS** felszerelés üzembehelyezése volt. Mindkettőhöz kapcsolódik a digitális színes szelvényíró kidolgozása, amely végleges formában el is készült.

Tengerkutatási műszerfejlesztésünk két fő célt szolgált:

1. 24 csatornás, többszörös fedéses, elsődleges, felvétellel egyidejű (real time) feldolgozó és archíváló számítógépes műszeregység építése és programrendszerének továbbfejlesztése;
2. az előző évi tapasztalatok alapján a rendszer üzembiztonságának fokozása, felkészülés a tartós tengeri kísérleti mérésre.

A rendszer blokkvázlatát a 34. ábra mutatja. A közvetlen memória csatornára (DMA) csatlakoznak a lemezmemóriák, az SD—10 adatgyűjtő rendszer, a mágnesszalagos tárolók és a dinamikus korrekció (NMO) végzésére is alkalmassá tett speciális processzor.

Továbbfejlesztettük és kidolgoztuk a többszörös fedésű tengeri szeizmikus mérések felvétellel egyidejű feldolgozására alkalmas programcsomagját, amely tartalmazza az irányító és szervező főprogramot, valamint a beadó, demultiplexáló, fixpontosító és amplitúdó-szabályozó, dinamikus korrekciót végző, összegező, sávszűrő, dekonvolúciós, mágnesszalagra felíró és a szelvényírást végző programokat.

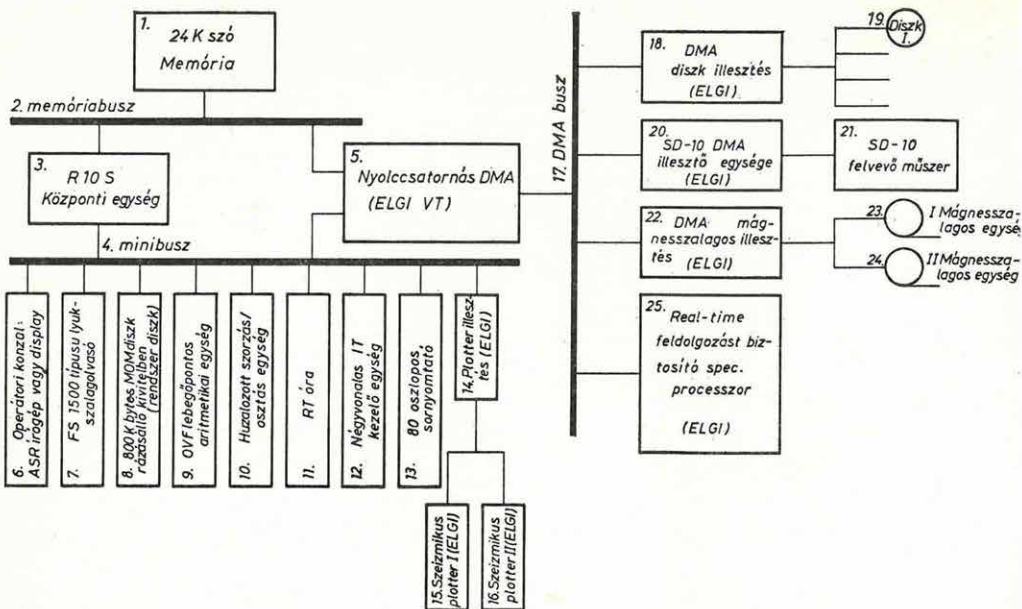
Az ismertetett adatgyűjtő és expresszfeldolgozó berendezéssel a kísérleti méréseket nemzetközi kooperáció keretében megkezdtük.

Az 1975. évben beszerzett VIBROSEIS felszereléssel kapcsolatos műszeres és kísérleti módszertani feladatokat sikerrel oldottuk meg.

A vibrátoros szeizmikus rendszer három eleme a vibrátor, a szeizmikus felvevő műszer és egy számítógépes irányító-, összegző-, korreláló központ. A Texas Instruments cég által kifejlesztett CFS—1 számítógépvezérelt felvevő rendszer a DFS—IV típusú digitális felvevőműszert kapcsolja a nagyteljesítményű és sebességű R—980A típusú rázásálló számítógéphez, és így oldja meg a VIBROSEIS rendszer követelményeit.

* Bodoky T., Komjáthy J., Korvin G., Németh G., Mészáros J., Posgay K., Sipos J.

** Trademark of Continental Oil Company



34. ábra A tengeri adatgyűjtő- és expressz feldolgozórendszer blokkvázlata

Fig. 34 Block diagram of offshore data-collecting and processing system

Рис. 34. Схема бортовой системы для сбора и экспресс обработки данных

Fig. 34. Explanations:

1. 24 K word memory; 2. memory bus; 3. central unit; 4. minibus; 5. 8 channel DMA; 6. operator's consol: typewriter or display; 7. FS—1500 type punch tape reader; 8. ruggedized 800 K bytes MOM disc (system disc); 9. floating point arithmetic unit; 10. wired multiplication and division unit; 11. real time clock; 12. four level IT handling unit; 13. 80 column line printer; 14. plotter interface; 15. seismic plotter I, 16. seismic plotter II. 17. DMA bus; 18. DMA disc interface; 19. Disc I. 20. SD—10—DMA interface; 21. SD—10 recorder; 22. DMA magnetic tape unit interface; 23. magnetic tape unit I. 24. magnetic tape unit II. 25. real time data processor.

Рис. 34. Объяснения

1. Память на 24 к слов. 2. Шина памяти. 3. Центральное устройство. 4. Шина ввода-вывода. 5. 8 — каналный КПД. 6. Операторская консоль: пишущая машинка ASR — 33 или дисплей VT—50. 7. Вводное устройство с перфоленты типа FS — 1500. 8. Диск MOM с объемом 800 К байт в вибростойком исполнении. 9. Арифметическое устройство с плавающей запятой. 10. Блок аппаратного умножения/деления. 11. Часы реального масштаба времени. 12. 4 — линейное устройство для обработки прерываний. 13. 80 — колонное АЦПУ. 14. УСО плоттера. 15. Сейсмический плоттер. 16. Сейсмический плоттер. 17. Шина КПД. 18. УСО диска. 19. Диск 1. 20, УСО СД — 10 к КПД. 21. Сейсмостанция СД — 10. 22. УСО НМЛ к КПД. 23. НМЛ 1. 24. НМЛ 2. 25. Спецпроцессор, обеспечивающий обработку в реальном масштабе времени.

Az ELGI — mivel az SD—10 szeizmikus berendezés rendszertechnikailag közel áll a DFS—IV típusú műszerhez — célul tűzte ki ennek illesztését a CFS—1 számítógépes rendszerhez és ezzel a hazai gyártmányú felvevő berendezés felhasználását VIBROSEIS mérésekhez.

Az SD—10 és DFS—IV közötti leglényegesebb különbségek: az erősítésszabályozás (bináris, ill. lebegőpontos) és az erősítő és visszajátszó egység felépítése (önálló kontroll logikájú, illetve nélküli megoldás).

A kifejlesztett illesztőegység biztosítja, hogy a jelszintek, a vezérlés időkiosztása és a csatlakozópontok szempontjából a CFS számítógép rendszer az SD—10 és a DFS—IV műszereket azonosként érzékelje. Így a teljes berendezés rendszertechnikai szempontból megegyezik a CFS—DFS konfigurációval.

A rezgéskeltők hidraulikus meghajtású „Birdwagen” traktorra épített Failing Y—1100—CA típusú vibrátorok.

Az üzembeállítás és a módszertani kísérleti méréseket a Hajdúságban, az OKGT megbízásából 1974—1976-ban felmért területen végeztük. Itt rendelkezésünkre álltak összehasonlításként a robbantásos rezgéskeltéssel készült szelvények és lehetséges volt a területi sajátosságokból, illetve az új mérési technikából adódó problémák szétválasztása.

Az üzembeállítás során a CFS—1—SD—10/21 terepi műszeregység igen jól vizsgázott.

Módszertani kísérleti méréseink helyét a hajdúsági helyszínrajzon (26. ábra) tüntettük fel. Vonalaink közül a „KaMS—18/76 jelű, igen mély, míg a VÉV—32/76 jelű inkább sekély medenceterületen húzódtott. A mérések célja azon mérés-technikai, illetve metodikai kérdések tisztázása volt, amelyek az előzetes szakirodalmi tanulmányok alapján nem voltak kielégítően megválaszolhatók.

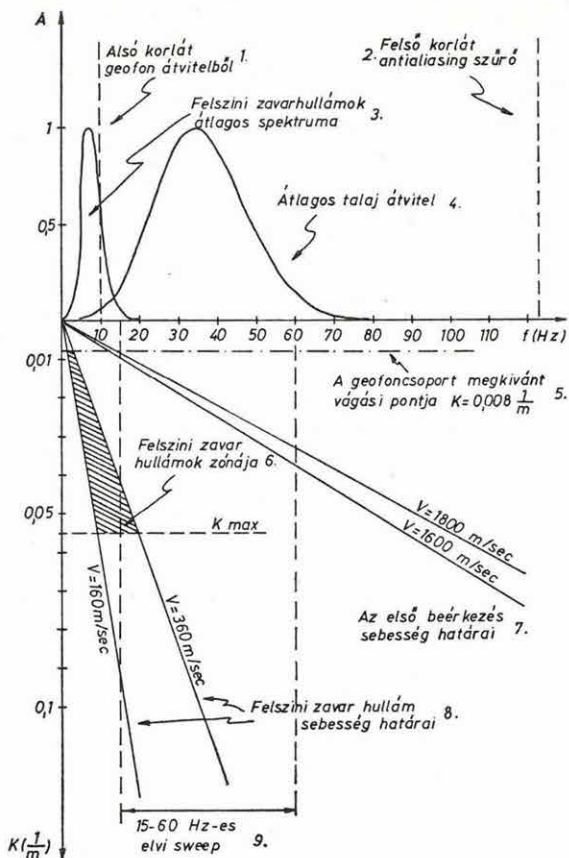
Kísérleti méréseinknél a regisztrált rezgések alsó frekvenciakorlátját a geofonok (GSC—11D) átvitele szabta meg. Ez, az amplitúdó-karakterisztikát tekintve, 10 Hz, de a fáziskarakterisztikát figyelembe véve, ennél nagyobb érték. A felső frekvencia korlát a 2 ms-os mintavételezésnek megfelelő antialiasing szűrő 125 Hz-es vágási pontja volt.

Korábbi tapasztalataink alapján a mérési terület átlagos talajátviteli görbéjét 35 Hz csúcsfrekvenciájú, az átlagos felszíni zavarhullám spektrumát pedig 7,5 Hz csúcsfrekvenciájú Ricker elemi hullám (wavelet) spektrumával vehetjük azonosnak.

A felsorolt adatokat a 35. ábrán tüntettük fel. A két spektrum amplitúdóját az egyszerűség kedvéért azonosnak vettük fel. A diagram alapján a megengedett sáv nagyobb szélessége kb. 14—64 Hz, azaz alig szélesebb 2 oktávnál. Így az elvileg kiválasztható optimális jelhatárok 15 és 60 Hz; kísérleti mérésekre csak az ellenőrzés kedvéért volt szükség.

A VIBROSEIS mérések egyik nagy problémáját a vibrátorok által keltett zajok jelentik. Ezek közül a kísérő felharmonikusok hatásával és kiküszöbölési lehetőségeivel részletesebben kell foglalkoznunk.

A vibrátorok a kívánt frekvenciatarok között növekvő vagy csökkenő frekvenciájú vibrátorjel (sweep) mellett ezek felharmonikusait is keltik. A korreláció során ezen felharmonikusok korrelációs jele időben eltolva — mint kísértet



35. ábra

A kísérleti terület frekvencia-tartománybeli vizsgálata a vibrátorjel határfrekvenciáinak kiválasztására

Fig. 35

Investigation of the frequency characteristics of the test area for determining the sweep frequencies

1 lower frequency limit from geophone response; 2 upper frequency limit from anti-aliasing filter; 3 average spectrum of ground roll; 4 average ground frequency response; 5 desired cut of geophone array; 6 zone of ground roll; 7 velocity limits of first arrivals; 8 velocity limits of ground roll; 9 theoretical 15-60 Hz sweep

Рис. 35.

Исследование экспериментального участка в области частот для выбора граничных частот вибрационного сигнала

reflexió — menthetetlenül megjelenik, mégpedig növekvő frekvenciájú jelsorozat esetén időben a valódi autokorrelációs jel (Klauder wavelet) előtt, csökkenő frekvenciájú jelsorozat esetén azonban utána. A felharmonikusok keltése ugyan elkerülhetetlen, de a jel megválasztásával szabályozhatjuk a kísértetreflexió megjelenési helyét. Könnyen belátható, hogy a Klauder wavelet és az első felharmonikushoz tartozó kísértetreflexió kezdete közötti időkülönbség:

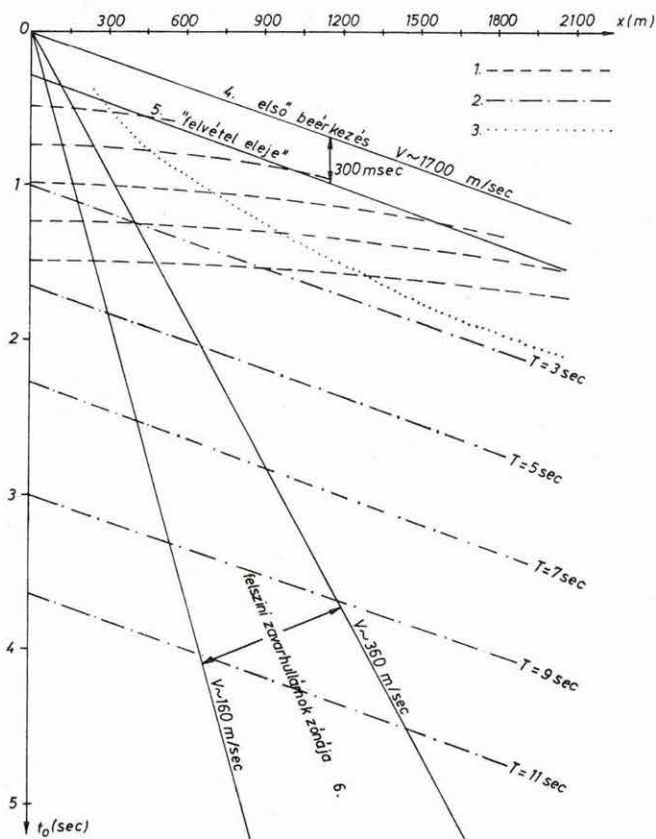
$$T_g = \frac{f_a T}{f_l - f_a}$$

ahol f_a a jelsorozat alsó, f_l a felső frekvencia határa, T pedig a jelsorozat időtartama. Kétótvány jelsorozat esetén:

$$T_g = \frac{T}{3}$$

A korábbi mérések alapján az első beérkezések sebességét 1700 m/s-nek véve, út-idő diagramot készítettünk (36. ábra). Kiszámítottuk és becslőztük az első felharmonikushoz tartozó, az első beérkezésnek megfelelő kísértetreflexió

út-idő görbéit, különböző hosszúságú, csökkenő frekvenciájú vibrátorjelek mellett. Tekintve, hogy 5 s hasznos jeltartományt tételezünk fel és a műszerezettség engedte maximális vibrátorjel-hossz 11 s, a diagramból látható, hogy csökkenő frekvenciájú vibrátorjellel — amely ugyan a vibrátorok szempontjából előnyösebb — nem szabadulhatunk meg a kíséretreflexiók zavaró hatásától. Ugyanakkor a terület zavarhullám adottságai megengedik a rövidebb vibrátorjel használatát is, amely gazdaságossági szempontból előnyös. Mindezek figyelembevételével a növekvő frekvenciájú vibrátorjel mellett döntöttünk, tényleges hosszát pedig az egyes vonalakon kísérleti mérésekkel határoztuk meg.



36. ábra A kísérleti terület várható út—idő görbéinek vizsgálata a terítési paraméterek meghatározására; 1. reflexiós út-idő görbék; 2. kíséretreflexiók út-idő görbéi; 3. torzítámentes átvitel határa $0.008 \frac{1}{m}$ vágásnál

Fig. 36 Investigation of the travel time curves to be expected on the test area for determining spread parameters
1 time-distance curves of reflections; 2 time-distance curves of ghosts; 3 limit of undistorted signal transfer at $0.008 \frac{1}{m}$ cut; 4 first arrival; 5 the "beginning of the record"; 6 zone of ground roll

Рис. 36. Исследование ожидаемых годографов экспериментального участка для определения параметров установки

A geofonbázis-távolságot korábbi tapasztalatok alapján 50 m-nek választottuk.

Az út-idő diagramba — 300 ms vágási sávot feltételezve a feldolgozásnál — berajzoltuk a felvétel lejét; így a diagram alapján, a megengedhető maximális rezgéskeltés-geofon távolság 1800 m, a maximális offset 650 m. Az offset tényleges értékét kísérleti mérésekkel határoztuk meg.

A frekvencia-átvitel diagramot frekvenciasíkká egészítve ki (35. ábra), berajzoltuk a felszíni zavarhullámok és az első beérkezések zónáját, így kiolvasható a csoportosításoktól megkívánt vágási és az előforduló maximális hullámszám értéke. Ezekből 130—150 m csoportosítás-hossz és 8—10 m csoporton belüli geofontávolság számítható.

A számított adatokat és a gyakorlati követelményeket összevetve a vibrátor-csoportosítás hosszát 100 m-nek, belső távolságát pedig 10 m-nek választottuk. Mivel a vibrátor-csoportosítás ezzel alulméretezett lett, fontos volt, hogy a területen legyen a legalább 150 m-es csoportbázis, vagy valamilyen ezzel egyenértékű szűrőrendszer. Ezt — ismét gyakorlati okokból — egymásból folyamatosan csatlakozó, geofonbázis-távolság hosszúságú geofoncsoportok és a műszerbemenet előtti keverés együttesével valósítottuk meg.

Megvizsgáltuk a korai beérkezések torzítását és az út-idő diagramon feltűnttük a teljesen torzítatlan átvitelű zóna határát. Ennek különösen a sekély szintek kutatásánál van fontos szerepe.

A vertikális összegyszámot kísérleti mérésekkel határoztuk meg.

A 37. ábránkon a változtatható paraméterek egy kísérletsorozatát mutatjuk be

A Corollpress—3 színes szelvényíró berendezés (38. ábra) az előző típus továbbfejlesztett változata. Digitálisan, számítógéppel vagy 9 sávos mágnesszalagos egységgel vezérelhető, s egyszerre három szín alkalmazását teszi lehetővé.

Működési elve: a dob forgásával szinkronizálva jut az információ az átmenő puffer-tárból, az íráslogika és vezérlőegységen keresztül az elektromechanikus írófejekbe. Az írógörgők logikai „1” jel esetén a regisztráló közegen festéknyomot hagynak. Az írófejek a forgódob tengelyével párhuzamos irányban folyamatosan mozognak.

Az írógörgők különböző színei és a digitális vezérlés lehetővé teszi a színes szeizmikus szelvények megjelenítésén kívül a színes izovonalas térképek rajzolását és tetszőleges alfanumerikus információk megjelenítését is.

Műszaki paraméterek:

regisztráló közeg: normál, famentes nyomdapapír, vagy poliészter fólia;

VIBROSEIZ KISÉRLET (VéV-16/76 Up:42⁷⁵ T:47⁰⁰-58⁵⁰)

SWEEP FREKVENCIA KISÉRLET

SWEEP HOSSZ KISÉRLET

SWEEP SZÁM KISÉRLET

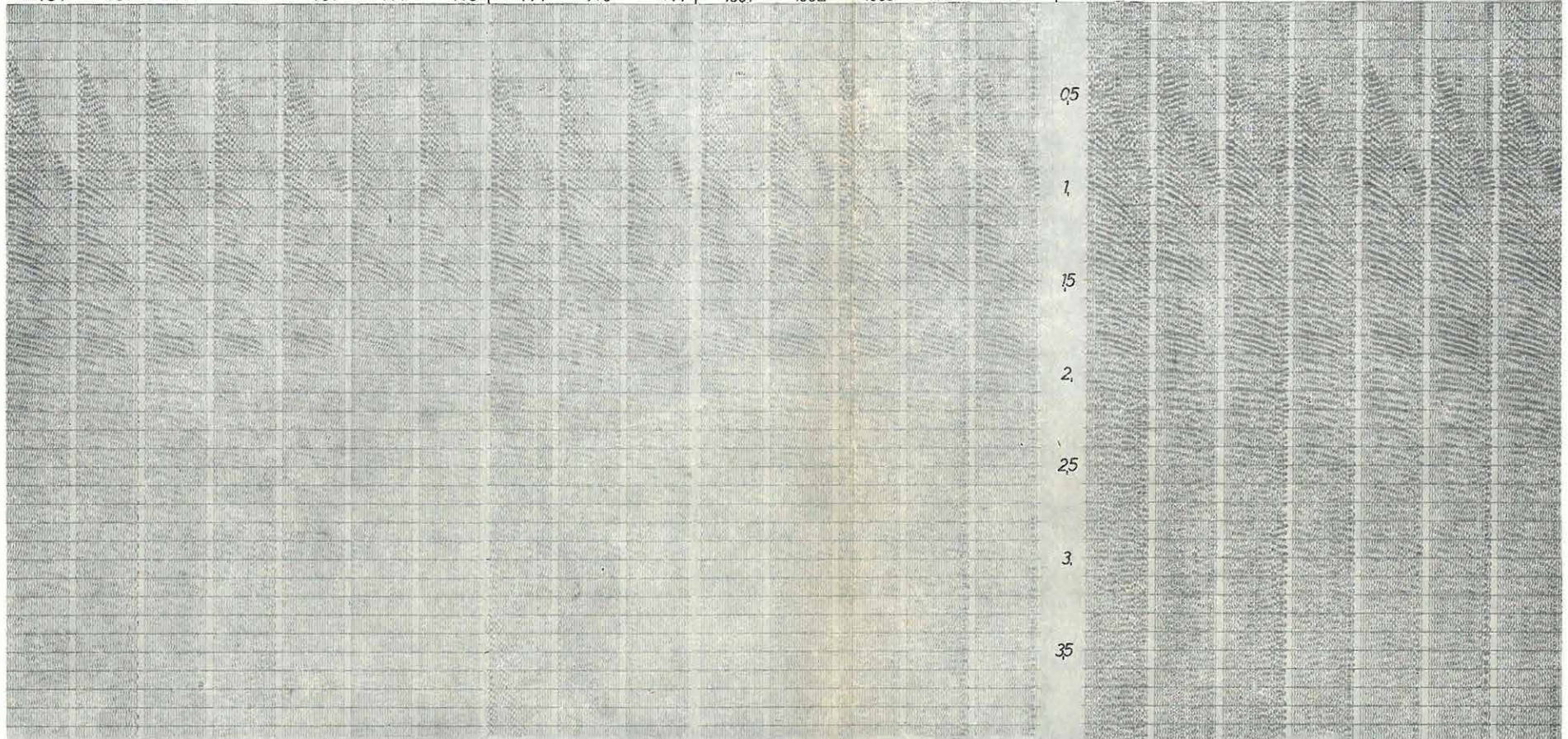
UPSWEEP

DOWNSWEEP

UPSWEEP

UPSWEEP

754 761 763 765 767 771 773 774 776 777 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1010 1011 1012 1013 1014



10-40Hz 12-46Hz 14-56Hz 16-64Hz 18-72Hz 20-80Hz 22-88Hz 48-12Hz 56-14Hz 64-16Hz

3sec 5sec 7sec 9sec 11sec

1x1 2x1 4x1 4x2 4x4 4x8 4x16

SWEEP HOSSZA: 7sec
 SWEEPEK SZÁMA: 5x3
 KEVERÉS: 35%

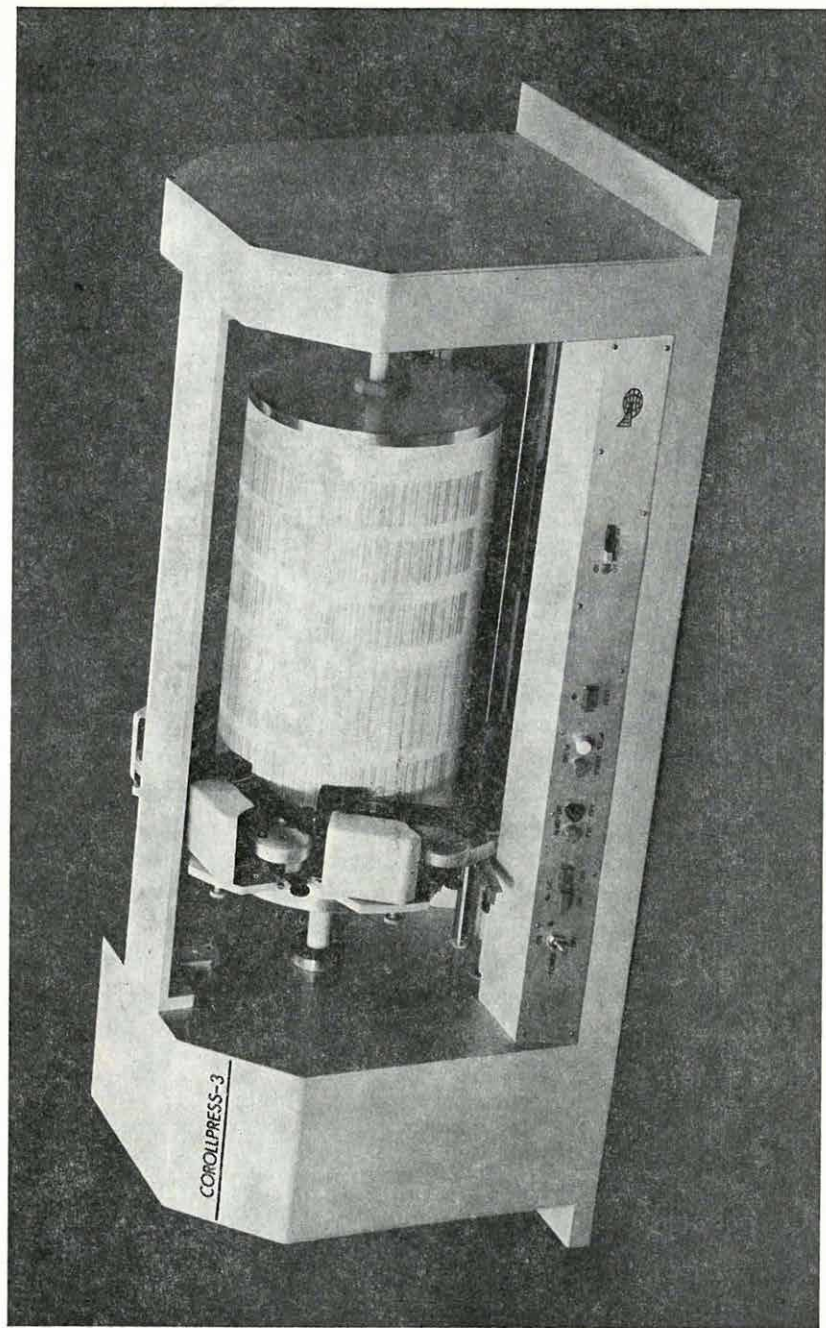
SWEEP FREKVENCIA: 16-64Hz
 SWEEPEK SZÁMA: 5x4
 KEVERÉS: 35%

SWEEP FREKVENCIA: 16-64Hz
 SWEEP HOSSZA: 7sec
 KEVERÉS: 35%

37. ábra VIBROSEIS-paraméterek kísérletsorozata

Fig. 37 Test series of VIBROSEIS parameters

Рис. 37. Экспериментальное определение параметров ВИБРОСЕЙС



38. ábra Digitális vezérlésű színes-szelvényíró

Fig. 38 Digital colour plotter

Рис. 38. Цветной построитель разрезов с цифровым управлением

színek: kék, sárga, piros, fekete;
 írógörgő: 1,5 mm átmérőjű, 0,1 mm élvastagságú zafírgörgő;
 írási sebesség: 5000 pont/s írófejenként (3 fejnél 15 000 pont/s);
 írási pont méretek: 0,2 × 0,15 mm;
 dob forgási sebessége: 100 r.p.m.;
 megjelenítési pontosság: 0,1 mm;
 teljesítmény-szükséglet: 250 VA (220 V ac ± 10 %; 50 Hz ± 1 Hz);
 szélesség: 400 mm;
 magasság: 350 mm;
 súly: 40 kp.

A szeizmikus adatfeldolgozás programrendszerét az év folyamán a következő eljárásokkal bővítettük:

- a) a lineáris és súlyozott migráció újabb változatai;
- b) automatikus statikus korrekció;
- c) digitális színes szelvényíró off-line változatának programjai.

Elméleti és módszertani munkáink a következő témá-pontokat érintették:

1. inhomogén közegekben való hullámterjedés elmélete;
2. VIBROSEIS dekonvolúció;
3. automatikus sebesség-kiértékelés;
4. spektrum- és abszorpciószámítás;
5. amplitúdóbű feldolgozás.

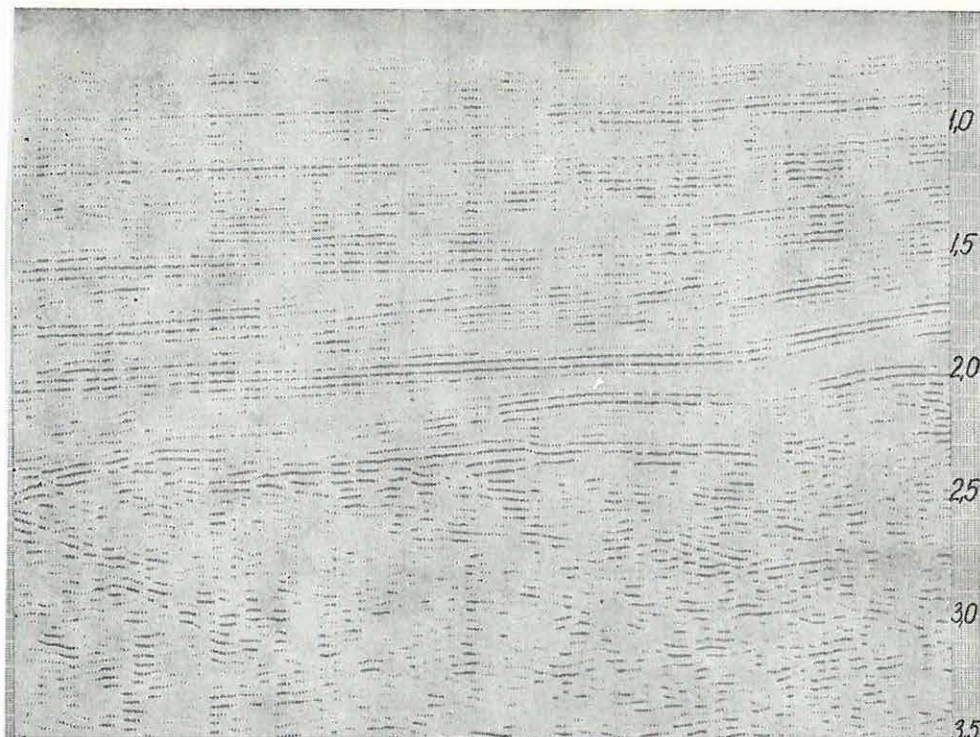
A lineáris migráció új változata max. 385 csatornaszámmig használható; megadható, hogy a diffrakciós hiperbolák mentén szétterített jelek torzulása egy adott százalékot ne haladjon meg. A migrált szelvény időben változó normálása kétféleképpen végezhető: az összegzésben résztvevő csatornák számának négyzetgyöke vagy a fázisban összegzett jelek várható száma szerint.

A súlyozott migráció a lineáris eljárástól csak az összegzések végrehajtásának módjában különbözik. Két súlyozási algoritmust dolgoztunk ki: az összegzésben résztvevő jelek előjeleinek statisztikája alapján végzett polaritás koincidencia-analízist és a klasszikus hasonlóság-vizsgálatot. A 39 ábrán a 28. ábrán közölt V_é-25/76-os időszelvény egy szakaszának lineárisan, valamint a hasonlósági kritérium szerint súlyozott migrációja látható.

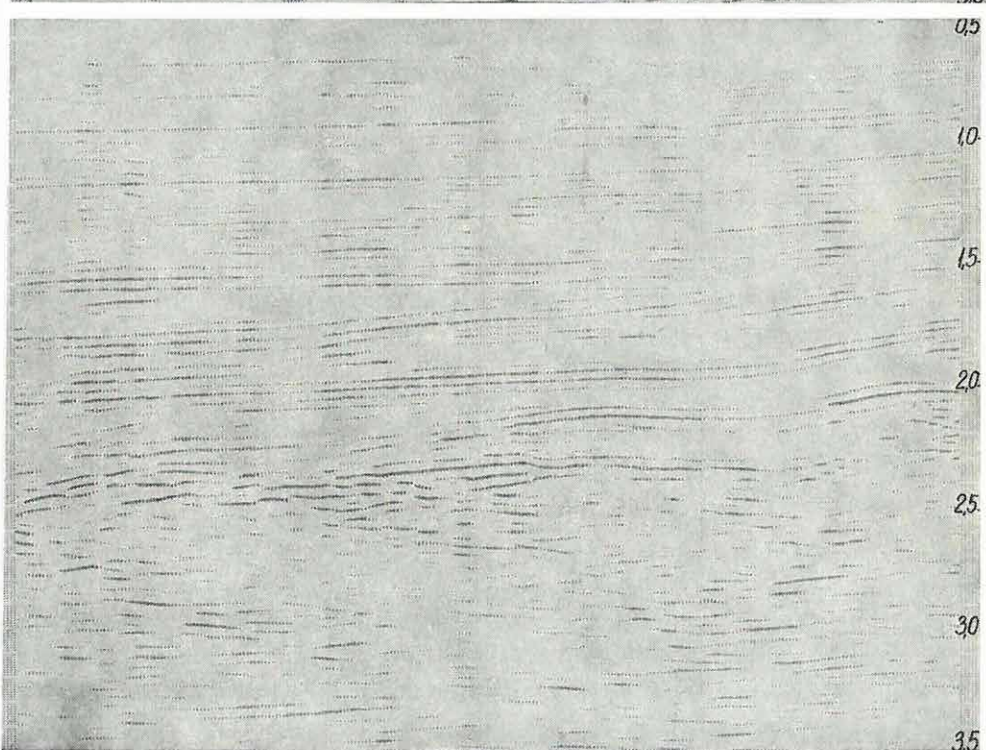
39. ábra V_é-25/76 szelvény (28. ábra) lineáris (a ábra) és a hasonlósági kritérium szerint súlyozott (b ábra) migrációja →

Fig. 39 Weighted migration stack of reflection time section V_é-25/76 (Fig. 28)a) linear weighting, b) weighting according to similarity factor →

Рис. 39. Миграция профиля V_э-25/76 (рис. 28 а и б) взвешенная. Линейно и на основании критерия подобия →



a.



b.

2.2 GEOELEKTROMOS MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK*

Geoelektromos módszer- és műszerkutatásunk három témakörbe csoportosítható:

1. gerjesztett potenciál mérések és műszerkonstrukció;
2. geoelektromos mérések feldolgozásának automatizálása;
3. magnetotellurikus módszertani mérések földtani problémák kutatására.

A gerjesztett potenciál módszertani kutatás a lecsengési görbék analizisére irányult.

A gerjesztett-potenciál mérések régóta ismert problémája, hogy az anomáliák nagysága a mérőműszerek paramétereitől függ és nem tudunk különbséget tenni a szulfidos ércesedéstől, a grafit-hintéstől vagy egy porózusabb összetételtől származó anomáliák között. Ehhez — időtartományban — nemcsak a teljes lecsengési görbét kell mérnünk, hanem a görbe alakját matematikailag is le kell tudnunk írni. Ezért a $t = 10^2 - 10^5$ ms tartományban kerestük azt az $U_{GP} = f(t)$ függvényt, amely a GP lecsengési görbét legjobban megközelíti. Wait (1959) és Roussel (1962) eredményeiből kiindulva az alábbi összefüggésre jutottunk.

$$f(t) = \sum_{i=1}^n A_i \exp(-t/\tau_i) + dyt + U_R \quad (1)$$

ahol A_i az i -edik komponens amplitúdója [μV]

τ_i az i -edik komponens időállandója [s]

dy a lineáris komponens [$\mu V/s$]

U_R a remanens potenciál [μV]

t a kikapcsolástól eltelt idő [s].

Az összetett lecsengési görbe végső szakaszából először a dy és U_R értékét határoztuk meg a következő összefüggésekből.

$$dy = \frac{1}{\Delta t} \frac{(U_{s-5} - U_{s-4})(U_{s-1} - U_s) - (U_{s-3} - U_{s-2})^2}{2(U_{s-3} - U_{s-2}) - [(U_{s-5} - U_{s-4}) + (U_{s-1} - U_s)]} \quad (2)$$

és

$$U_R = \frac{(U_{s-5}U_{s-3} - U_{s-4}^2) - dy^2 \Delta t^2 - dy(U_{s-5}t_{s-3} + U_{s-3}t_{s-5} - 2U_{s-4}t_{s-4})}{U_{s-5} + U_{s-3} - 2U_{s-4}} \quad (3)$$

* Bojár G., Draskovits P., Erkel A., Nemesi L., Rezsényi G., Simon P., Széles S., Varga G., Verő L.

ahol $U_{s-5}, U_{s-4} \dots U_s$ a lecsengési görbéből egyenlő időközönként vett utolsó 6 minta;

t_s az utolsó mintavételezés időpontja;

Δt a mintavételezés időköze.

Mind az U_R , mind a dy tartalmazza a mérési hibákat is (pontatlan PS kompenzálás, műszerjárás, természetes és mesterséges eredetű zajok: például nagy periódusú tellurikus változások, illetve a mérőelektróda elektrolitjének filtrációja), ennek ellenére előjelük nem véletlenszerű volt. Ezért feltételezhető, hogy e két komponens is a gerjesztéssel szoros kapcsolatban levő elektrokémiai reakciókat ír le, mégpedig vagy a gerjesztés során a talajban kialakult „akkumulátorok” kisülését (ez közelítőleg lineáris folyamat), vagy egy, az exponenciális GP komponensekhez hasonló, de nagy időállandójú ($\tau_R \sim 100-200$ s) folyamatot. A két lehetőség között azért nehéz választani, mert a nagy időállandójú exponenciális változás a mérési tartomány egy szakaszán alig tér el a lineáristól.

Az U_R és dy előjelében mutatkozó szabályosság lehetővé teszi, hogy értéküket a (2) és (3) egyenletben leírtaknál egyszerűbben határozzuk meg.

Az exponenciális komponensek amplitúdóit és időállandóit a tényezőkre bontás módszerével határozzuk meg. Tapasztalataink szerint a lecsengési görbét 4–5 tényezőre lehet bontani, amelyek időállandói a 0,1–100 s tartományba esnek. Ilyen feltételek mellett a legmegfelelőbb az a változó időközű mintavételezés, ahol a mintavételezési időpont a

$$t_k = ab^k \quad (4)$$

összefüggést adja meg, amelyben

a = a legelső mintavételezés időpontja;

b = a mintavételezés sűrűségét meghatározó tényező.

Ha a és b értékét 2 hatványaiként írjuk fel és a 10^2-10^5 ms tartományban sűrű mintavételezést akarunk biztosítani akkor célszerű megoldás:

$$a = 2^x; x = -4; b = 2^y; y = 0,1; 0 \leq k \leq 110. \quad (5)$$

Ha két szomszédos mintából meghatároztuk a

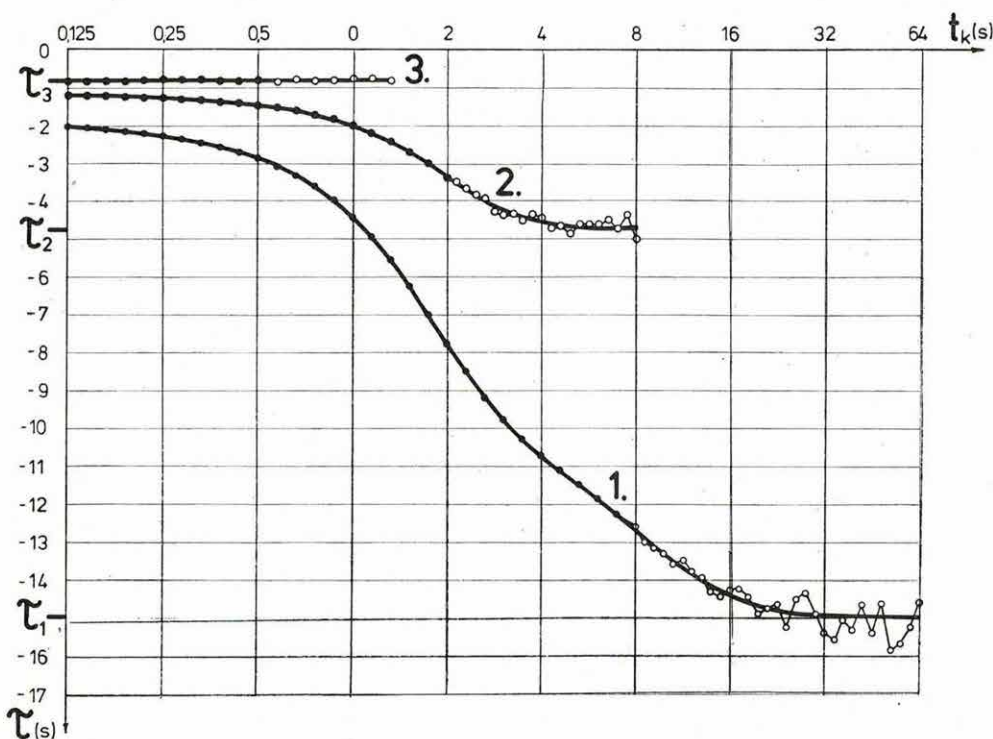
$$\tau(t_k) = \exp \left[(x + ky) \ln 2 - \ln \ln \frac{U_k}{U_{k+1}} + \ln (2^y - 1) \right] \quad (6)$$

értékeket és ezeket ábrázoljuk t_k függvényében, változó értékeket kapunk mindaddig, míg több komponens alakítja ki a lecsengési görbét (40. ábra). Ha viszont $\tau(t_k) = \text{állandó}$, akkor már csak egyetlen komponens hatása érvényesül, amelynek időállandója éppen ez a τ . Hasonló módon határozhatjuk meg ennek a komponensnek az amplitúdóját az

$$A(t_k) = U_k \left(\frac{U_k}{U_{k+1}} \right)^{\frac{1}{2^y - 1}} \quad (7)$$

függvény ábrázolásával.

A_1 és τ_1 ismeretében elvégezzük a tényezőkre bontás első lépését; az U_R és dy értékekkel korrigált lecsengési görbéből levonjuk az első komponens ($A_1 e^{-t/\tau_1}$). A maradékokból — teljesen hasonló módon (40. ábra 2. görbéje) — határozhatjuk meg τ_2-t , ill. A_2-t és ezt folytatjuk, amíg csak egyetlen komponens marad.



40. ábra Az időállandók meghatározása

Fig. 40 Determination of time constants

Рис. 40. Определение временных характеристик

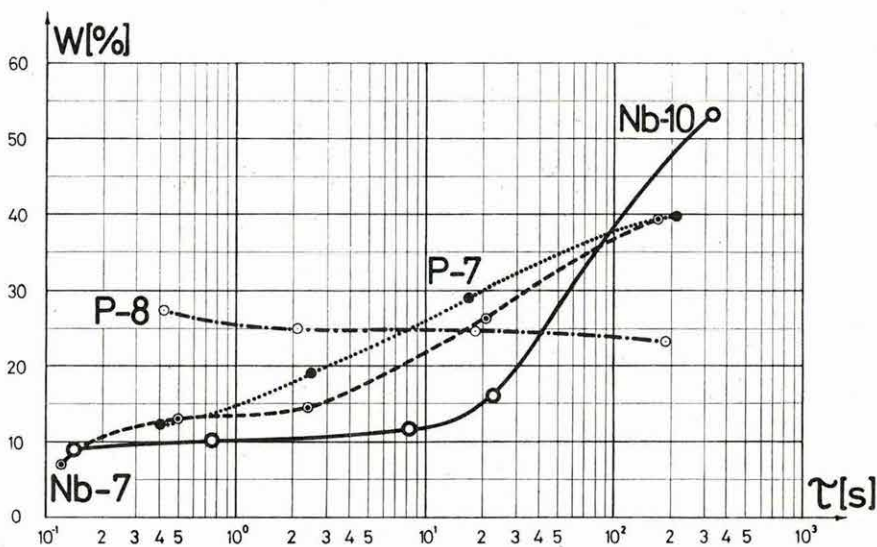
A kísérleti méréseket analóg regisztrálással végeztük. A lecsengési görbe amplitúdóját az adott idősor szerint kiolvastuk, a feldolgozást pedig programozható számológéppel végeztük.

A GP komponensek amplitúdóját és időállandóját igen sok tényező befolyásolja: az ércszemcsék anyagi minősége, az ércszemcsé nagysága, alakja és fajlagos ellenállása, a rétegvíz ionkoncentrációja, az érc és a befogadó közeg struktúrája stb. Ezért nem remélhető, hogy a felsorolt tényezők közül a legfontosabbra, az anyagi minőségre minden esetben egyértelműen választ tudjunk adni.

Először a Börzsönyben mértünk négy, ércesedés szempontjából különböző mélyfúrás környékén. A befogadó közeg mindenütt piroklasztikum, szubvulkáni

intrúziók és lávaárak váltakozásából áll. Az Nb—10 fúrásban két szintben (20—30 és 140—180 m) van iparilag is jelentős ércesedés, de a pirittartalom ezeken kívül is eléri a 10%-ot. Az Nb—7 mélyfúrásban a pirittartalom 0,5—10% között változik, több helyen 1 m-nél szélesebb agyagásványos telérkitörés van. Ezekben a pirit a főásvány, 10—30%-os arányban. A P—7 mélyfúrásban a pirittartalom mértéke csak néhol éri el a 6%-ot, általában 1—2%, a P—8-ban viszont csak helyenként van szórványos piritbintés.

A lecsengési görbék tényezőkre bontásával kapott $W_i-\tau_i$ diagramok láthatók a 41. ábrán. Az Nb—10-nél feltűnő a legnagyobb időállandójú komponens (remanens potenciál) nagy értéke. Mind az Nb—7, mind a P—7 mélyfúrásnál ugyanez a komponens adja a legnagyobb amplitúdót, de a többi komponenshez képest a növekedés csak 2,5—3-szoros. Ezeketől igen eltérő a P—8 diagramja, amelyben valamennyi komponens azonos amplitúdóval jelentkezik.



41. ábra A Börzsönyben mért ($W-\tau$) diagramok

W_i az amplitúdók összegére (ΣA_i) normált szekunder amplitúdó

Fig. 41 ($W-\tau$) diagrams from the Börzsöny Mountains; W_i — secondary amplitudes normalized to (ΣA_i)

Рис. 41. Диаграммы ($W-\tau$), измеренные в Бержэни

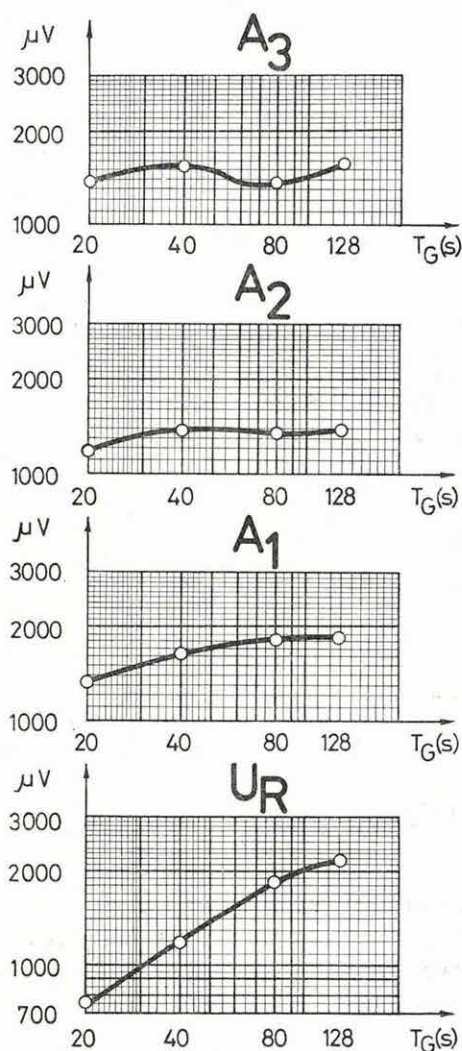
W_i — вторичная амплитуда, нормированная по сумме амплитуд (ΣA_i)

Másik mérési területünkön (Rudabánya) a befogadó kőzet mezozoos agyagpala. Az ércesedésre vonatkozó adatok — fúrások, anyagvizsgálatok hiányában — nem állnak rendelkezésünkre, csak annyi ismert, hogy az agyagpalában helyenként szulfidos ércesedés is található. Az értelmezésre csak további mérések és fúrási adatok birtokában vállalkozhatunk.

Mind Börzsönyben, mind Rudabánya környékén végzett méréseink közös jellemvonása, hogy:

- az összetett lecsengési görbe 4–5 exponenciális komponens eredőjeként írható le;
- a remanens potenciálnak a többi komponenshez viszonyított értéke jellegzetes eltérést mutat a különböző földtani felépítésű területeken;
- a gerjesztési idő (T_G) növelése elsősorban a remanens potenciál amplitúdóját növeli. Jellemzőes példája látható ennek a 42. ábrán.

A GP lecsengési jelek analizálásának csupán első kísérleteiről számolhatunk be. A méréseket és az analizist tovább kell folytatnunk, mert a földtani-ércföldtani



42. ábra A gerjesztési idő hatásának vizsgálata

Fig. 42 The study of the effect of charging time

Рис. 42. Исследование влияния времени возбуждения

viszonyok és az $A-\tau$ diagramok közti kapcsolat csak statisztikus-empirikus úton ismerhető meg. Mérési módszerünket — az analóg technika adta kereteken belül is — javítanunk kell, mert az értékes időállandó-tartomány nagyobb mint a regisztrálási idő, amit az adott műszer-együttessel el tudunk érni. Az $A-\tau$ diagramokban mutatkozó eltérések alapján van lehetőség arra, hogy a GP-anomáliákat az ércesedés kifejlődése szerint minősítsük.

Geoelektromos műszerfejlesztésünk célja digitális ellenál'ás- és gerjesztett-potenciál mérőberendezés kialakítása.

A DIAPIR jelű műszer digitális, automatikus, potenciál- és gerjesztett-potenciál, valamint fajlagos ellenállás-mérő berendezés, amely az AB körrel való konduktív kapcsolat nélkül is közvetlenül a ρ_k értékét méri és jelzi ki 3 számjegyes pontossággal. Ezért a legáltalánosabb AMNB-elrendezésen kívül dipol-dipol szelvényezésre és potenciáltérképezésre is használható. Referencia-feszültséget előállító egysége révén pedig nagy-pontosságú potenciálkülönbség-mérő is, így a DIAPIR az egyenáramú geoelektromos műszerek univerzális mérőműszerének is tekinthető.

A gerjesztett potenciált oly módon méri, hogy az eredmények jelalak-analízisre is alkalmasak. A kijelzőn 0,1%/bit pontossággal a

$$Pa_k = \frac{U_k}{U_e} \cdot 100 [\%]$$

látszólagos polarizálhatóság (más jelöléssel η_a) olvasható le, ahol

U_k a lecsengési görbéből t_k időpontban vett minta;

U_e a primér jel nagysága.

A hagyományos időtartománybeli (TD) műszerekben t_k rögzített érték a DIAPIR-nál viszont a t_k -t a

$$t_k = a_j b^k$$

összefüggés adja meg, ahol

a_j az első mintavételezés időpontja;

b a mintavételezés sűrűségét meghatározó tényező (részletesebben lásd a módszertani részben).

Rutinmérésekhez a következő paramétereket találtuk a legmegfelelőbbnek:

$$a_1 = 125 \text{ ms}; b = 2; 0 \leq k \leq 4.$$

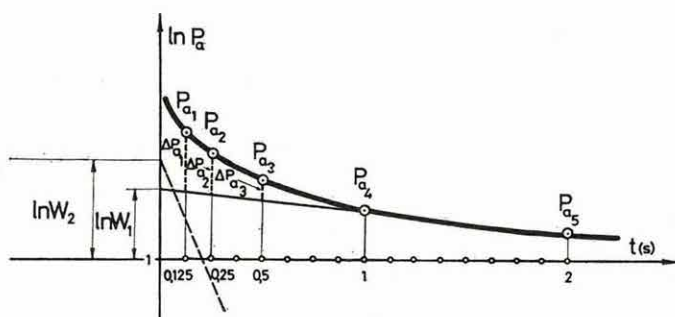
Ha a lecsengési görbe későbbi szakaszának vizsgálatára is szükség van és a jel/zaj viszony lehetővé teszi, $a_2 = 1 \text{ s}$, illetve $a_3 = 8 \text{ s}$ is beállítható a műszeren (b és k változatlan).

A gerjesztési idő (T_G) a mérési ciklus hosszától függően választható meg.

A DIAPIR jelű műszerrel végzett mérések a szokásos TD mérésekkel azonos eredményt adnak, ha csak a P_{a_1} vagy P_{a_2} (43. ábra) értékeit vesszük figyelembe. Már az is több információt jelent, ha a P_{a_1} — P_{a_5} értékeket, azaz a lecsengési görbe meredekségére jellemző paramétert ábrázoljuk. Közelítő pontosságú tényezőkre bontást is végezhetünk akár öt P_{a_k} érték alapján is. Mint a 43. ábrán látható P_{a_1} -ből és P_{a_5} -ből W_1 -et, azaz az első komponensnek a primér jelre normált amplitúdóját határozzuk meg, majd a maradékokból (ΔP_{a_1} , ΔP_{a_2}) W_2 -t. W_1 , vagy W_2 , ezek összege, egyes esetekben hányadosuk lehet az értelmezés alapja.

Kedvező mérési feltételek mellett a $t_k = 0,125$ — 128 s időtartományban végezhetünk mérést és az így kapott 11 P_{a_k} érték már több komponens szétválasztására is alkalmas.

A mérések gyors kiértékelését biztosítja, hogy a jelalakvizsgálat terepen is elvégezhető egy programozható zsebszámológéppel. Laboratóriumi, vagy speciális terepi mérések céljaira a mérés időtartománya mind a kisebb, mint a nagyobb t_k értékek felé bővíthető és lehetséges az egyenlő időközű mintavételezés is.



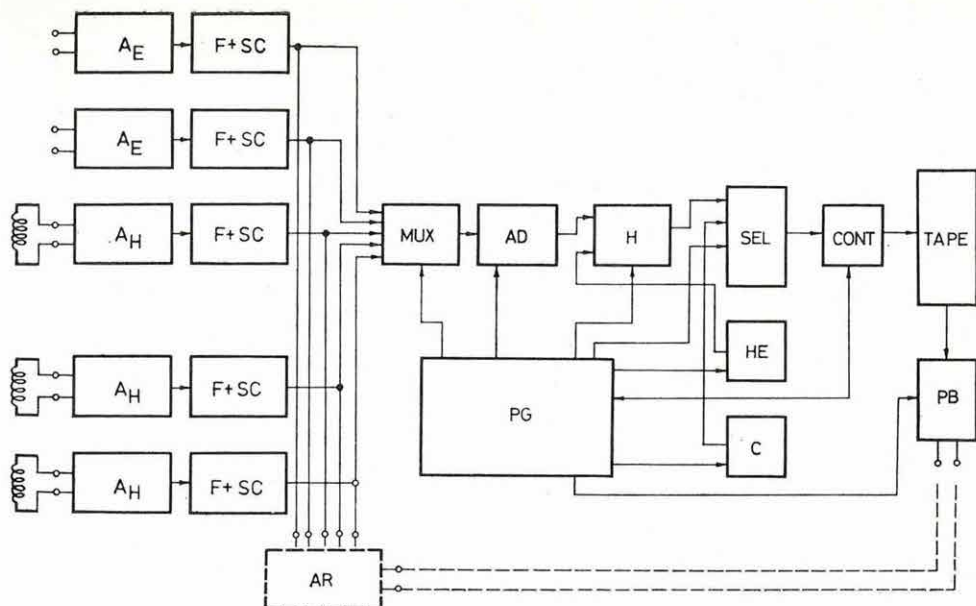
43. ábra A DIAPIR jelű műszerrel mért paraméterek

Fig. 43 Parameters recorded by the DIAPIR type instrument

Рис. 43. Параметры, измерение аппаратурой типа ДИАПИР

A digitális elektromos felvevő berendezés (DEF—1) építése és laboratóriumi bemérése 1976-ban az ötcsatornás analóg erősítő megépítésével és három indukciós szonda beszerzésével befejeződött. A teljes rendszer blokk-diagramja a 44. ábrán látható. A műszerrel végzett laboratóriumi mérések igazolták, hogy a teljes felvevő rendszer számítógép kompatibilis mágnesszalagos jelrögzítővel (Peltec), de ennél jóval gyengébb műszaki specifikációjú magnetofonokkal is működésképes. A berendezés teljes IBM és ESZR kompatibilitással rendelkezik.

A DEF—1 típusú elektromos felvevő berendezés fejlesztéséhez kapcsolódva elkészült a MINSZK—32-höz illesztett IBM formátumú mág-



44. ábra DEF-1 digitális elektromos felvevő-berendezés blokkvázlata

- A_E elektromos csatorna erősítője
 A_H mágneses csatorna erősítője
 F öt-állású szűrőegység
 SC utóerősítő, érzékenységváltó
 MUX multiplexer
 AD analóg-digitális átalakító
 H tárolók: 1 kbyte + 1 kbyte
 SEL szelektor
 $CONT$ kontrolller
 $TAPE$ mágneseszalagos egység
 PG programgenerátor
 HE fejléc
 C számláló
 PB visszajátszó egység
 AR analóg regisztráló

Fig. 44 Block diagram of digital electric field recorder DEF-1

Рис. 44. Блок-схема цифровой электроразведочной станции ДЭФ-1

- A_E усилитель электрического канала,
 A_H усилитель магнитного канала,
 F фильтр на пять диапазонов,
 SC дополнительный фильтр, переключатель чувствительности,
 MUX умножитель,
 AD аналог-цифровой преобразователь,
 H накопители: 1 кбайт + 1 кбайт,
 SEL селектор,
 $CONT$ контроль,
 $TAPE$ блок с магнитной лентой,
 PG программный генератор,
 HE оглавление,
 C счетчики,
 PB блок обратного проигрывания,
 AR блок аналоговой записи.

nesszalagos egységen keresztül az IBM (és ESzR) formátumú felvételek beadására és MINSZK—32 formátumú konvertálására szolgáló programrendszer. A magnetotellurikus terepi felvételek így a korábbi digitális felvevő egységhez készült programcsomaggal dolgozhatók fel.

A geoelektromos mérések feldolgozásának automatizálása terén a programozható zsebkalkulátorok korlázott mértékű használatának sikere nyomán született meg az igény nagyobb teljesítményű, plotterrel és felszerelt asztali kalkulátorra, amely a számítógépes térképszervezés feladatának jelentős részét a helyszínen, a méréssel szinte egyidőben végzi el.

A HP 9815A kalkulátor (2 kbyte memória; ms nagyságrendű műveleti sebesség; beépített kazettás magnetofonegység és termikus alfanumerikus nyomtató; RPN típusú programozási nyelv) és a hozzákapcsolt HP 9862 típusú X—Y plotter alkalmasnak bizonyult erre a feladatra (45. ábra).

Az elkészült programrendszer a mért értékek kézi beadása után az igényelt (és így változtatható) modell adataival normált vezetőképesség-térképeket számol, ezeket kinyomtatja és kívánságra tetszőleges méretarányban plotteren kiírja, majd szintvonalat szerkeszt.

A kalkulátorral történő feldolgozás előnye a fúrás-felszín gradiens térképezésnél (FFG) különösen szembeszökő. Ezeknél a méréseknél ugyanis a vezetőképesség-térképek függése a feltételezett normálmodell paramétereitől döntő mértékű. Jelentős módszertani tapasztalatokhoz vezetett az egyes térképek egymásutáni feldolgozása több normálmodellel.

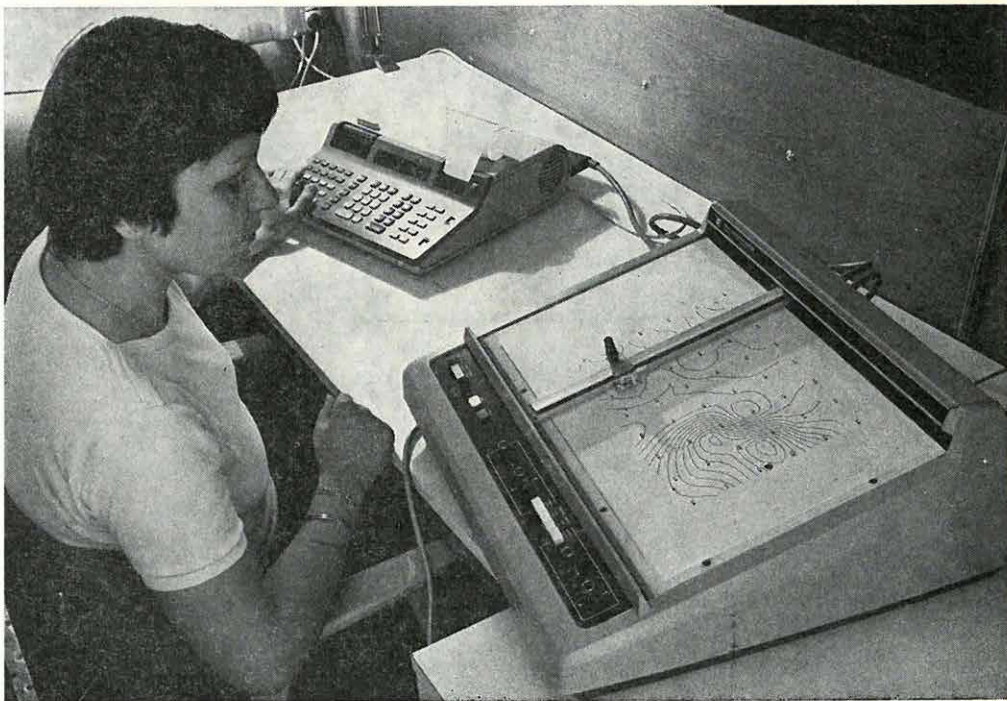
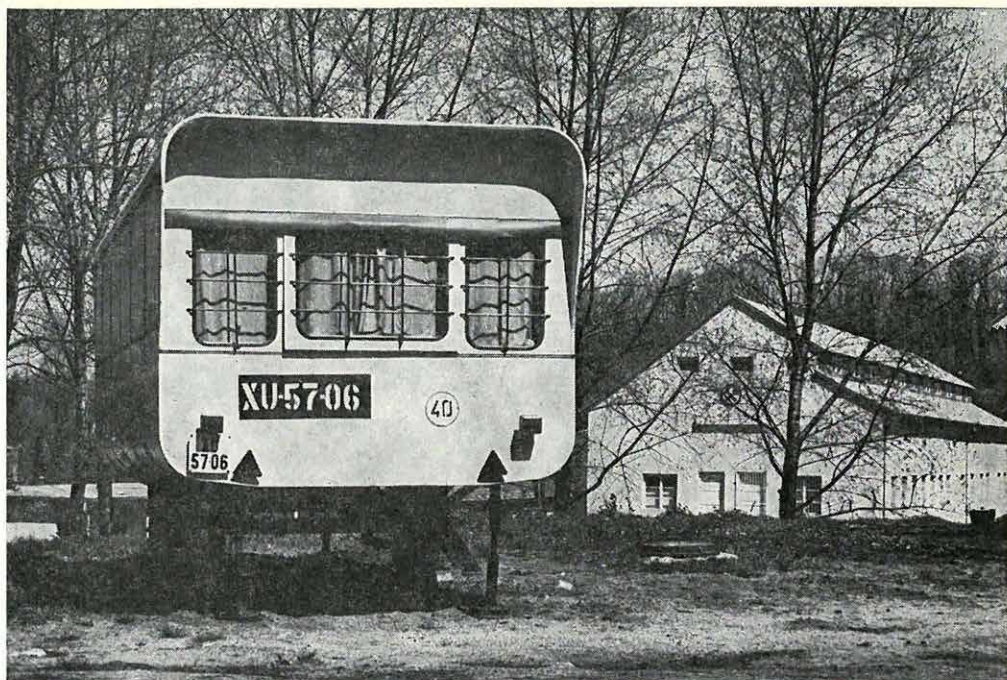
Az FFG mérések ma általában iparszerűen végzett fúrásos kutatáshoz kapcsolódnak. Gyakran a fúróberendezés még az eredeti helyén áll, és a mérések adata az új fúrásponthoz kijelölése. A gyors feldolgozással ezt az igényt is — a kalkulátort és plottert lakókocsiban, terepen üzemeltetve — sikeresen ki tudtuk elégíteni.

A rendszer interaktív jellegű, ha az igényelt térképtípust, a számoláshoz használt normálmodell paramétereit, a méretarányt, a kiíratási formátumot, a kirajzolandó szintvonalak értékeit feldolgozás közben kell megadni. A rendszer bármely pontban leállítható és bárhol újra indítható.

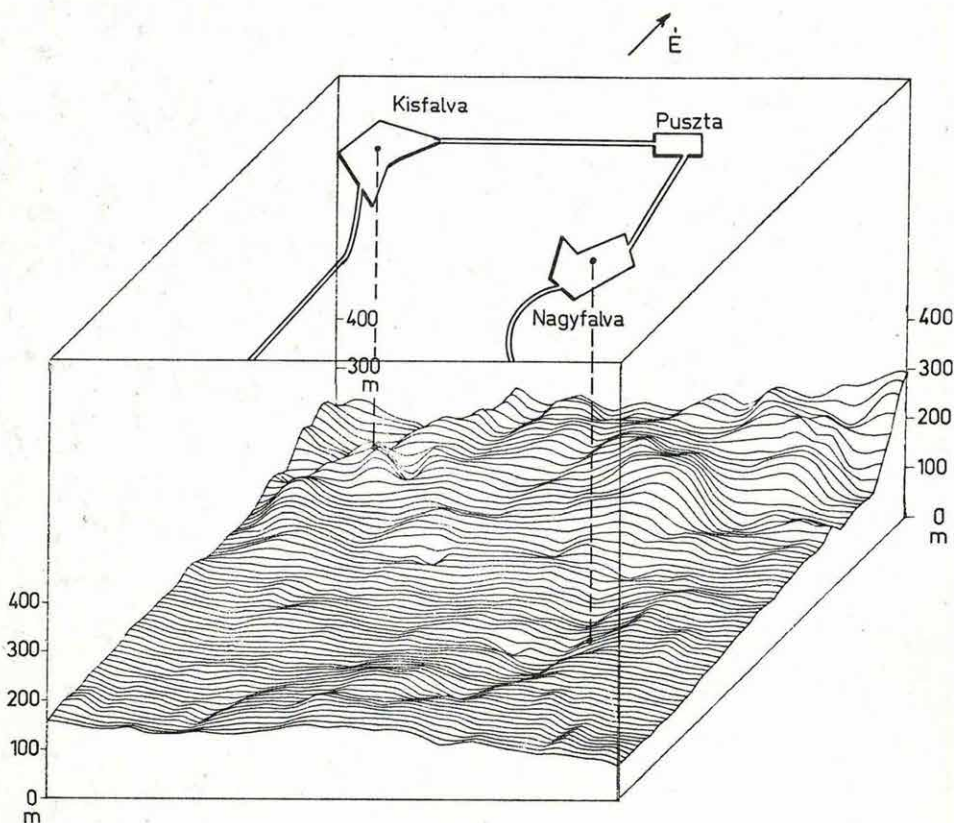
45. ábra a) Terepi számítócentrum
b) HP 9815A asztali kalkulátor és HP 9862 plotter →

Fig. 45 a) Field computer centre; b) Programmable desk-top calculator (HP 9815A) and plotter (HP 9862) →

Рис. 45. а). Полевой вычислительный центр
б). Настольная счетно-решающая машина HP 9815A и плоттер →



A központi számítócentrumban történő térképszervezés szerepe a nagy adatrendszereket reprezentáló több mérésből álló térképek megjelenítésére specializálódott. A grafikus megjelenítési formák fejlesztése során sikeres kísérletnek bizonyult a mélységtérképek térbeli jellegét fekete-fehér ábrán is jól szemléltető axonometrikus felületrajzoló program (46. ábra). A felület fölé vetített síkon ábrázolható a szerkezetek helyzetét azonosító felszíni tereptárgyak, helységek.

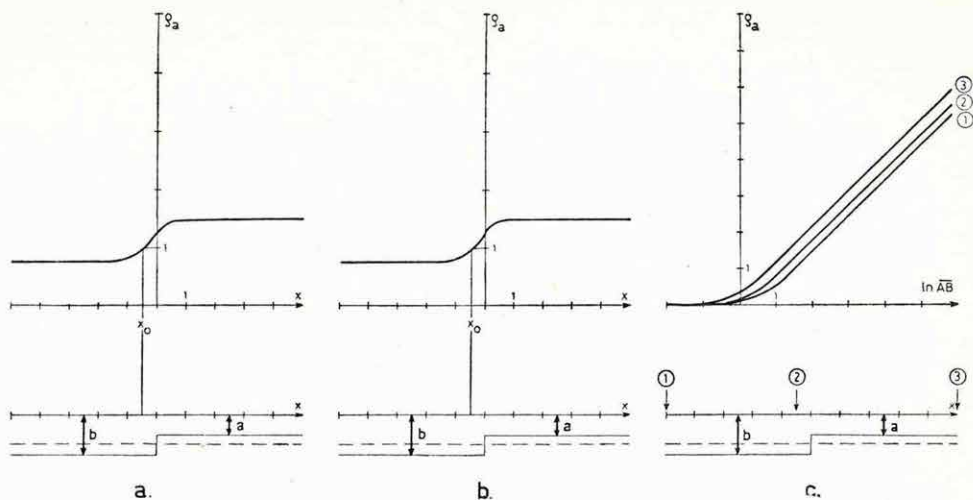


46. ábra Axonometrikus mélységtérkép

Fig. 46 Axonometric contour map

Рис. 46. Аксонометрическая карта глубин

Az egyenáramú szondázások, szelvényezések és térképezések matematika i modellezésében elért eredmény a 47. ábrán látható kétdimenziós vetőmodell exakt megoldása. A konform leképezések módszere poligonnal batárolt kétréteges végtelen ellenállás-kontrasztú modellek számítására alkalmas. A vetőmodell numerikus megoldása HP 9815A kalkulátoron történt.



47. ábra Kétdimenziós vető matematikai modellezése:

- szelvényezés: rögzített $AB = 14$; $x = -5$ -től $+5$ -ig;
- szelvényezés: mozgó $AB = 6$; $x = -5$ -től $+5$ -ig;
- szondázási görbék:
 - görbe a levetett szárny felett ($x = -5$);
 - görbe a felvetett szárny felett ($x = +5$);
 - görbe a vető felett $\left(x = -\frac{b}{b+2a} = \frac{1}{2}\right)$

Fig. 47 Mathematical model of two-dimensional fault:

- profiling: fixed $AB = 14$; $x = -5$ -($+5$);
- profiling: moving $AB = 6$; $x = -5$ -($+5$);
- sounding curves:
 - curve above the down faulted wing ($x = -5$);
 - curve above the upfaulted wing ($x = +5$);
 - curve above the fault $\left(x = -\frac{b}{b+2a} = \frac{1}{2}\right)$

Рис. 47. Математическое моделирование двумерного сброса:

- Профиллирование: фиксированное $AB = 14$;
 x от -5 до $+5$;
- Профиллирование: перемещаемое $AB = 6$;
 x от -5 до $+5$;
- Кривые зондирования:
 - Кривая над опущенным крылом ($x = -5$).
 - Кривая над поднятым крылом ($x = +5$).
 - Кривая над сместителем $\left(x = -\frac{b}{b+2a} = \frac{1}{2}\right)$

Az ábrán részletezett háromféle elektróda-elrendezés nagyjából hasonlóan képezi le a vetőt. A szondázási görbék (47. c ábra) a különböző mélységű részek jeleit, kétréteges görbeként értékelve, visszaadják a tényleges mélységet (1 és 3 görbe) az $x_0 = \frac{b}{(b+2a)}$ pontban pedig a görbe jó közelítéssel egybeesik az egységnek választott átlagmélység kétréteges görbéjével (2). Az ellenállás-szelvényezésnek (b), illetve a potenciáltérképezésnek (a) megfelelő leképezéseknél a vetős és a közép mélységű kétréteges-modell térerősség-bányadosait ábráztuk.

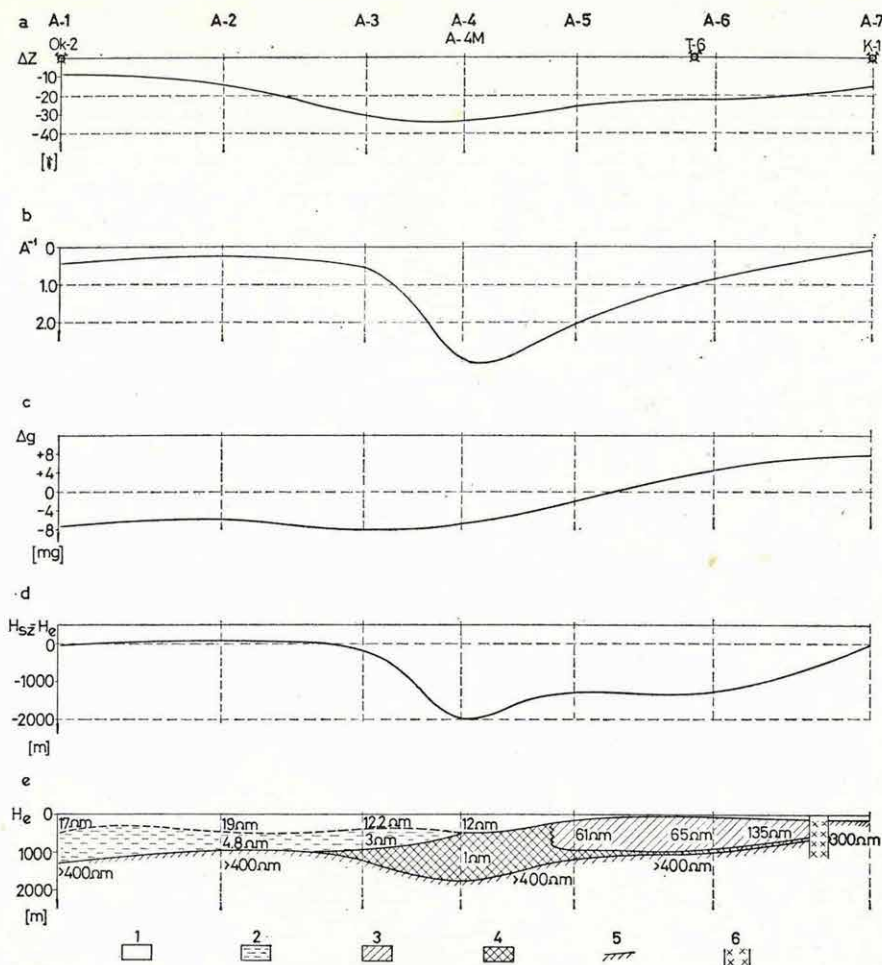
Matematikailag bizonyított az a tapasztalat, hogy az aszimptotából a vető nagysága, az egységnyi ordinátájú helyből pedig (attól $x = \frac{b}{(b+2a)}$ távolságra) a vető helyzete határozható meg.

Új paleozoos jóvezető képződmények kutatása a Dél-Dunántúlon. Az elmúlt évek során a Magyar Tudományos Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetének magnetotellurikus mérései a Bakony-hegység nagyellenállású triász mészkövei alatt jólvezető képződményeket jeleztek. E jólvezetők kutatási programjához a Központi Földtani Hivatal megbízásából az ELGI is csatlakozott, de a bonyolult földtani viszonyok között torzult MTS görbék értelmezése nem volt egyértelmű. 1976-ban ezért két irányban indultak kutatások: a miskolci Nebézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékét felkértük magnetotellurikus modellszámításokra, amelyek eredményeként a variációs lehetőségeket jelentősen szűkítettük. A másik út a mezozoosnál idősebb vezetők kutatása, jellemző paramétereinek meghatározása egyszerűbb földtani viszonyok között. E célra megfelelőnek tűntek az 1961—64. évi D-dunántúli mérésterületek. Itt a TE—DE mérések ρ_{∞} szintjét az akkor ismert fúrások alapján általában a paleozoikum felszínének értelmeztük. Ezt a paleozoikumot neogén vagy annál fiatalabb összletek fedik. Hamarosan ismertté vált, hogy az ugyancsak paleozoos felszínként értelmezett nagysebességű szeizmikus szint mélysége helyenként jelentősen (1000 m-nél is nagyobb különbséggel) eltér a ρ_{∞} szint mélységétől. Ezen eltérések okára az utóbbi években egyre több mélyfúrás szolgáltat magyarázatot. Így pl. ahol a geoelektromos mélységek jelentősen nagyobbak a nagysebességű szeizmikus szint mélységénél, ott üledékes eredetű karbon korú metamorf kőzeteket találtak. Ezek, karotázs adatok alapján, bizonyíthatóan gyakran tartalmaznak igen kis fjlagos ellenállású, erősen szenesedett, részben grafitosodott összleteket. Ilyen típusú területen végeztük 1976. évi MTS méréseinket is. A 48. ábrán egy tipikus szelvényt mutatunk be a mágneses — (a), tellurikus — (b), gravitációs — (c) kép és a $H_{\text{szeizmikus}} - H_{\text{elektromos}}$ (d) mélységkülönbség szelvénymenti változását is feltüntetve. Az ábra alsó része (48. e ábra) a magnetotellurikus eredményeket ábrázolja, amelyek néhány mélyfúrás, valamint a többi geofizikai módszer eredményeinek tükrében a következőképpen értelmezhetők:

Az A_1, A_2 MTS szondázások H típusú háromréteges felépítést jeleznek. Az Okorág—2 fúrás adataival és a szeizmikus aljzatmélységgel jó egyezésben 1400 m mélységben találjuk a 400 ohm-nél nagyobb ellenállású geoelektromos aljzatot, amely kőzettanilag valószínűleg prekambriumi gneiszből épül fel. A gneiszre települt összletek egy 5—8 ohm-es alsó és agyagosabb, valamint egy 17—20 ohm-es felső és homokosabb elektromos rétegre bonthatók. Az A_3 MTS ponton a 400 ohm-nél nagyobb ellenállású geoelektromos aljzat már többszáz méterrel mélyebben van a szeizmikus aljzathoz. A geoelektromos aljzat felett szokatlanul kis fjlagos ellenállású, feltehetően karbonkori összlet jelenik

meg, amelyre neogénnek feltételezett agyagos összlet települ. A felső elektromos réteg ellenállása 12 ohmm-re csökkent. Az A—4 és a közelfekvő A—4M ponton a karbonkorinak feltételezett 1 ohmm ellenállású összlet 1000 m-nél is vastagabb és kb. ennek felszíne a szeizmikus aljzat, amelyre 4—500 m vastag 12 ohmm-es ellenállású neogén és annál fiatalabb összlet települ. Figyelemre méltó, hogy az A—4 ponton van a TE minimum és a H_{sz} — H_e szelvény szélső értéke is (48. b, d ábra), az 1 ohmm-es összlet maximális vastagságával egybevetően. Az A—5, A—6 ponton KH típusú négyréteges görbékét mértünk. A legalsó réteghatár ellenállása itt is nagyobb 400 ohmm-nél. Az erre települő jövezető az A—5 ponton még 1—200 m, de az A—6-on — az 1 ohmm-es ellenállást feltételezve — már csak 30—50 m vastag. Ezt 600—1100 m vastag, 60—100 ohmm ellenállású réteg fedí. Ez utóbbi felszínét követi a tésenyi (T—6), és a bogádmindszenti fúrások alapján felső karbon összletként értelmezett szeizmikus szint. Itt tehát a karbon összletet egy vastag, nagyellenállású és egy meglepően vékony, de a bogádmindszenti fúrással igazolt, igen kis fajlagos ellenállású rétegre bontottuk. A karbonösszletet 100—200 m vastag 10—20 ohmm között változó ellenállású fiatal képződmények fedik.

Az A—7 ponton kétréteges görbét kaptunk; a 130—140 m vastag 20 ohmm-es fiatal összlet alatt a 300 ohmm-nél nagyobb ellenállású határ a Kisdér—1 fúrásban kapott prekambriumi csillámpalával azonosítható. Végeredményben megállapíthatjuk, hogy a felső karbon sorozatra jövezető, meglehetősen kis fajlagos ellenállású képződmények tartoznak. A karbonkori összletek horizontális elterjedése a H_{sz} — H_e negatív anomáliának területével azonosítható de a H_{sz} — H_e abszolút értéke — a karbon rétegek változó ellenállás-viszonyaiból következően — csak véletlenszerűen egyezhet annak vastagságával. Jövezető karbon összletek kutatására elsősorban a MTS mérések alkalmasak.



48. ábra Komplex szelvény Okorág—Magyarmecske—Tésény—Kisdér nyomvonalon a) mágneses ΔZ ; b) tellurikus A^{-1} ; c) Bouguer-anomália; d) a szeizmikus nagysebességű és a geoelektromos ρ_{∞} szint mélységének különbsége; e) $A-1 \dots A-7$ ponton végzett MTZ szondázások eredménye; 1. neogén és annál fiatalabb felső összlet; 2. neogén, agyagos alsó összlet; 3. karbonkori nagyellenállású összlet; 4. karbonkori jólvezető összlet; 5. a valószínű prekambriumi aljzat; 6. törésvóna

Fig. 48 Integrated geophysical cross section a) magnetic ΔZ ; b) telluric A^{-1} ; c) Bouguer-anomaly; d) depth difference between high velocity—and ρ_{∞} —horizon; e) results of magneto-telluric soundings on points $A-1 \dots A-7$; 1 near-surface Neogene and younger strata; 2 lower Neogene argillaceous eries; 3 Carboniferous high resistivity layers; 4 Carboniferous conducting layer; 5 probable Precambrian basement; 6 fault zone

Рис. 48. Комплексный профиль по линии Окорэг—Мадыармечке—Тешень—Кишдэр а) магнитный, ΔZ ; б) теллурический, A^{-1} ; в) аномалия Буге; д) разность глубин залегания высокоскоростного сейсмического и высокочастотного геоэлектрического фундамента; е) результаты МТЗ на пунктах $A-1 \dots A-7$; 1. верхняя толща — неоген и выше; 2. нижняя, глинистая толща неогена; 3. высокоомная толща карбона; 4. хорошо проводящая толща карбона; 5. вероятный докембрический фундамент; 6. зона разлома.

2.3 MÉLYFŰRÁSI GEOFZIKAI MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS*

A nukleáris műszerfejlesztés egyik jelentős eredménye a szénhidrogén-kutatás céljaira készített KRNG—2—150—76sHY típusú kétparaméteres szonda (vázlatos elrendezését lásd a 49. ábrán), amely áramkörü megoldásai-ban és mechanikus felépítésében az előző évben kidolgozott három-paraméteres szonda továbbfejlesztett változata. A szonda rendkívül érzé-keny detektorokkal természetes-gamma és neutron-neutron szelvény egy-idejű felvételére alkalmas. A kiemelkedően jó paraméterek (1 μ sec holt-
idő, 1300 cpm/ μ R/h-es gammasugár érzékenység, 98% termikus neutron
hatásfok) változatlan megtartása mellett, az áramkörök lényegesen egy-
szerűsödtek, ezáltal a meghibásodás lehetősége csökkent.

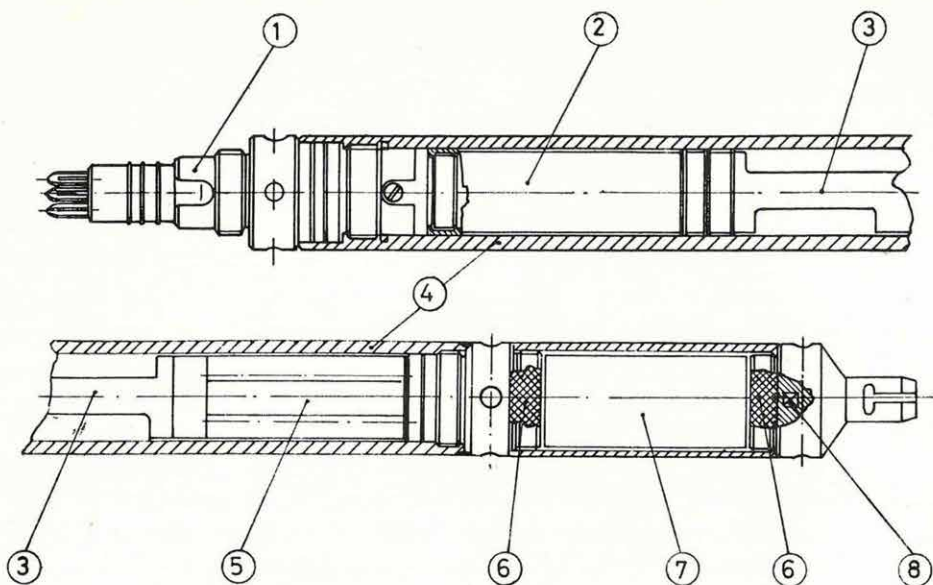
A fűrt lyukak szelvényezésekor fellépő mechanikai igénybevétel káro-
sító hatásainak (kristály- és/vagy fotósokszorozó-törés) kiküszöbölésére
rázásálló szcintillációs detektort készítettünk. Amint az 50. ábrán bemuta-
tott felépítési vázlatról is látható, a nagyméretű kristályt „o” gumigyű-
rűkkel, a fotósokszorozót pedig a kristályhoz rugalmasan rögzítettük és
rugónyomással csatlakoztattuk.

Az előző évek folyamán termelő fúrások szelvényezésére előállított
KR típusú szondák kiegészítő elemeként kidolgoztuk a KL—1—150—43
típusú karmantyúlokátor-szondát, amely az ELGI-ben előállított szondák-
hoz szabványos gyorscsatlakozóval csatlakoztatható.

A karmantyúlokátor mágneses érzékelőjének jeleit olyan elektronikus
áramkörrel illesztjük a jelszállító kábelre, amely a nukleáris szonda két-
csatornájának negatív, ill. pozitív impulzusainak és a karmantyúlokátor-
szonda alacsony frekvenciás áramváltozásainak egyidejű továbbítását
teszi lehetővé. A megoldás előnye, hogy az ELGI-ben régebben elő-
állított rádióaktív szondákhoz bármiféle változtatás nélkül alkalmaz-
ható.

A karmantyúlokátor-szonda jeleinek felszínen történő fogadására
a PSG—76 típusú tápegység jelfogadó és szelektáló egységét egy olyan

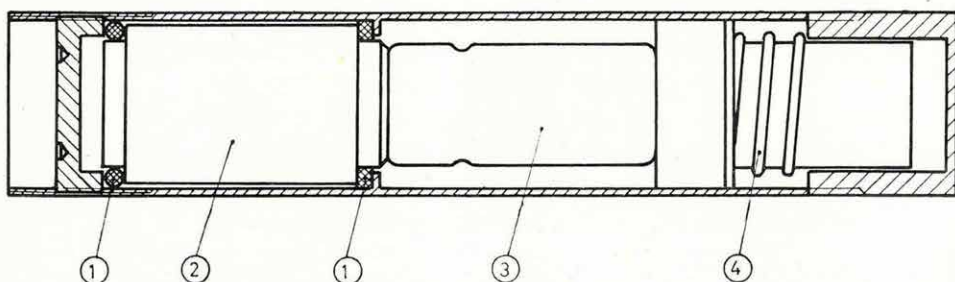
* Andrassy L., Baráth I., Bartos I., Békassy Cs., Békés T., Halász P., Horváth F., Josepovics Gy., Karas Gy., Koródi G., Liszt F., Mészáros F., Morvai L., Pákozdi I., Renner J., Siklós A., Szalai M., Szendrő D., Szongoth G., Tatár J., Viola B.



49. ábra A KRNG—2—150—76sHY típusú kétparaméteres szonda vázlatos elrendezése; 1. csatlakozás; 2. szcintillációs detektor; 3. elektronika; 4. szondaház; 5. neutron detektorok; 6. ólom; 7. teflon; 8. sugárforrás.

Fig. 49 Sketch of KRNG-2-150-76sHY type two-parameter probe; 1 connector; 2 scintillation detector; 3 electronics; 4 probe casing; 5 neutron detectors; 6 lead; 7 teflon; 8 radiation source

Рис. 49. Блок-схема двухпараметрового зонда типа KRNG-2-150-76sHY; 1 разъем; 2 сцинтилляционная схема; 3 электронная схема; 4 корпус зонда; 5 детекторы нейтронов; 6 свинец; 7 тефлон; 8 источник излучения



50. ábra Rázásálló szcintillációs detektor; 1. gumigyűrű; 2. szcintillációs kristály; 3. fotoelektron-sokszorozó; 4. rugó;

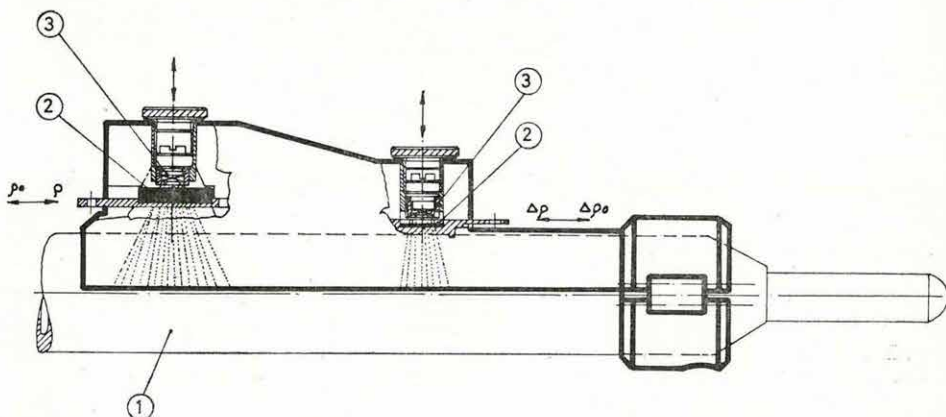
Fig. 50 Shock-resistant scintillation detector; 1 rubber ring; 2 scintillation crystal; 3 phototube; 4 spring

Рис. 50. Вибростойкий сцинтилляционный детектор; резиновое кольцо; 2 сцинтилляционный кристалл; 3 фотоэлектронный умножитель; 4 пружина

járulékos áramkörrel egészítettük ki, amely egyrészt a karmantyúlokátor jeleit leválasztja, másrészt a regisztráló galvanométerre illeszti. Az áramváltozások amplitúdója — a fotoregisztráló kitérésének mértéke — a tápegység előlapján található CCL jelű potenciométerrel tetszés szerint beállítható.

Az ipari használatban levő KRGG típusú szondákkal történő közvetlen sűrűség-regisztrálást az 1975. Évi Jelentésben ismertetett ACD—75 típusú számítógésszel végezhetjük. A számítógésszel, ill. a regisztrátum kalibrálásához szükséges, hogy a fúróluk-modellekben kimért szonda-karakterisztika bázisegyenese („gerinc”) két pontjának és az izzaplepeny eltérési görbe („borda”) egy pontjának megfelelő radioaktív sugárteret állítsunk elő. Erre a célra a sűrűség-etalonok közvetlen felhasználása méretük és súlyuk miatt igen nehézkes, ill. körülményes lenne. A probléma megoldására dolgoztuk ki az 51. ábrán vázolt DFC típusú terepi hitelesítőt. Az eszközbe kisaktivitású, a mérő sugárforrással azonos lebomlású sugárforrásokat építettünk be. A különböző erősségű sugárteret ólomárnyékoló reteszek segítségével állítjuk elő.

A nukleáris módszer fejlesztés feladatkörében elvégeztük a KRGG—2—120—60sY típusú két-detektoros (szcintillációs) térfogatsúlymérő szonda vizsgálatát két lépésben: (1) modellmérések segítségével megvizsgáltuk a „centrikus” és „excentrikus” detektorhelyezést és a sűrűség-érzékenység alapján az „excentrikus” detektor-helyeztet tartottuk alkalmazabbnak; (2) megadtuk az optimális paramétereket ($a_r = 13$ cm és $a_h = 38$ cm), a kollimációs ablak-méreteket, majd az elkészült lyukműszert modellmérések segítségével hitelesítettük.



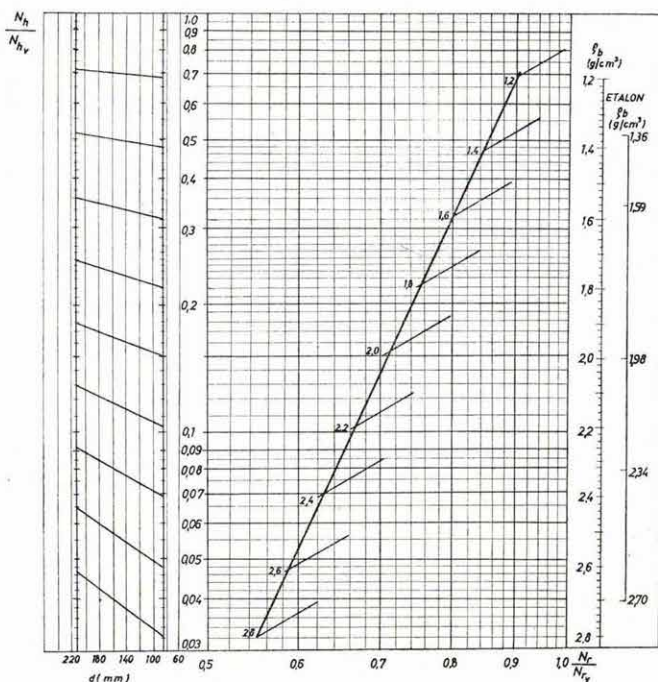
51. ábra DFC típusú terepi hitelesítő; 1. szonda; 2. árnyékolás; 3. sugárforrás;

Fig. 51 Field calibrator, type DFC; 1 probe; 2 shield; 3 radiation source

Рис. 51. Полевое градуировочное устройство типа DFC; 1 зонд; 2 экран; 3 источник излучения

Megszerkesztettük a szonda kiértékelő nomogramját (52. ábra). A karotázs gyakorlatban általában előforduló 1,00—2,70 g/cm³ térfogatsúly intervallumban a szonda jellemző paramétereit az I. táblázat tartalmazza. A táblázat sorai-ban a következő adatok találhatóak.

1. ϱ_b térfogatsúly-intervallumok;
2. a térfogatsúly-intervallumok határaihoz tartozó N beütésszámok;
3. a beütésszámok ΔN differenciája;
4. a 0,05 g/cm³ térfogatsúly-változásához tartozó beütésszám-változás;
5. az intervallumra jellemző relatív statisztikus hiba (δ);
6. a Kg százalékos felbontóképesség;
7. az intervallumot jellemző $\Delta \varrho_b$ térfogatsúly hiba.



52. ábra A KRGG—2—120—60sY típusú kétszatornás szonda kiértékelő nomogramja
 N_h hosszú szonda beütésszáma; N_{hv} hosszú szonda vízben mért beütésszáma; N_r rövid szonda beütésszáma; N_{rv} rövid szonda vízben mért beütésszáma; d lyukátmérő; ϱ_b sűrűség-adatok

Fig. 52 Evaluation nomogram of KRGG-2-120-60sY type two-channel probe
 N_h cpm of long probe; N_{hv} cpm of long probe in water; N_r cpm of short probe; N_{rv} cpm of short probe in water; d diameter of borehole; ϱ_b density

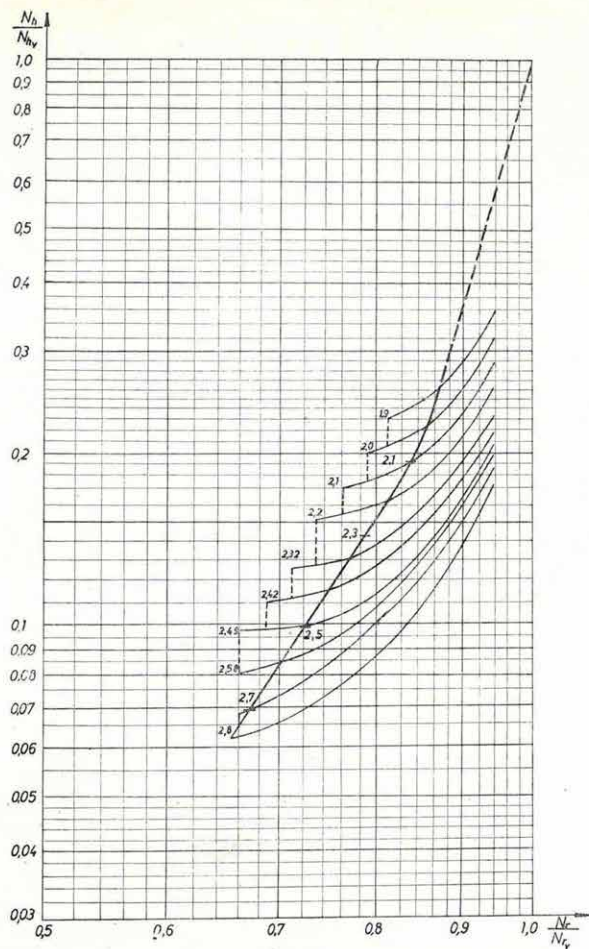
Рис. 52. Номограмма для интерпретации данных двухканального зонда типа KRGG-2-120-60sY
 N_h — число импульсов от длинного зонда, N_{hv} — число импульсов длинного зонда, измеренное в воде; N_r — число импульсов короткого зонда, N_{rv} — число импульсов короткого зонда, измеренное в воде; d — диаметр скважины, ϱ_b — данные плотности.

I. Táblázat. Table I. Таблица I.

№	Lyukátmérő Borehole diameter 86 mm Диаметр скважины						Lyukátmérő Borehole diameter 214 mm Диаметр скважины									
	Rövid csatorna Short probe Короткий зонд			Hosszú csatorna Long probe Длинный зонд			Rövid csatorna Short probe Короткий зонд			Hosszú csatorna Long probe Длинный зонд						
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
1	ρ_b (g/cm ³)		1,00	2,10	2,10	2,70	1,00	2,10	2,10	2,70	1,00	2,10	2,70			
2	N (cpm)		80 108	55 093	55 093	45 216	62 860	7340	7340	2152	80 108	58 988	46 408	62 860	9819	3278
3	ΔN (cpm)		25 015		9877		55 520		5188		21 120		12 580		6541	
4	$\frac{\Delta N}{\Delta \rho_b}$ 0,05 (g/cm ³)		1137		823		2524		432		960		1048		545	
5	$\delta \frac{\sqrt{N_{2,1}}}{N_{2,1}}$ ill. $\frac{\sqrt{N_{2,7}}}{N_{2,7}}$		0,0043		0,0047		0,0117		0,0216		0,0041		0,0046		0,0101	
6	Kg %		0,3123		0,1793		0,8832		0,7068		0,2656		0,2133		0,8438	
7	$\Delta \rho_b$ (g/cm ³)		0,015		0,016		0,015		0,018		0,017		0,013		0,016	

Λ KRGG-2-120-60sY típusú gamma-gamma szonda vizsgálata a jellemző paraméterek alapján. Izotóp: Cs¹³⁷ 14,9 mCi
 Test of KRGG-2-120-60sY type gamma-gamma probe by the characteristic parameters. Isotope: Cs¹³⁷ of 14.9 mCi
 Исследование зонда ГГК типа KRGG-2-120-60sY по характерным параметрам. Изотоп: Cs¹³⁷ 14,9 мКи

A gamma-gamma mérések térfogatsúlyra történő átszámítását a MINSZK-32 számítógépen KBΓAM azonosítójú főprogram végzi a táblázatos formában megadott kiértékelő nomogram és a mérésre vonatkozó univerzális konstansok (a_r , a_h szonda-hossz méretek, N_{rv} , N_{hv} rövid- és hosszú-szonda vízben mért beütésszámok, lyukátmérő korlát) segítségével. Példaként bemutatjuk a kőolajkutatói célra kifejlesztett KRGG-2-200-86 típusú szonda kiértékelő nomogramját (53. ábra).



53. ábra A KRGG-2-200-86 típusú szonda kiértékelő nomogramja

$\frac{N_h}{N_{hv}}$ a hosszú szonda vízben mért beütésszámra vonatkoztatott relatív beütésszáma;
 $\frac{N_r}{N_{rv}}$ a rövid szonda vízben mért beütésszámra vonatkoztatott relatív beütésszáma; a
 görbén levő számok sűrűségértékek g/cm^3 -ben

Fig. 53 Evaluation nomogram of KRGG-2-200-86 type probe $\left(\frac{N_h}{N_{hv}}\right)$ cpm of long probe normalized to water; $\left(\frac{N_r}{N_{rv}}\right)$ cpm of short probe normalized to water; figures on curves mean density data in gcm^{-3}

Рис. 53. Номограмма для интерпретации данных зонда типа KRGG-2-200-86

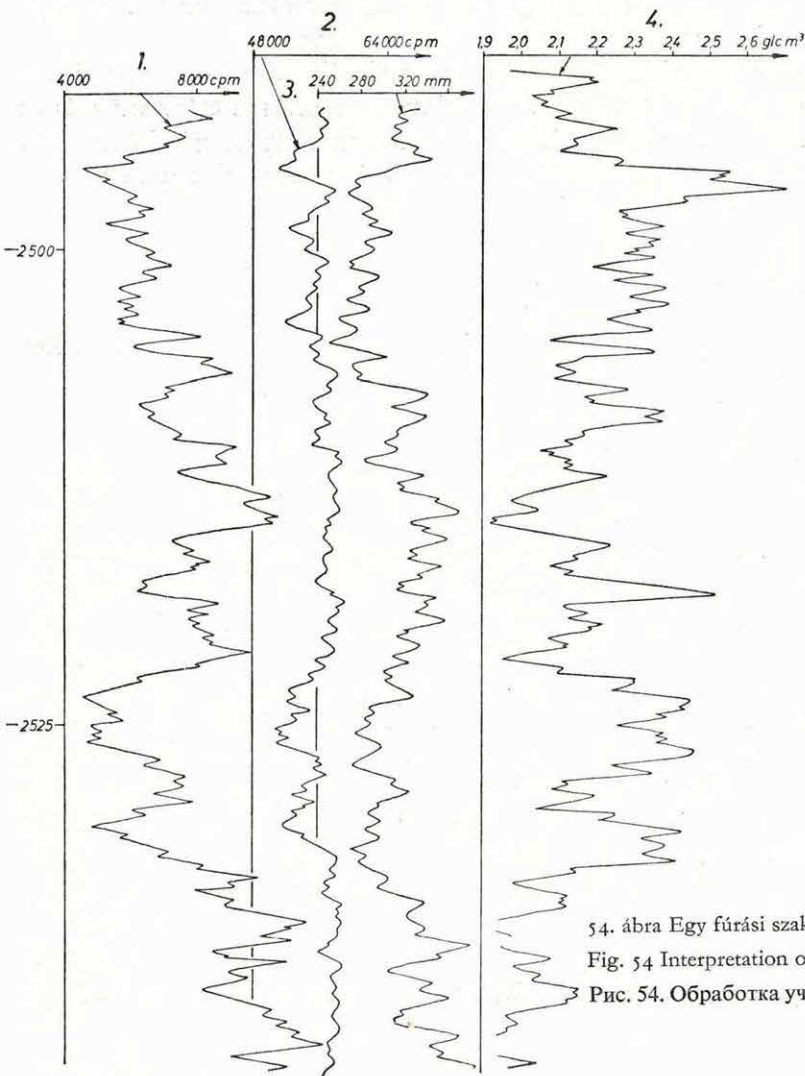
$\frac{N_h}{N_{hv}}$ — относительное число импульсов длинного зонда, приведенное к числу импульсов, измеренному в воде,
 $\frac{N_r}{N_{rv}}$ — относительное число импульсов короткого зонда, приведенное к числу импульсов, измеренному в воде; числа по кривой показывают значения плотности в g/cm^3 .

A kiértékeléshez felhasznált paraméterek: a gamma-gamma szonda két különböző forrás-detektor távolsághoz tartozó beütésszámai, a lyukbőség és korrekció szükségessége esetén a természetes gamma beütésszámok.

A feldolgozás eredményeit sornyomatón táblázatos formában, mélységpontonként (10 cm) kinyomatjuk, és a szemléletesség kedvéért NO—24 plotteren is kicijzoljuk. A táblázat tartalmazza mélységpontonként az N_v ; N_{hv} ; δ_b — sűrűség, $D_{mért}$; ($D_{mért} - D_{nom}$) mért, ill. a mért és nominális (névleges) lyukbőség különbségét, a behatolási mélység és a porozitás adatait.

A program a gamma-gamma mérések gépi feldolgozásával összekapcsolva — az eredmény nyomtatásával párhuzamosan — NO—24 szőformátumú vezérlő szalagot is ad. Az 54. ábra rövid fúrási szakasz eredményét mutatja.

B-11131.



54. ábra Egy fúrási szakasz feldolgozása

Fig. 54 Interpretation of a log section

Рис. 54. Обработка участка скважины

Elkészítettük a $K-500$ kéismélységű karotázs-berendezéshez csatlakozó digitális adatrögzítő terepi példányát. Célszerűen kibővítettük egy adatrendezővel, amely két nukleáris detektor mérési adatát közös mélységpontra rendezi. Ezzel lehetővé vált a bauxitkutató fúrások neutron-aktiválásos vizsgálatára készített KRG-2-120-435Y típusú szonda használata. A szonda két egymástól 2,8 m távolságban levő, azonos érzékenységgű szcintillációs detektort tartalmaz, amelyek felező pontjában a sugárforrás helyezkedik el. A szonda felfelé történő vontatásakor a természetes gamma (felső) csatorna jeleit a berendezés 2,8 m-el késlelteti, hogy azonos mélységre hozza a neutron-aktiválást regisztráló (alsó) csatorna jeleivel. A berendezés egyben a csatornák beütésszámainak különbségét is szolgáltatja, ami a bauxit Al-tartalmával arányos.

A $K-3000$ terepi digitális berendezést az elmúlt évben — a mérési metodika követelményeinek bővülése miatt — jelentősen átépítettük és az egyes módszerek mérési lehetőségeit, felbontóképességét bővítettük. A módosított terepi berendezés a következő mérések elvégzésére, mágnesszalagos rögzítésére alkalmas:

- nukleáris mérések,
- akusztikus beérkezési idők mérése,
- nukleáris energiaspektrum mérése 120 energiaablakkal,
- gerjesztett-potenciál lecsengési-görbe mérése 2×120 mintavétellel,
- akusztikus hullámkép mérése 2×240 mintavétellel,
- neutron-élettartam mérések $40 + 2$ időablakkal.

Az átépítés miatt az adatrögzítési formátum is megváltozott. Az új, ESZR szabványú inkrementális mágnesszalagos adattároló berendezés (NDK gyártmányú IMS 256) felhasználása miatt meg kellett oidani a $1/2''$ -os szélességű, ESZR kompatibilis mágnesszalag beadását a MINSZK-32 számítógépbe. Ehhez korlátozni kellett a terepi mágnesszalagon egy zónában levő karakterek számát, részben a felírás és visszaolvasás során jelentkező hibák, részben a számítógép korlátozott kapacitása miatt. A végleges megoldásban a terepi szalag felírásánál egy zóna csak 10 m hosszúságú szelvényinformációt tartalmaz.

A MINSZK-32 számítógéphez illesztett AMPEX mágnesszalagos egységről a beadást a BEX beadóprogram végzi. A program szavanként beolvassa a mérési adatokat, azokat elrendezi és felírja a mágnesszalagos adattárba.

A terepi szalag értékelése a következő fázisokból áll:

- a) a méréscím azonosítása,
- b) a mérést jellemző kódok (időpont, terület, fúrás) azonosítása, az adattári tömb megnyitása;
- c) a 16 szavas, ill. 256 szavas formátum azonosítása, azaz a feldolgozásban a hagyományos, vagy a többváltozós függvények alkalmazása melletti döntés;

d) a mérési blokkok ellenőrzése, átrendezése és felírása a mágnesszalagos adattárba;

e) a mérést lezáró blokk beérkezésénél a program az adattári szalagon a tömböt lezárja, majd új tömbazonosító generálásával felkészül a következő mérés beolvasására.

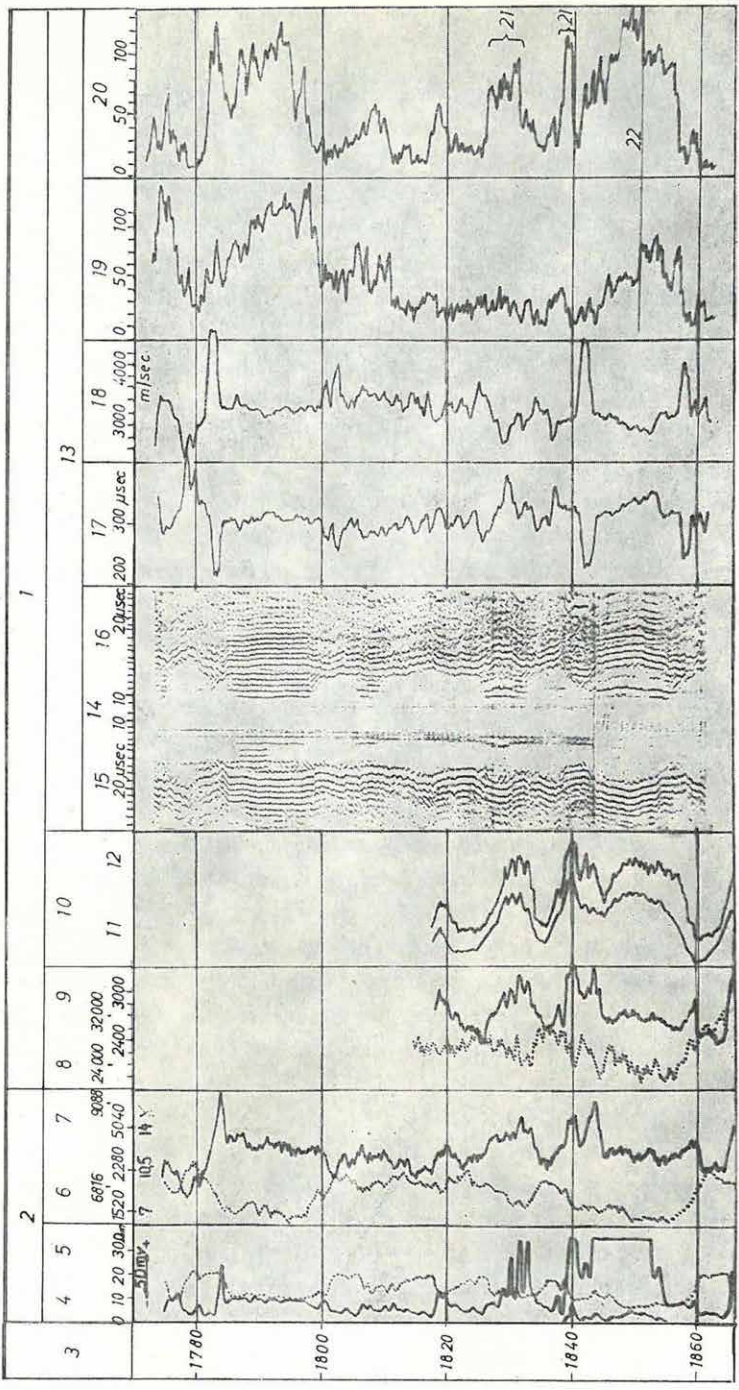
A terepi szalag értelmezése a szalag kezdetétől kiindulva meghatározott mérécímségig történik. Miután a program az utolsóként értelmezett mérést is elhelyezte az adattárban, jegyzőkönyvet készít feltüntetve az értelmezett mérések azonosítóit, kezdő- és végmélységig. Tehát géptermi beavatkozás nélkül teljesen automatikusan megkapunk minden szükséges adatot a további értelmezéshez. Az átalakított adattári rendszer alkalmassá vált a szovjet—magyar együttműködési téma (A—14) keretében fejlesztett komplex akusztikus-nukleáris lyukműszer mérési anyagának tárolására is, amellyel Tatáriában (SzU) 3 fúrásban, majd Magyarországon 2 fúrásban mértünk.

A méréssorozat célja az volt, hogy hazai körülmények között megvizsgáljuk az elsősorban olejipari célokat szolgáló lyukrendszer alkalmazhatóságát és kidolgozzuk a megfelelő értelmezési eljárásokat, ill. átvegyük a nálunk is alkalmazható szovjet műszereket.

Az 55. ábrán bemutatjuk az A—12821 és az A—15971 számú fúrásban végzett mérésekről kapott akusztikus szelvényeket a korábbi mérési adatokkal (PS, természetes gamma, NGK és laterolog) együtt. Az A—12821 fúrásban felvett akusztikus hullámképek feldolgozásával gáz- olaj- víz határokat tudtunk kijelölni. Megállapítottuk, hogy a tárolón belül a víz szintje 1851 m, mivel az olaj-víz határon a longitudinális hullámok amplitúdója megnőtt, a transzverzális hullámoké pedig hirtelen csökkent. A gáz-tartalmú rétegeket a transzverzális hullámok amplitúdó-növekedése mutatja változatlan longitudinális amplitúdók mellett. Gáz mutatható ki 1838—1839 m és 1928—1932 m között.

Legújabb mélyfúrási geofizikai műszerkutatói témánk egy digitális kissetítőgéppel vezérelt karotázs szelvényező- és gyorskiértékelő-rendszer kidolgozása. Ennek keretében műszertechnikailag a mérőrendszer laboratóriumi kísérleti példányában a következő egységek megépítése és illesztése történt meg:

- mélységjeladó-rendszer;
- multiplexer és analóg-digitál átalakító;
- mágnesszalagos tároló (MEMODYNE típusú kazettás egység), amely az adatrögzítésen kívül a visszajátszást is biztosítja;
- analóg fotoregisztráló és illesztő egysége (amely az intézeti fejlesztésű AFRD—8 típusú regisztráló csatolását biztosítja).



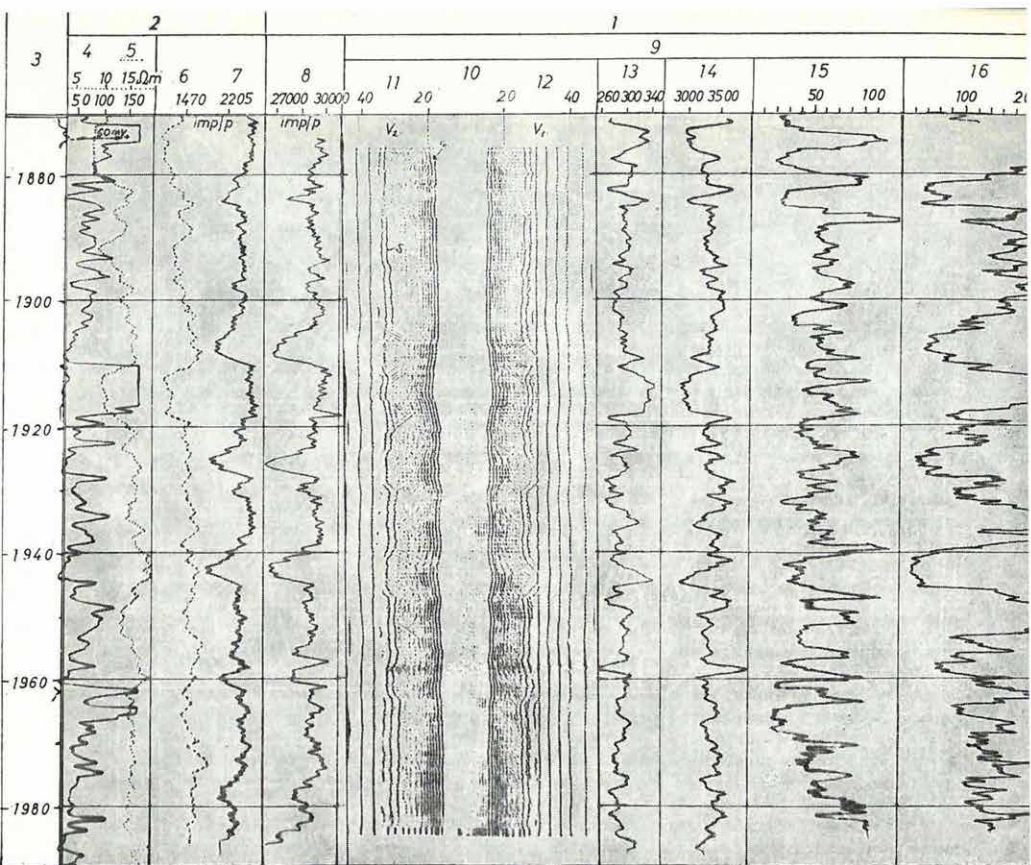
- 55 a. ábra Az A—12821 mélyfúrásban végzett akusztikus szelvényezés a korábbi mérési adatokkal összevetve.
1. Szelvényezés a komplex berendezéssel (ВНИИЯГГ) csővezetés után 1976. XII. 8-án;
 2. Szelvényezés csővezetetlen fúrásban, 1971. II. 3—5-én; 3. Mélység; 4. Laterolog.
 5. PS; 6. Természetes-gamma (imp/perc); 7. Neutron-gamma (imp/perc); 8. Természetes-gamma (imp/perc); 9. Neutron-gamma (imp/perc); 10. Neutron-élettartam mérés;
 11. Késleltetés: 900 μ sec, ablak 200 μ sec; 12. Késleltetés 1100 μ sec, ablak 200 μ sec;
 13. A V_2 1,0 V_1 4,0 A elrendezésű akusztikus karotázs; 14. Fáziskorrelációs diagram.
 - 15; V_2 vevő. 16. V_1 vevő; 17. Longitudinális Δt (μ sec); 18. Longitudinális sebesség (m/sec); 19. Longitudinális amplitúdó (feltételes egységben); 20. Transzerverzális amplitúdó (feltételes egységben). 21. Gáztartalom. 22. Vízsint

Fig. 55a Results of acoustic logging in borehole A-12821 compared to other logs, recorded earlier

- 1 logging with the versatil acoustic-nuclear logger (ВНИИЯГГ), after casing on 8.12.1976;
- 2 logging in open hole on 3.5.2.1971; 3 depth; 4 laterolog; 5 SP; 6 gamma ray (imp/min);
- 7 neutron-gamma (imp/min); 8 gamma ray (imp/min); 9 neutron-gamma (imp/min); 10 neutron life time; 11 delay: 900 μ sec, window 200 μ sec; 12 delay: 1100 μ sec, window 200 μ sec; 13 the R_1 1.0 R_2 4.0 T configuration acoustic logging; 14 wave field; 15 R_1 receiver; 16 R_2 receiver; 17 longitudinal Δt (μ sec); 18 longitudinal velocity (m/sec); 19 longitudinal amplitude (arbitrary scale); 20 shear wave amplitude (arbitrary scale); 21 gas reservoir; 22 oil-water contact

Рис. 55. а) Результаты измерения АК в скв. № А-12 821 по сравнению с данными предыдущих измерений

1. Измерение с комплексным прибором (ВНИИЯГГ) после заложения обсадной трубы, 8-го декабря 1976 г., 2. Измерение в необсаженной скважине 3-го и 5-го февр. 1971 г., 3. глубина, 4. БК, 5. ПС, 6. ГК (имп./мин.), 7. НГК (имп./мин.), 8. ГК (имп./мин.), НГК (имп./мин.), 9. НГК (имп./мин.), 10. измерение продолжительности жизни нейтронов, 11. задержка: 900 мксек, окно 200 мксек, 12. задержка: 1100 мксек, окно 200 мксек, 13. АК с установкой P_2 1,0 P_1 4,0 И, 14. фазо-корреляционная диаграмма, 15. приемник P_2 , 16. приемник P_1 , 17. Δt (мксек по продольным волнам, 18. скорость по продольным волнам (м/сек), 19. амплитуда продольных волн (в условных единицах), 20. амплитуда по поперечным волнам (в условных единицах), 21. содержание газа, 22. уровень воды.



55 b. ábra Az A—15971 mélyfúrásban vezetett akusztikus szelvényezés a korábbi mérési adatokkal összevetve

1. Szelvényezés a komplex berendezéssel (ВНИИЯГТ) csővezeték után, 1976. XII. 8-án; 2. Szelvényezés csővezetetlen fúrásban, 1976. VIII. 1-én; 3. Mélység; 4. Laterolog; 5. PS; 6. Természeti-gamma (imp/perc); 7. Neutron-gamma (imp/perc); 8. Neutron-gamma (imp/perc); 9. A V_2 1,0 V_1 4,0 Δ elrendezésű akusztikus karotázs; 10. Fáziskorrelációs diagram; 11. V_2 vevő; 12. V_1 vevő; 13. Longitudinális Δt (μ sec); 14. Longitudinális sebesség (m/sec); 15. Longitudinális amplitúdó (feltételes egység). 16. Transzverzális amplitúdó (feltételes egység).

Fig. 55b Results of acoustic logging in borehole A-15971 compared to other logs, recorded earlier

1 logging with the versatile acoustic-nuclear logger (ВНИИЯГТ) after casing on 8.12.1976; 2 logging in open hole on 1.8.1976; 3 depth; 4 laterolog; 5 SP; 6 gamma ray (imp/min); 7 neutron-gamma (imp/min); 8 neutron-gamma (imp/min); 9 the R_1 1.0 R_2 4.0 T configuration acoustic logging; 10 wave field; 11 R_2 receiver; 12 R_1 receiver; 13 longitudinal Δt (μ sec); 14 longitudinal velocity (m/sec); 15 longitudinal amplitude (arbitrary scale); 16 shear wave amplitude (arbitrary scale)

Рис. 55. б). Результаты измерения АК в скв. № А-15 971 по сравнению с данными предварительных измерений

1. Измерение с комплексным прибором (ВНИИЯГТ) после заложения обсадной трубы, 8-го дек. 1976 г. 2. измерение в необсаженной скважине, 1-го августа 1976 г. 3. глубина, 4. БК, 5. ПС, 6. ГК (имп./мин.), 7. НГК (имп./мин.), 8. НГК (имп./мин.), 9. АК с установкой Π_2 1,0 Π_1 4,0 И, 10. фазокорреляционная диаграмма, 11. приемник Π_2 , 12. приемник Π_1 , 13. Δt (мксек) по продольным волнам, 14. скорость по продольным волнам (м/сек), 15. амплитуда по продольным волнам (в условных единицах), 16. амплитуда по поперечным волнам (в условных единицах).

Módszertani lag meghatároztuk a rendszer felépítésének részleteit, a software szerkezetét és a mérés lebonyolításának folyamatát. A terepen elvégzendő adategyeztetések, helyesbítések és korrelációs számítások meghatározásához számba vettük

- a lehetséges mérések körét,
- a célszerű szondakombinációkat és
- a mintavételi mélységközt.

A programozási feladatok közül megírtuk a mérési adatgyűjtő perifériát, a háttértárolót és a mélységadatokat kezelő I/O programot. Ezt kibővítettük a regisztrálót kezelő és tárrendező programkészlettel, amely lehetővé teszi az eltérő referenciatávolságú szondákkal felvett karotázsgörbék mélységegyeztetett ki rajzolását. Az eredeti célkitűzéshez képest további bővítés a (kísérleti) kérdező-program, amellyel a mérésadatgyűjtési üzemmód részletei (szelvény típusa, mintavételezési köz, referenciatávolság eltérése az alapszondához képest) húzásonként megadhatók.

Az ismertetett mérő- és szervező rendszerrel sikeres kísérleteket végeztünk.

A Karotázs Értelmezési Rendszer (KÉR) további fejlesztésében kidolgoztuk a mélységegyeztető programot.

A közös mélységpontra hozás érdekében feltételezzük, hogy egy adott $y = f(x)$ görbének a mélységeltérése ($\Delta x = f(x)$) a többi görbéhez viszonyítva polinommal közelíthető. A Δx értékekkel javított görbét Taylor-sorba fejtvé a helyes mélységértéktől való eltérés pontról-pontra a polinom értékeivel egyezik meg. A sorbafejtett görbe és a többi görbe lineáris kombinációjának eltérés-négyzetét minimalizálva, a feltételezett polinom együtthatói meghatározhatók. Ennek ismeretében a Taylor-sorba visszahelyettesítve, a korrigált görbe értékei pontról-pontra kiszámíthatók. Az eljárást minden görbére többször is megismételve, a számított értékek a mélységegyeztetett görbéhez konvergálnak.

A program lehetővé teszi az összes beadott görbe együttes korrekcióját, de lehetséges, hogy egyes görbéket mélységhelyesnek feltételezve a többit ezekhez egyeztetjük. Bemenő paraméterként kell megadni a mélységeltérést leíró polinom fokszámát és az iterációk számát. A nulladfokú polinom esete a szokásos kereszt-korrelációval egyenértékű, de nem találgatással határozza meg az optimális csúszást, hanem kiszámítja és így lényeges időmegtakarítással jár. A módszer matematikájából következik, hogy a határokon nem maradnak hiányzó értékek, így a mélységpontok száma nem változik.

A mélységegyeztetésre kidolgozott eljárás nemcsak a karotázs szelvények korrigálására használható fel, hanem minden olyan esetben, amikor függvénysorok „párhuzamosítására” van szükség.

A laboratóriumi nukleáris anyagvizsgálat területén két témakörrel foglalkoztunk:

(1) módszertani és műszerfejlesztő tevékenység a KGST tengerkutatói program keretében, (2) bauxitipar műszeres szolgálata, valamint ezen

belül metodikai és műszeres fejlesztés 8-komponenses ipari elemző-automata létrehozására.

A tengerkutatói témában módszertani feladatunk az izotópperjesztésű röntgenfluoreszcens (XRF) analízis földtani alkalmazhatóságának a vizsgálata volt. Ennek megfelelően hazai kőzetekből etalonokat válogattunk ki XRF-analízis céljaira. Az adatokat a II. táblázat tartalmazza. Munkáink során különös figyelmet fordítottunk a mátrixhatás tanulmányozására és a mintaelőkészítésre. Olyan számítási módszerek kidolgozására törekedtünk, amelyek alkalmasak tömeges elemzésekre ipari rutin feladatok megoldásánál. Vizsgáltuk be-

II. Táblázat. Table II. Таблица II.

Terület Area Район	Kőzet Rock Порода	Izotóp Isotope Изотоп	Vizsgált elem Determined element Исследуемый элемент
Telkibánya	andezit kálitrachit andesite trachyte андезит трахит	Pu—238	K
Úrkút	ércminta ore sample проба руды	Pu—238	Mn, Fe
Recsk	ércminta ore sample проба руды	Pu—238 Am—241	Fe, Cu, Zn, Pb, In, Sb, As, Cd, Ba, Pb
Különböző hazai területek Various Hungarian mines Разные районы Венгрии	bauxit bauxite боксит	Pu—238	Ca, Ti, Fe
Csendes-óceán Pacific Ocean Тихий Океан	Fe-Mn konkréción concretion конкреции	Fe—55 Pu—238	K, Ca, Ti, Mn, Fe Ni, Cu, Zn
Fekete-tenger Black Sea Черное море	torlatminta placer sample россыпная проба		
KGST COMECON СЭВ	etalonok standards эталоны	Fe—55 Pu—238 Am—241	K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cr, Ga, Rb, Sr, Zr, Sb, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm

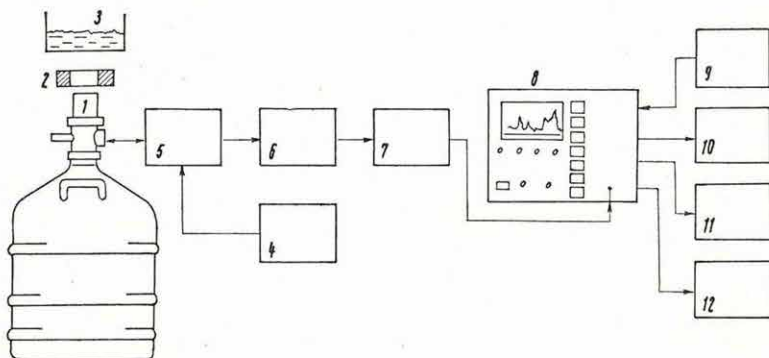
rendezéseink és mérőmódszerünk teljesítőképességét az elemek széles sorára, főkomponensekre és nyomelemekre.

A mérőrendszer rutinszerű alkalmazása érdekében 150 db recski ércmintán XRF méréseket végeztünk. A mérési anyagot a módszertani munkák során elkészített nomogramokkal értékeltük ki. A nagyszámú mérési anyag alapul szolgált a mérőrendszer reprodukáló képességének és stabilitásának a vizsgálatára is. Gerjesztő izotóp 10 mCi Pu—238, a mérési idő 500 s volt. A Fe, Cu, Zn elemeken kívül 37 mintában Pb-ot találtunk, 34-ben pedig As-t

E két utóbbi elem viselkedésének további tanulmányozása céljából a Pu—238 gerjesztésén kívül, 23 minta vizsgálatát Am—241 gerjesztéssel is elvégeztük. Ezeknél a vizsgálatoknál In, Sb, Cd, Ba, Pb jelenlétét is tudtuk tanulmányozni. A KGST konferencia idejére az egész műszerkomplexumot Tihanyba telepítettük és bemutató méréseket végeztünk a résztvevők által hozott közetmintákkal.

Az 56. ábra a módszertani vizsgálatainkhoz felhasznált mérési összeállítást mutatja, az 57. ábra az egyes elemek meghatározásának lehetőségeit vázolja, különböző gerjesztőforrás alkalmazásakor.

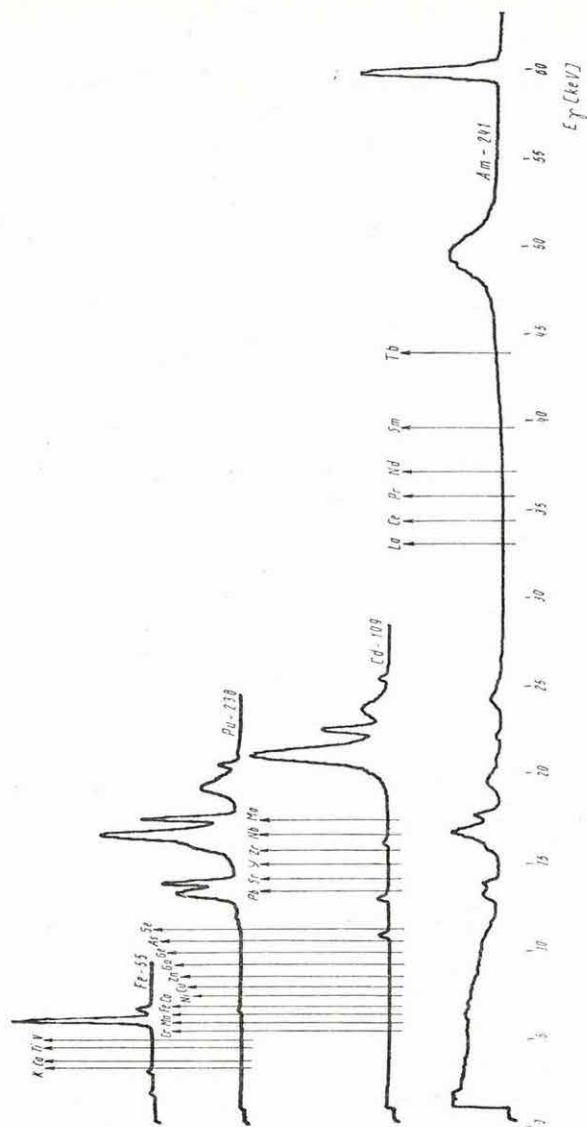
A karakterisztikus röntgensugárzás észlelésére vertikális elrendezésű Si/Li félvezető detektor szolgált, a spektrumot pedig sokcsatornás analizátorral regisztráltuk. Az adott célfeladatnál a nyobonyolultságú univerzális eszköz lehetőségei nem használhatók ki, hiszen egy adott gerjesztőforrással csupán kb. 8—10



56. ábra XRF mérési összeállítás; 1. Si/Li félvezető detektor; 2. gerjesztő forrás; 3. minta; 4. nagyfeszültségű tápegység; 5. hűtött előerősítő; 6. főerősítő; 7. formáló áramkör; 8. sokcsatornás analizátor; 9. lyukszalagolvasó; 10. perforátor; 11. számnyomtató; 12. XY rajzoló

Fig. 56 XRF measuring system; 1 Si/Li semiconductor detector; 2 generation source; 3 sample; 4 high voltage supply unit; 5 cooled preamplifier; 6 main amplifier; 7 forming scheme; 8 multichannel analyzer; 9 punchtape reader; 10 perforator; 11 digital printer; 12 XY plotter

Рис. 56. Измерительная установка по рентгено-флюоресцентному методу 1 Si/Li полупроводниковый детектор; 2 источник возбуждения; 3 образец; 4 источник высокого напряжения; 5 прадусилитель с охлаждением; 6 главный усилитель; 7 формирующая схема; 8 многоканальный анализатор; 9 устройство ввода с перфоленты; 10 перфоратор; 11 АЦПУ; 12 XY плоттер



57. ábra A különböző gerjesztő források saját-spektrumai és a meghatározható elemek helye

Fig. 57 Self spectra of different sources and location of determinable elements

Рис. 57. Собственные спектры разных источников возбуждения и места определяемых элементов

elem vizsgálata lehetséges. A hasznosítható információt is csak egyes spektrumrészletek hordozzák, tehát a nagymennyiségű (1024) adatcsatorna szükségtelen. Ezért olyan megoldásra törekedtünk, amely egyesíti magában a sokcsatornás analizátorok finom felbontóképességét és a célberendezéseknek az adott feladatra maximálisan egyszerűsített tulajdonságait. Az így kialakított berendezés egy 1024 csatornás analóg digitál átalakítóból, majd egy 16 ablakos programozható adatgyűjtő-rendszerből áll. Segítségével az XRF sorozatmérések gyorsabbak, a mérési eredmények kiértékelése egyszerűbb.

A bauxitipari analitikai feladatok megoldásában 6 bauxitbánya, timföldgyár, ill. bauxitipari elemző központ részére végeztünk módszertani fejlesztést, vagy adtunk műszaki segítséget. Ezenkívül szovjetunióbeli, brazíliai, valamint jamaikai vállalatunknak is eleget tettünk.

Az Ajkai Timföldgyárral kötött kutatási szerződésünk keretében a már évek óta üzemszerűen működő alumínium- és szilícium-meghatározó automata továbbfejlesztéseként vizsgáltuk a Ca, Ti és Fe meghatározásának lehetőségét a zagyok szilárd fázisában. Erre a célra egy nem energiaszelektív izotóp-gerjesztésű röntgenfluoreszcens-analízis elven működő mérőrendszert hoztunk létre, amelyet úgy alakítottunk ki, hogy szorosan illeszkedjék a már évek óta folyamatosan üzemelő berendezés pneumatikus és elektronikus rendszeréhez.

Az Almásfűzitői Timföldgyárral kötött kutatási szerződésünk értelmében vizsgáltuk a bauxitminták nedvességtartalmának meghatározási lehetőségeit a neutron-transzmissziós (NT) mérési technikával. Ehhez új típusú detektálóhelyet alakítottunk ki a neutronforrást tartalmazó aktiváló edény külső falán.

A Fémipari Kutató Intézet megbízásából új komplex ipari elemalanitika berendezést (BEA) fejlesztettünk ki, amely alkalmas a bauxit- és timföldipar jelenlegi problémájának megoldására. Kialakításánál megőriztük az eredeti MTA—1527 típusú bauxitelemző konstrukciós elveit. Nem változtattuk meg a csőpostarendszert és az új detektáló rendszerek kialakításánál alkalmazkodtunk az eddigi tubusformához. Továbbra is a GM csöves detektálás különböző módszereit részesítettük előnyben, egyszerűségük és nagy megbízhatóságuk miatt.

A fejlesztés a neutronaktivációs analízis (NA) mellett, három újabb eljárás (az izotóp gerjesztésű röntgenfluoreszcens [XRF] analízis, a neutron- [NT], valamint gammatranszmissziós [GT] mérés) bevezetését jelenti és így 5 új paraméter mérését teszi lehetővé (III. Táblázat).

A vizsgálatok roncsolásmentesen, nedves kémiai előkészítő műveletek közbeiktatása nélkül végezhetők, 2×10 g minta precíz előkészítésével. Egy észlelés 3 percig tart, 24 órás folyamatos üzemmódban 100 minta 8-komponenses elemzése lehetséges.

Az átlagrendsám meghatározásához a kőzetmintákon áthaladó lágý gammasugárzás abszorpciójának mértékét regisztráljuk

A röntgen-radio metrikus mérési eljárás fejlesztésében módszertani vizsgálatokat végeztünk az NE 5017 típusú hordozható műszerrel. A porított mintákra korábban megállapított kalibrációs görbe ellenőrzésére meghatároztuk, egy 48 darabból álló, rejtjelezett mintasorozat réztartalmát. A kapott eredmények jó egyezést mutatnak a vegyelemzés adataival, csupán a 0,0—0,4%-os tartományban került sor a kalibrációs görbe kismértékű módosítására.

III. Táblázat. Table III. Таблица III.

Meghatározandó To be determined Определяемая компонента	Mérési eljárás Type of analysis Метод анализа	Mérési intervallum Range Диапазон измерения	Pontosság Accuracy Точность
Al ₂ O ₃	NA	15—60%	±0,5% absz.
SiO ₂	NA	1—45%	±0,25% absz.
No ₂ O	NA	1— 5%	±0,5% absz.
CaO	XRF	1— 7%	±0,2% absz.
TiO ₂	XRF	1— 3%	±0,2% absz.
F ₂ O ₃	XRF	1—25%	±0,4% absz.
H ₂ O	NT	1—12%	±0,5% absz.
Átlagrendszám Average atomic number Средний атомный номер	GT	10—13	

Bányabeli nehézfém-koncentráció *in situ* meghatározási lehetőségének vizsgálata céljából méréseket végeztünk bányában és darabos kőzetmintákon. A kalibrációs görbe meghatározása ebben az esetben nehezebb feladat, ugyanis a mérendő felület egyenetlenségei, a változó szemcsenagyságú textúra, de főképpen a nehézfém-koncentráció egyenetlen eloszlása a mérések szórását nagymértékben megnöveli.

A röntgen-radiometrikus mérési eljárás fúrólukbeli alkalmazására készített szondát át kellett dolgozni, mivel a lyukfal és a detektor közötti nagy távolság miatt a néhány keV-s energiát nem tudtuk detektálni. A javítás során a kristályt közvetlenül a szonda falához helyeztük ki és a fotosokszorozó és a kristály közé fényvezető prizmát iktattunk be. Így elértük, hogy a 6 keV feletti energiákat megbízhatóan tudtuk detektálni. Tekintve, hogy a szcintillációs rendszerek felbontóképessége 8 keV-nél kb. 50%, az energiaszelektív méréssel a rendszámokban közel álló elemeket nem lehet elválasztani. Ezért differenciáló szűrőpárokat alkalmazunk, amelyekkel a Fe, Cu, Zn jól elkülöníthető. Az év során a recski mélyszínti bányában sikeres mérést végeztünk a réz-tartalom változásának kimutatására. További feladat a berendezés hitelesítése, a kalibrációs görbe elkészítése és nyomásálló szondatokozás megoldása.

3. FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK*

* Aczél E., Csapó G., Hegymegi L., Márton Pné, Nemes I., *Pollhammer Mné*, Szabó Z.,
Tóth P., Varga P.

A Tihanyi Observatóriumban folyamatosan regisztráltuk a földmágneses tér D, H és Z komponenseinek időbeli változását La Cour és saját fejlesztésű digitális műszerekkel.

Az observatórium mágneses szintjének ellenőrzése céljából műszereinkkel összehasonlító méréseket végeztünk a niemegki és ógyallai observatóriumokban és ugyanezen observatóriumok műszereivel Tihanyban.

Meghatároztuk a földmágneses tér komponenseinek napi járását az 1970—74-es nyugodt napi értékek alapján.

Megvizsgáltuk néhány mágneses vihar spektrális amplitúdó-csozslását, valamint az egyes amplitúdó-maximumok frekvencia-csúszását különböző viharfázisokban. Bizonyos típusú viharok egyes szakaszaiban igen határozott amplitúdó-maximum található a 165 ± 10 min. periódusidő környezetében.

Megjelentettük a Tihanyi Observatórium 1975. évi jelentését.

Az ionoszféra, magnetoszféra kutatás keretében egész évben folytattuk az óránkénti whistler-regisztrálást.

A whistlerek elmúlt öt évre vonatkoztatott gyakorisági analízise két határozott maximumot mutat, szoros korrelációban a föld ekliptikus pályaelemeivel. Az első széles maximum röviddel napnyugta után, a második, jóval szélesebb maximum, a napkelte előtti időszakokban található.

A számított elektronsűrűség proflok szerint mágnesesen aktív időszakban a magnetoszféra $1,5 \leq L \leq 2,5$ paraméterrel jellemezhető zónájában jelentős sűrűség-csökkenés tapasztalható.

Nemzetközi kötelezettségünknek megfelelően az IK—15 mesterséges hold áthaladásai idején rendkívüli észlelést végeztünk a VLF jelenségek összehasonlító analízise céljából.

A Föld árapályának vizsgálata során 1976 végén befejeztük az 1974-ben megkezdett nemzetközi gravitációs árapály-szelvény mérését. Ez az első olyan méréssorozat, mely egyrészt összeköti a nyugat- és kelet-európai állomásokat, másrészt kontinensünk tengerparti részeitől messzire eltávolodik. Ez utóbbi körülmény lehetővé teszi a világtengerek ár-

apálya által a gravitációs térre gyakorolt hatás területi vizsgálatát és az elméleti számítások ellenőrzését. Az Obninszkban (Moszkva mellett) végzett megfigyelési sorozat első, mintegy 110 napos részének analízise azt mutatta, hogy a tengerek által legjobban befolyásolt M_2 hullám amplitúdóhányadosa az óceáni hatások kizárása után kiemelkedően nagy (1.174), míg a Közép-Európában levő állomások (Bonn, Tihany, Pecny) esetében a korrigált értékek (átlagosan 1.159) az elméletileg várható értékhez igen közeliek.

Folytattuk a gravitációs regisztrátumok árapályon kívüli frekvenciatartományainak spektrumanalízisét. Ennek során két, feltételezhetően különböző eredetű, periodikus jelenségsoportot sikerült kimutatni:

a) egy közel 6 óra periódusú hullámot, amelynek amplitúdója az Északi tengerből távolodva csökken (IV. táblázat első oszlopa). Ezt a hullámot az M_4 jelű, a Föld árapályánál hiányzó, sekélytengeri árapályhullám okozza. Mivel ebben az esetben olyan periodikus terheléssel van dolgunk, amely a Föld árapályában nem jelentkezik, lehetőség nyílik a tengeri árapálynak a földkéregre gyakorolt hatását számító módszerek és az így létrejövő deformációk vizsgálatára. A fellépő gravitációs változások amplitúdóját az Északi tenger és a Doveri szoros árapály-térképeiből Perceval eljárásával (Gutenberg—Bullen A modell) számítottuk. Mint az a IV. táblázatból is látható, a mért és a számított értékek jó egyezést mutatnak, ami egyrészt Perceval számítási módszerének megalapozottságát, másrészt az Északi Tenger cotidális térképének megbízhatóságát látszik igazolni. Ez utóbbi tény azért is fontos, mivel számításaink szerint Európában az Északi Tenger az óceáni árapály-hatásnak átlagosan 50—60%-át okozza.

b) Mologyenszkij 1976-ban elméletileg leírt olyan hosszúperiódusú hul-

IV. Táblázat. Table IV. Таблица IV.

A	B	C
Bonn	0.344	0.189
Tihany	0.057	0.053
Potsdam	0.102	0.103
Pecny	0.093	0.077
Obninszk	0.000	0.005

A — Állomás, station, станция

B — Mért amplitúdó μgal -ban, recorded amplitude in μgal наблюдения амплитуда в мкгЛ

C — Számított amplitúdó μgal -ban, computed amplitude in μgal , Расчетная амплитуда в мкгЛ

lámokat, amelyek a Föld szabad rezgéseinek és árapályának kölcsönhatása következtében jöhetnek létre. Vizsgálataink során sikerült kimutatnunk olyan frekvencia-csúcsokat, amelyek Mologyenszkij egyenletének megfelelő helyeken találhatóak. Mivel az amplitúdók igen kicsinyek (nagyságrendjük $0,1-0,01 \mu\text{gal}$) kimutatásuk csak több állomás és műszer eredményeinek együttes vizsgálatával lehetséges. Megállapításainkat Európa különböző helyein 5 különböző műszerrel végzett 9 mérési sorozat analizisére alapoztuk.

Paleomágneses vizsgálatokat a Dunántúli Középhegység 4 különböző helyéről (Bakony: Bakonycsernye—Tűzkövesárok, Lókúti domb; Gerecse: Tardosbánya; Tata: Kálváriadomb) származó jura mészköveken végeztünk.

Az egyes mintavételi helyekre meghatározott közepes deklináció (\bar{D}), inklináció (\bar{I}) értékeket és a középírány megbízhatóságára vonatkozó statisztikus paramétereket (k , α) dőléskorrekció előtt és mintánkénti dőléskorrekció után a V. táblázat foglalja össze. Az összes mintából származó átlagértékeket a táblázat legalsó sorában tüntettük fel.

Minden mintacsoport első sorában a jelenlegi koordináta-rendszerben kifejezett, a másodikban a dőléskorrekció utáni értékek szerepelnek.

V. Táblázat. Table V. Таблица V.

L	N	D	I	k	a
Bakonycsernye	67	298	+65	12	5
		318	+61	12	5
Lókúti domb	21	280	+63	16	8
		291	+56	11	10
Tardosbánya	7	313	+64	90	6
		308	+62	62	8
Tata, Kálváriadomb	10	314	+57	38	8
		332	+63	55	7
Összes, dőléskorrekcióval Total, dip corrected сумма, испрaчленная за падение	105	311	+61	80	10

L mintavételi hely, sampling location, место отбора проб

N minták száma, number of samples, количество проб

D közepes deklináció, mean declination, среднее склонение

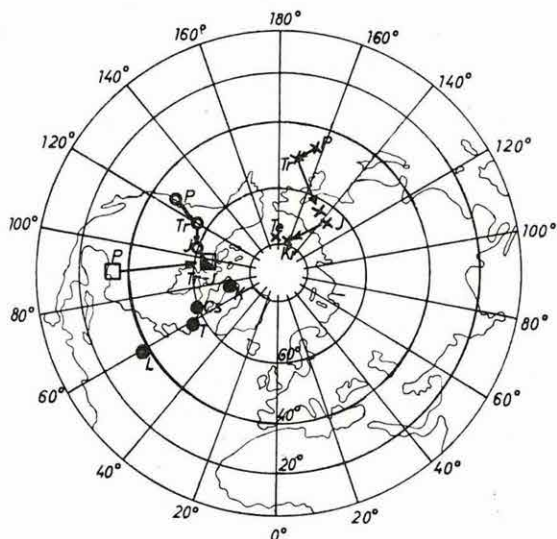
I közepes inklináció, mean inclination, среднее наклонение

k pontossági paraméter, accuracy parameter, параметр точности

α konfidencia kör sugara, radius of confidence circle, радиус круга конфиденции

A \overline{DI} -ből mintavételi helyenként meghatározott virtuális földmágneses pólusok helyzete jelentősen különbözik a stabil európai pólustól és nagyon közel van az Alpokra és Afrikára meghatározottakhoz (58. ábra), annak bizonyítékeként, hogy a Dunántúli Középhegység az egész mediterrán övhöz hasonlóan, tektonikai események eredményeként került mai helyére.

A bakonycsernyei Tűzköves árok pliensbachi emeletét részletesebben is feldolgoztuk (átlagkora 180 millió év, időtartama kb. 6 millió év). Az üledékképződés folyamatosságában helyenként kb. 10^4 éves üledék-hézaggal kell számolnunk. Az üledékképződés átlagsebessége $1,8 \text{ cm}/10^4$



58. ábra A Dunántúli Középhegységre meghatározott virtuális földmágneses pólusok
Jelmagyarázat: L Lókuti domb

T Tardosbánya
Cs Bakonycsernye
K Tata; Kálváriaudomb

Összehasonlításként láthatók az ábrán a stabil Európára (kereszt), az Alpokra (üres körök) és Afrikára (négyzet) meghatározott közepes mágneses pólusok a permre (P), triászra (Tr), jurára (J), krétára (Kr) és harmadkorra (Te)

Fig. 58 Virtual Earth magnetic poles determined from samples of the Transdanubien Central Range

For comparison mean poles of stable Europe (cross), of the Alps (circles) and of Africa (squares) for Permian (P), for Triassic (Tr), for Jurassic (J), for Cretaceous (Kr) and for Tertiary (Te)

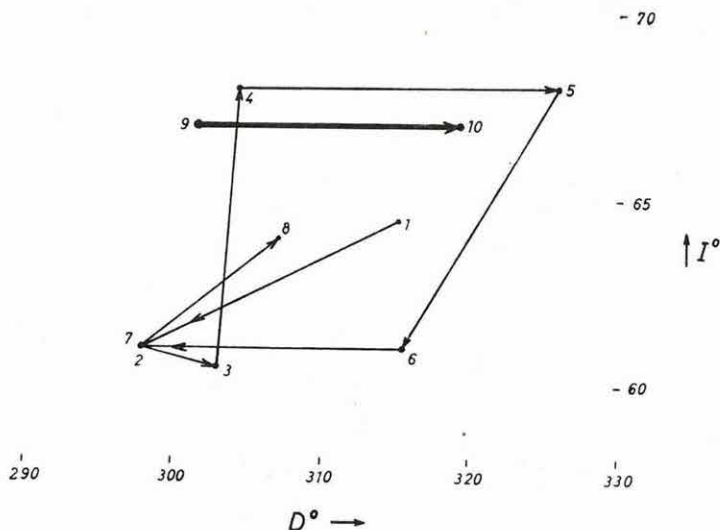
Рис. 58. Виртуальные полюса, для Задунайского Среднегорья

Обозначения: L — Локут
T — Тардошбánya
Cs — Баконьчерне
K — Тата, холм Кальвария

Для сравнения приведены средние полюса перми, триаса, юры, мела и третичного периода для стабильной Европы (крестики), для Альп (пустые кружки) и для Африки (квадраты).

év volt, tehát a méréshez használt 2 cm élhosszúságú kockáink mágnesezettsége kb. 10^4 év átlagát képviselik.

A természetes remanens mágnesezettség inklinációja minden mintára pozitív, váltóáramú lemágnesezésre a Stokesi és Margaritatus ammonites zóna mintáinak túlnyomó része negatívra változott. A kizárólag normál polaritású időszakokra a földmágneses tér szekuláris változásának kb. 300 000 éves periódusát sikerült kimutatni, az egyes ciklusokhoz tartozó minták mágnesezettségének középpíránya periódikusan változik (59. ábra).



59. ábra A pliensbachi emelet normál mágnesezettségű időszakaiban mutatkozó kb. 300 000 éves periódusú szekuláris variációk közepelt pólushelyzetének áthelyeződése az idő függvényében. 1—8 a fordított mágnesezettségű időszak előtti és 9—10 az azt követő közepelt pólushelyzetek.

Fig. 59 Shift of location of the mean values of the 300 000 year secular variation vs time in the Pliensbachian of normal magnetization. Mean pole locations before (1—8) and after (9—10) the interval of reverse magnetization

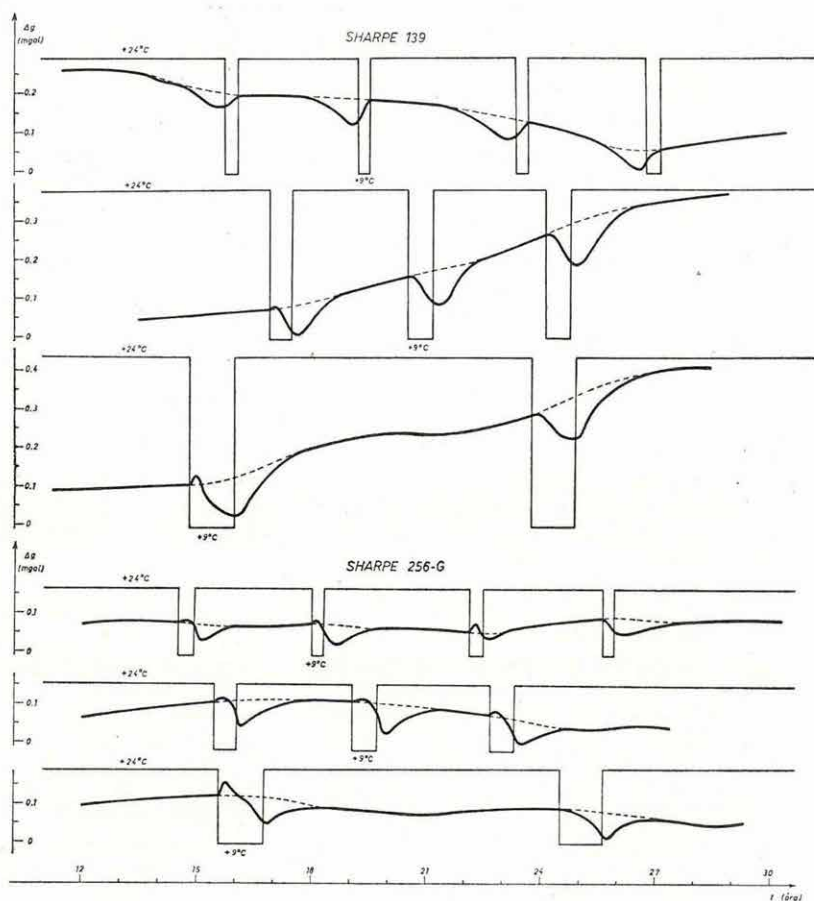
Рис. 59. Перемещение во времени положения полюса с периодом около 300 000 лет в случае нормальной намагниченности плинсбаховского яруса. Средние положения полюса до (1—8) и после (9—10) инверсии.

A geodéziai gravimetria témakörben folytattuk az 1971—74. között végzett áttekintő gravimétermérések adatainak lyukkártyás tárolását.

Mérési módszer kidolgozása céljából laboratóriumban kísérleti méréseket végeztünk Sharpe graviméterekkel kizárólag a finom csavar ($\Delta g < 100$ mgal) és a durva csavar ($\Delta g > 100$ mgal) alkalmazásával. Pilléren $\Delta g = 0$ nehézségi gyorsulás különbségeket mértünk a következő paraméterek változtatásával: észlelési idő, műszerleolvasások száma, valamint a makrocsavar beállításának módja.

Folytattuk a graviméterek laboratóriumi vizsgálatát. A Worden Geodesist 937, Worden Geodetic 971, Sharpe 139, és Sharpe 256—G műszerrel hőkamrás vizsgálatokat végeztünk annak tanulmányozására, hogy a környezet hőmérsékletváltozása milyen hatást gyakorol a műszer leolvasási értékeire. Ezeknek a műszervizsgálati eredményeknek mind a nyersanyagkutató, mind az alaphálózati méréseknél nagy gyakorlati jelentőségük van.

Az első kísérletnél a műszereket 24 °C-os kamrában tartottuk, majd rövidebb időre áthelyeztük egy másik, 9 °C-os kamrába. A vizsgálati idő alatt többször leolvastuk a gravimétereket. A kísérleti eredmények a 60. ábrán láthatók.



60. ábra Hőmérsékletváltozás és a graviméter leolvasási értékeinek változása két különböző graviméternél

Fig. 60 Temperature variation and gravimeter readings with two different gravity meters

Рис. 60. Изменения температуры и вариации отсчетов двух различных гравиметров

Egy másik kísérletnél a műszereket először fél napig 9 °C-os, majd két és fél napig 25 °C-os és ismét 9 °C-os kamrában tartottuk. A vizsgálati idő alatt leolvasásokat végeztünk a graviméteren. Ezeket a kísérleti eredményeket a VI. táblázatban tüntettük fel.

VI. Táblázat. Table VI. Таблица VI.

Graviméter Gravitymeter Гравиметр	Worden*		Worden**		Sharpe*	
	937.	971.	937.	971.	139.	256.
Δg_{\max} (mgal)		—6	0,2	0,1	2—3	0,6
t (h)		—48	—10	—12	—48	—22

Worden*, Sharpe* — termosztát nélkül, without thermostat, без термостата

Worden** — termosztáttal, with thermostat, с термостатом

t (h) — a műszerjárás normalizálódásának az ideje,
time of stabilization of drift,

время нормализации дрейфа

Végül megvizsgáltuk, hogy milyen kapcsolat van a graviméter leolvasási értékei, valamint a hőmérséklet változása között akkor, ha a hőkamra hőmérsékletét 10 °C és 25 °C között szinuszosan változtatjuk. Egy-egy periódus 24 óráig tartott. A leolvasási értékek változása szintén szinuszos volt, a fáziskésés termosztát nélküli műszereknél 6—10 óra. a minimális és maximális leolvasási értékek közötti eltérés 0,2—1,5 mgal, termosztát alkalmazásával a fáziskésés szintén 6—10 óra, a maximális leolvasási értékkülönbség 0—0,05 mgal.

1973 óta folyamatosan végzünk graviméterméréseket a kéregmozgási szintezési hálózat vonalain, részben a szintezéshez szükséges korrekciószámítás, részben az esetleges gravitációs változások figyelemmel kísérésére.

A Dunántúl déli részén Igal—Dombóvár térségében 3 állomás/km² sűrűséggel folytattuk az áttekintő graviméterméréseket.

Az ELGI részéről 1975—76-ban szakszemélyzet tartózkodott Irakban a végett, hogy az ELGI által a „Ground Water Development Administration” cég számára előállított K—500-as karotásberendezésekkel és a GE—27 felszíni geoelektromos műszerrel méréseket végezzen, az adatokat feldolgozza és értelmezze.

A mérések célja: felszíni geofizikai (VESZ) mérésekkel a vízkutatásra reményteljes területek kijelölése, valamint az eredmények alapján kijelölt fúrások vízáadó rétegeinek meghatározása volt.

Feladatuk volt még az iraki személyzet betanítása is. A mérőcsoport a betanítási időszak alatt 75 135 fm-ben végzett karotázás méréseket.

*

Az ELGI 1976-ban is — a Mongóliai Felderítő-Értékelő Csoport keretében — tevékenykedett Mongóliában.

*

Megjelent szöveges kiadványaink: Az ELGI 1975. Évi Jelentése, az Annual Report 1975 (Geophysical Observatory, Tihany), valamint az „Earth Tide Observations by Askania Gravimeters at the Geodetical Observatory Pecny (Czechoslovakia)” c. kötet. A Geofizikai Közlemények 24. kötete és 2. pótfüzete.

*

Könyvtárunk szolgáltatásait az elmúlt évben 4683 olvasó/kölcsönző vette igénybe. A könyvtár jelenlegi állománya 53 830 könyvtári egység.

Állományunkat 659 önálló művel és 2323 folyóiratszámmal, valamint 1381 dokumentációs kiadvánnyal és 180 műszerprospektussal gyarapítottuk.

Nemzetközi kiadványcsere szolgálatunk révén 414 kiadvány érkezett. Folyóirattárunkat 11 új periodikával bővítettük.

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN
GEOPHYSICAL INSTITUTE
"ROLAND EÖTVÖS"
FOR 1976

I GEOPHYSICAL PROSPECTING

Location of the field works of ELGI in 1976 is presented on Fig. 1.

The systematic geophysical mapping of the *Transdanubian Central Range* was continued according to the methodology of previous years. On Fig. 2 all areas of geophysical activity of the past 10 years are marked. Successive phases of geophysical investigations are the followings:

Reconnaissance mapping; scale 1 : 100,000, mainly using the gravity method. Accuracy of determination of depth to basement: $\pm 25\%$. Task is to outline areas for further investigations.

Regional mapping; in the foreground of the mountains with a scale of 1 : 50,000, on the margins and inner basins 1 : 25,000, on the plateaus of Mesozoic outcrops 1 : 10,000; mainly by seismic refraction. Accuracy of determining depth to the Mesozoic carbonaceous basement is within $\pm 10\%$.

Detailed mapping for direct bauxite and water exploration with a scale of 1 : 10,000, 1 : 5,000 or 1 : 2,000.

Some of the 1976 results are presented in detail.

Reconnaissance mapping was carried out in the *northern foreground of the Bakony Mountains*. Depth data of adjacent areas explored by seismic and geoelectric surveys enabled us to construct an optimized gravity depth contour map (Fig. 3).

On the *eastern margin of the Bakony Mountains* with outcrops of Triassic dolomites a network of VLF measurements was completed for bauxite exploration. Two examples are presented on Fig. 4.

In the *eastern foreground of the Gerecse Mountains* regional mapping was accomplished. A typical refraction cross section is presented on Fig. 5. Difference between seismic and geoelectric depth data suggests the presence of Eocene formations which means the possible presence of both brown coal and bauxite.

Methodological research horizons within the Triassic or older sediments were investigated by both the refraction (Fig. 6) and the VIBROSEIS (Fig. 7) method. The latter one is the first successful experiment of this kind.

Integrated interpretation of all available geological and geophysical data in the *Börzsöny Mountains* has an utmost preference and necessity for all further ore exploration in the area.

On the six maps (Figs. 8–13) geological, geomorphological, seismic, geoelectric and IP data are presented to reveal the geological evolution of the complex volcanic region.

The interpretation—which cannot be regarded as complete—resulted in the following geological model:

- 1 The ore field shows a definite NNE–SSW linearity and consists of two parts in the present erosion level.
 - 1.1 The Oligocene main structural line can be rated as its determinant feature, the secondary being the central anticline, both causing fissurization. The magma chamber below the anticline could be the source of hydrothermal liquids or act as mobilizer.
 - 1.2 Both parts of the ore field lie in the ring shaped elevated zone of the remnants of the Börzsöny brook caldera. It can be supposed that in the depth these parts are connected.
 - 1.3 Both parts of the ore field coincide with the core of velocity anomalies. The velocity decrease in the basement and the velocity increase of the overlying volcanites can be traced back to the same phenomena: hydrothermal processes.
- 2 In the Börzsöny ore field prospective ore deposits can be presumed. The IP anomalies suggest interconnection between mineralization and the fault system, parallel to the Oligocene main structural line.
- 3 As up till now no definite ore body of industrial value was found, the localization conditions are unknown. Even the most important question: whether porphyric mineralization exists (or not) in the area is still unanswered.

The *regional geophysical survey* along the *Darno structural zone* was launched in 1976. Geophysical investigations were carried out in two different fields: exploration of deep structure and geophysical mapping in connection with ore exploration.

Location map of the measurements of different geophysical methods is presented on Fig. 14.

Fig. 15 shows the SE part of the reflection time section, ÉK–2, and Fig. 16 its coloured version.

Both sections reveal not only the structure of the Tertiary sediments, but present important informations about the older strata as well.

Geophysical mapping across the *Uppony and Rudabánya Mountains* was carried out by the VES, IP, SP and magnetic methods. Fig. 17 shows profile I and part of profile II with preliminary interpretation. IP

anomalies of considerable amplitudes are mainly connected with Carboniferous shales. Final interpretation can be made after the completing of geological and geochemical mapping.

The *regional reflection profiles* for the tectonic study of Transdanubia was continued on three areas (Fig. 18).

For both MK-4/76 (Fig. 19)—along the western limb of the Karád gravity maximum—and MK-2/76 (Fig. 20) on the Igal gravity high—the VIBROSEIS method was used. The MK-2/76 was a repetition of the former MK-2/74 profile, because of its poor quality. The VIBROSEIS system proved its superiority on the hilly terrain.

For static corrections special small scale refraction profiles and seismic logs were shot by the SR-II surface energy source.

The third area was chosen to explore the fault system, south of Lake Balaton. Reflection profile MK-5/76 (Fig. 21) was recorded using the same set up as for the former two.

Similarly to former years, several *water supply and engineering projects* required geophysical prospecting. To mention a few major ones, the design of the Danube dam, the Transdanubian thermal power station, and the pulp reservoir of the Nováky power station (Czecho-Slovakia) (Fig. 22). By applying VES, civil engineering sounding and soil tests in shallow boreholes the permeable and impermeable parts of the base rock were separated, and other reservoir properties determined.

The most prominent example of water supply exploration—which yields methodological results as well—is the integrated geophysical investigation of the near-surface karst area of Veszprém (Fig. 23). The following geophysical methods were used: VLF mapping, PM, VES, horizontal profiling, IP and SP measurements. With the last two even the presence of water can be detected.

The geophysical survey of the *Great Hungarian Plain* was continued in the Debrecen area, with additional gravity, magnetotelluric measurements (Figs. 24 and 25) and reflection seismic profiles. Reliability of the new residual anomaly map can be regarded as 0.25 mgal. Magneto-telluric soundings were carried out in the frequency range of 0.01–20 Hz.

The location of the seismic reflection profiles are shown on Fig 26. The total length of profiles was 216.5 km, all in 12 fold coverage. The first experiments with the VIBROSEIS system were carried out also in that area.

Fig. 26 shows the time map of the area constructed from earlier reflection data. Figs. 27 and 28 are time sections of the 1976 survey, as printed by the off-line colour plotter developed by ELGI.

Seismic reflection survey was carried out in the southern foreground

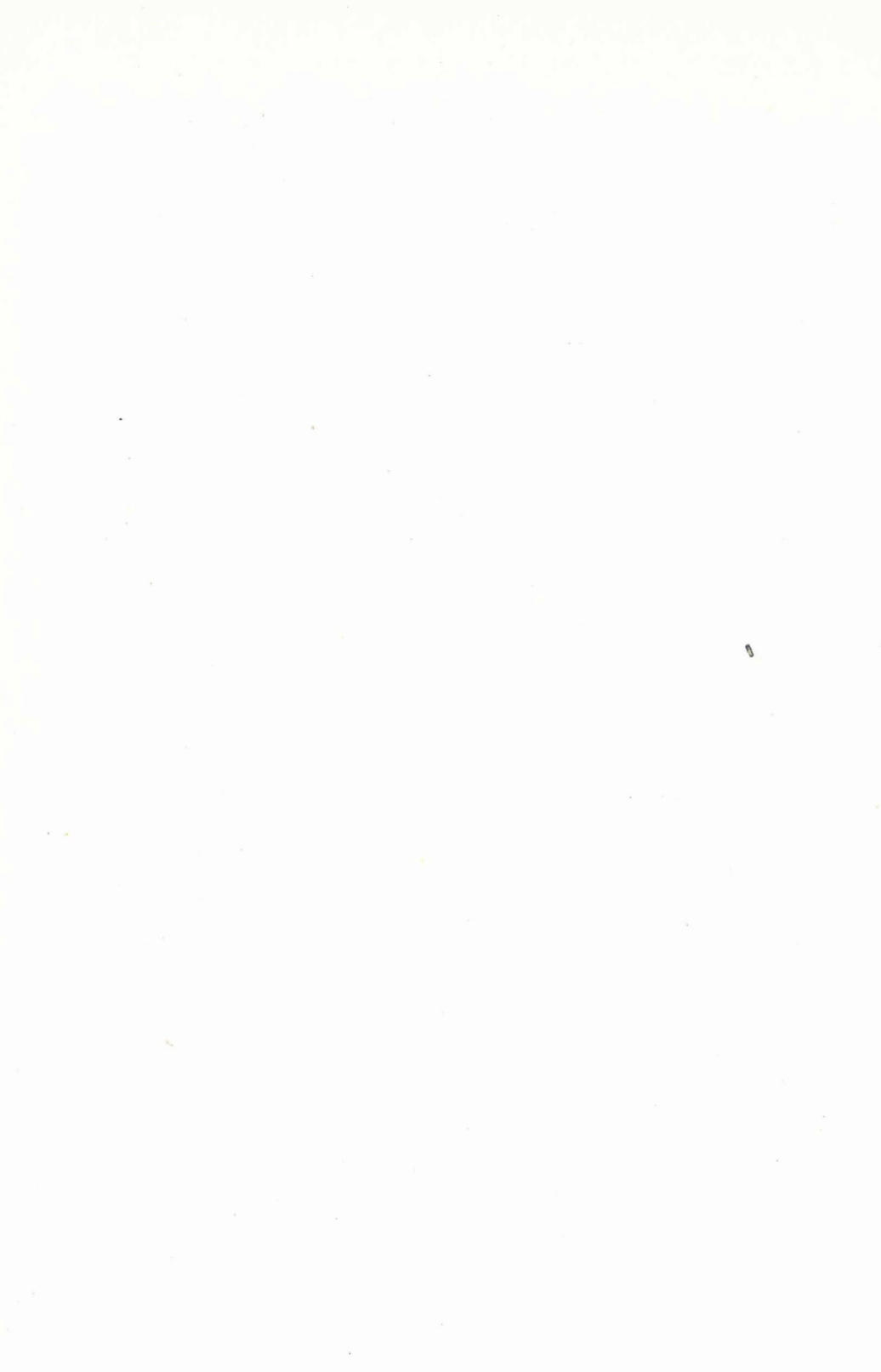
of the *Mecsek Mountains* in order to trace stratigraphy and structure of late Paleozoic sediments. Fig. 29 shows the time section GÖ-4 coloured according to reflection amplitudes. Under the discordance, the horizons dipping to the east probably belong to the late Paleozoic clastic series. In the reflection time section GÖ-3 (Fig. 30) the basement of Permian sediments can be traced.

In the uplifted part of time section GÖ-1 (Fig. 31) the Tertiary basin floor is built up of Carboniferous sediments. The fracture between points 40° and 50° is indicated by the higher energy of diffractions in the deeper parts of the section.

For coal mines of the Mecsek some refraction and exploratory reflection work has been carried out. On Fig. 32 a typical refraction cross section is presented shot in dip direction. Much better resolution was obtained by the reflection method as shown in Fig. 33.

Mesozoic and Miocene sediments can be separated by their different reflection characteristics.

INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL
RESEARCH



2.1 SEISMIC INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH

The central problems of seismic and digital instrumental developments were further improvements of the offshore data collecting and processing system and putting the VIBROSEIS** system—bought in 1975—into operation. The digital colour plotter is in connection with both above mentioned projects and it was constructed in its final form.

Our *offshore instrumental research program* had two major targets:

(i) To build a computer controlled 24 channel, multiple coverage real time processor and to improve its program structure.

(ii) To improve the reliability of service using the experience gained last year, and to prepare experimental operation on sea for a considerable period.

The block diagram of the system is shown on Fig. 34. The discs, the SD-10 data acquisition system, the magnetic tape-memory units and the special processor for NMO correction are directly connected to the DMA bus.

The program package for real time data processing—including the control and organiser program as well as the input, demultiplexing, fixpointing and gain control, NMO, stacking, bandpass filtering, deconvolution, writing on magnetic tape and plotter programs—have been developed and improved.

Experimental operation on the Black Sea—within international cooperation—started in the end of 1976.

The instrumental and experimental methodological tasks in connection with the VIBROSEIS system, purchased in 1975, have been successfully dealt with.

The three main elements of the vibrational seismic system are the vibrators, the seismic recording instrument and a controlling, summing and correlating computer centre. To satisfy the requirement of the VIBROSEIS method the computer controlled field system, CFS I—developed by Texas Instruments—combines the DFS-IV type recording instrument with the ruggedized R-890 A type powerful and high speed

** Trademark of Continental Oil Company

computer. As the SD-10 type seismic equipment—developed in ELGI—VEB Geophysik cooperation—is similar in system technology to the DFS-IV, ELGI was aiming to develop its interfacing between CFS-I computer system and SD-10.

The essential differences between SD-10 and DFS-IV are in:

- (a) gain control (binary or floating point),
- (b) the construction of the amplifier and playback unit (that is with or without independent control logic).

The interfacing unit developed ensures that the CFS computer registers the SD-10 and DFS-IV instruments as identical in respect of their signal levels, timing of control signals and connection points. Thus, the CFS-SD-10 system is fully corresponding to the CFS-DFS configuration.

The vibrators are of Failing Y-1100-66 type built onto the hydraulically driven Birdwagen carriers.

The system was set into operation and the first methodological measurements were performed at Debrecen on the survey area of 1974–1976. We had cross sections obtained by explosive seismics at our disposal for comparison and thus problems arising from local geological characteristics and those from the new surveying technology could be separated.

There were no problems with the CFS-I—SD-10|21 field system all through the project.

Location of the experimental operation is shown on Fig. 26. Geologically profile KaMS-18|76 represents a very deep, whereas line VèV-32|76 a rather shallow basin area. The aim of the tests performed was to clear points in the techniques and methodology of the measurements which were not explained satisfactorily in the literature.

The lower frequency limit of the recorded signals was set by the frequency response of the geophones (GSC-11D). Based on amplitude response it was found to be 10 Hz, but taking into consideration the phase response it was higher. The upper frequency limit was set by the 125 Hz cut-off point of the antialiasing filter belonging to the 2 ms sampling interval.

Based on our previous experience it can be stated that the average ground frequency response of the test area can be characterized by the spectrum of a 35 Hz and the average ground roll by that of a 2.5 Hz Ricker wavelet. All these data are shown in Fig. 35 with equal amplitudes for sake of simplicity. According to this diagram the permissible maximum bandwidth is between 14–64 Hz, that is it is hardly wider than 2 octave. Thus, the theoretical optimum sweep limits are 15 and 60 Hz, respectively.

One of the problems with the VIBROSEIS method is the noise produced by the vibrators. The effect of upper harmonics and its elimination possibilities will be dealt with in more detail.

Vibrators are generating upper harmonics besides the upsweeps or downsweeps

within the required frequency band. During the process of correlation the time shifted correlation signal of harmonics—as ghost reflection—is unavoidably present. It appears before the real autocorrelation signal (Klauder wavelet) in time with upsweeps and after it with downsweeps. Although the generation of upper harmonics is inevitable, by suitable selection of sweeps the arrival time of the ghost can be influenced. It can be seen that the timeshift between the Klauder wavelet and the ghost reflection of the first upper harmonic is given by

$$T_g = \frac{f_a T}{f_l - f_a}$$

where

f_a and f_l are the lower and upper frequency limits of the sweep, and
 T its duration.

In case of a two octave sweep:

$$T_g = \frac{T}{3}$$

For further studies a time-distance graph was plotted with 1700 m/s—the regularly recorded velocity—of first arrivals (Fig. 36). The time-distance curves of the ghost first arrivals for the first upper harmonics with different duration of downsweeps were plotted as well. Considering that the presumed useful recording time is 5 s and the maximum sweep length available is 11 s, it can be seen from the diagram that we cannot get rid of the effect of ghosts using downsweeps—even though it is more desirable for the vibrators. At the same time the noise wave characteristics of the test area permit the use of shorter sweeps, which is advantageous from economic point of view. Taking all these facts into consideration we have decided to choose upsweeps with frequencies determined by experiments on each profile.

Based on previous experience we have set the geophone base distance at 50 metres.

Assuming a mute of 300 msec during processing the “beginning of the record” was marked out. Thus, from this diagram it can be seen that the maximum allowable vibrator-geophone distance is 1800 metres and the maximum offset is 650 metres. The actual value of the offset was determined by experiments.

Extending the frequency response diagram to the frequency plain (Fig. 35) the zones of the ground roll and that of the first arrivals were plotted. Thus, the cut-off value required by the groupings and the maximum wave number present can be determined from the graph. Thereby, the length of geophone array and geophone distance within a group can be calculated to be 130–150 metres and 8–10 metres, respectively.

Considering the calculated parameters and the practical requirements the use of a vibrator array length of 100 metres and vibrator spacing of 10 metres was chosen. As the vibrator array became underrated it became important to have a geophone

array of at least 150 metres or to use some kind of filtering for an equivalent effect. Because of practical reasons this was realized by the continuous spread of geophone groups of length of geophone base distance and by mixing before input.

The distortions of the early reflections were also investigated and marked the boundary of undistorted signal zone on the time-distance diagram. This has an important role in the research of near surface horizon.

The coverage was determined experimentally.

On Fig. 37 a series of parameter tests are presented.

The Corollpress-3 colour plotter (Fig. 38) is an improved version of its earlier type. It is digitally controlled either by a computer or by a 9 track magnetic tape unit. It can print in three colours.

Theory of operation: the information transmission is synchronized to the rotation of the drum and it is fed from a temporary buffer register to the electromechanical plot head assemblies through the write logic and control unit. In case of a logical "1" signal, the writing rollers leave a dye mark on the plotting medium. The plot heads are continuously proceeding parallel to the axis of the rotating drum, while the writing rollers move in perpendicular direction.

The different colours of the writing rollers and the digital control makes this instrument applicable for drawing contour maps of coloured isolines and to print arbitrary alphanumeric informations as well.

Technical parameters:

Plotting medium:	commercial, wood-free printing paper or polyester foil
Colours:	blue, yellow, red, black
Writing rollers:	sapphire rollers of 1.5 mm diameter and of edge thickness of 0.1 mm
Writing speed:	5000 dots/sec/head (so with three heads 15 000 dots/sec)
Dot size:	0.2 × 0.15 mm
Drum revolution speed:	100 rpm
Printing accuracy:	0.1 mm
Power requirements:	250 VA (220 V ac ± 10%; 50 Hz ± 1 Hz)
Size:	
Length:	850 mm
Width:	400 mm
Height:	350 mm
Weight:	40 kp.

The following programs were added to the software system of seismic data processing during the year of 1976:

- (a) new versions of linear and weighted migration
- (b) automatic static correction
- (c) programs for the off-line variant of the digital colour plotter.

Theoretical and methodological work was done in the following fields:

- (1) the theory of wave propagation in inhomogeneous medium
- (2) VIBROSEIS deconvolution
- (3) automatic velocity evaluation
- (4) spectrum and absorption calculations
- (5) true amplitude processing

The new version of linear migration stack may be used up to a maximum of 385 channels. The distortion of wave shape along the diffraction hyperbola can be limited to a given percentage.

The time variant normalization of the migrated section can be done in two ways: according to

- a) the square root of the number of traces in the stack, or
- b) the expected number of signals stacked in phase.

The weighted migration stack differs from the linear one only in the method of stacking. Two types of weighing algorithm have been worked out: the polarity coincident analysis based on the statistics of signs of the signals present in the stack, and the classic similarity analysis.

On Fig. 39 migration stacks of a portion of the time section V6-25/76 (Fig. 28) is shown with linear migration and with similarity criterium weighing.

2.2 GEOELECTRIC INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH

Our geoelectric methodological and instrumental research work may be grouped into three main fields:

- (1) Induced polarization measurements and construction of the required instruments.
- (2) Automatization of geoelectric data processing.
- (3) Magneto-telluric investigation of special geological problems.

Our research in the field of induced polarization method was directed towards the analysis of the dynamic characteristics of decaying curves in the time domain.

A long known problem in interpreting IP anomalies is their dependence on instrument parameters. We cannot differentiate among anomalies originating from sulfidic ore deposits, disseminated graphite or porous rocks. In order to do this we not only have to record the complete decay curve but we have to describe it mathematically as well.

Therefore, the $U_{GP} = f(t)$ function has to be determined—best approximating the IP decay curve—within the $t = 10^2-10^5$ ms time range. The following relationship was achieved by using the results of Wait (1959) and Roussel (1962) as a starting point:

$$f(t) = \sum_{i=1}^n A_i \exp(-t/\tau_i) + dyt + U_R, \quad (1)$$

where

- A_i — amplitude of the i -th component in $[\mu V]$;
- τ_i — time constant of the i -th component in $[sec]$;
- dy — linear component $[\mu V/sec]$;
- U_R — remanent potential in $[\mu V]$;
- t — time passed after switch-off in $[sec]$.

From the final part of the complex decay curve first the values of dy and U_R were determined by using the relationship:

$$dy = \frac{1}{\Delta t} \frac{(U_{s-5} - U_{s-4})(U_{s-1} - U_s) - (U_{s-3} - U_{s-2})^2}{2(U_{s-3} - U_{s-2}) - [(U_{s-5} - U_{s-4}) + (U_{s-1} - U_s)]} \quad (2)$$

and

$$U_R = \frac{(U_{s-5}U_{s-3} - U_{s-4}^2) - dy^2 \Delta t^2 - dy(U_{s-5}t_{s-3} + U_{s-3}t_{s-5} - 2U_{s-4}t_{s-4})}{U_{s-5} + U_{s-3} - 2U_{s-4}}, \quad (3)$$

where

$U_{s-6}, U_{s-4}, \dots, U_s$ are the last six equidistant samples of the decay curve, t_s the instant of last sampling, Δt sampling interval.

The values of both U_R and dy also contain the errors in measurements such as inaccurate SP compensation, drift, noise originating from natural and artificial sources—such as long period telluric pulsations, or filtration of the electrolyte of the measuring electrode. Despite of all these, their signs were not random. This is why it may be presumed that both of these components describe an electrochemical reaction closely related to induction. Namely, either the di-charging of the “battery” formed in the ground by the process of induction (which is approximately a linear process), or a process similar to the exponential IP components of large time constant ($\tau_R \sim 100-200$ sec). To choose between the two alternatives is a difficult task, because the exponential function of large time constant is hardly differing from the linear one within the range of measurements.

The regularity in the sign of U_R and dy makes a simpler determination of their values possible rather than deriving them from equations (2) and (3).

The amplitudes and time constants of the exponential components are determined by using the method of factorization.

In our experience the decay curve can be separated into 4 or 5 components with time constants within the 0.1–100 sec range. Under the given conditions the variable interval sampling—defined by the following equation—seems to be the most appropriate:

$$t_k = ab^k, \quad (4)$$

where

a is the instant of the first sampling and
 b the factor limiting the rate of sampling.

If the values of a and b are defined in powers of two, and close sampling is required within the 10^2-10^5 msec period, then a suitable solution is:

$$a = 2^x; x = -4; b = 2^y; y = 0.1; 0 \leq k \leq 110. \quad (5)$$

If the values of τ (t_k) are determined from two adjacent samples as:

$$\tau(t_k) = \exp [(x + ky) \ln 2 - \ln \ln \frac{U_k}{U_{k+1}} + \ln (2^y - 1)] \quad (6)$$

and they are plotted against t_k , the resulting curve will not reach stability as long as the decay curve consist of more than one component (Fig. 40). But if the values of τ (t_k) are constant, then the effect of one single component prevails having the required time constant τ .

The amplitude of the same component may be determined similarly by plotting the $A(t_k)$ graph, where

$$A(t_k) = U_k \left(\frac{U_k}{U_{k+1}} \right)^{\frac{1}{2^k - 1}}. \quad (7)$$

Knowing the values of A_1 and τ_1 the first step of factorization can be performed by subtracting the first component ($A_1 e^{-t/\tau_1}$) from the decay curve corrected by the values of U_R and dy . Values of τ_2 and A_2 can be determined from the remainders in a similar way (see curve 2 in Fig. 40) and the process is continued till a single component remains.

Field tests were carried out by an analogue recorder. Reading the amplitudes of the decay curve according to the given time series the processing could be performed by a programmable pocket calculator.

The amplitudes and time constants of the IP components are influenced by numerous factors, such as the quality, size, shape and resistivity of the ore granule, the ion concentration of subsurface water, the structure of ore and host rock, etc. Thus it is hopeless to expect that the quality of ore—being the most important of the factors listed—could be determined unambiguously in all cases.

The first field tests were performed in the Börzsöny Mountains near to four boreholes biting different types of mineralization. In all cases the host rock consists of alternating pyroclasts, subvolcanic intrusions and lava flows. In bore hole No. Nb-10 ore desposits of industrial value is to be found at two levels (20–30 and 140–180 metres), but the pyrite content is around 10% at other levels as well. In bore hole No. Nb-7 the pyrite content of the host rock is between 0.5–10% with several clay veins of more than 1 m thickness, and containing pyrite in 10–30% concentration.

In borehole No. P-7 the average pyrite content is about 1–2% with enrichment till 6% at some places. In borehole No. P-8 there is only sparse disseminated pyrite here and there.

The W_i - τ_i curves as obtained by factoring the decay curve are shown in Fig. 41.

Note the very large value of the component having the largest time constant (remanent component) at Nb-10. This is the component having the largest amplitude in both Nb-7 and P-7, but the growth is only 2.5–3 times as compared to those of other components. The diagram of P-8 is quite different from these because all the components are of identical amplitudes.

On the area of our other site at Rudabánya the host rock was found to be Mesozoic shale. The data concerning ore deposits are not available because of lack of drillings and sample analyses. The only known fact is that sulfidic ore deposits can be found at some places in the shale. Interpretation of IP results can only be done after further tests and dillings.

The common features of our experiments performed in the Börzsöny Mountains and near Rudabánya are the following:

- (a) the combined decay curve can be represented by 4-5 exponential components;
- (b) the value of remanent potential compared to other components is characteristic to geology;
- (c) increasing the time of induction (T_G) the amplitude of the remanent potential increases the most. A typical example of this can be seen on Fig. 42.

Only the first attempts of the analysis of the IP decay curves have been reported. Experiments will go on in the future because the only way to determine the connection between geology and $A-\tau$ diagrams is by statistical-empirical means. We have to improve further on our technique of measurements—even within the limits of analogue technology—as the useful range of time constants is wider than the duration of recording possible with the present instrument.

The aim of our research work in the field of geoelectric instruments is to develop a *digital resistivity and induced polarization field system*.

The DIAPIR type instrument is a digital, automatic recorder suitable for self potential and induced polarization as well as resistivity measurements. It directly measures and displays with 3 digit accuracy the ρ_a values without making conductive connection with the AB circle. Thus—apart from the most general AMNB array—it may be used for dipol-dipol profiling and also for potential mapping. As this instrument has a built-in reference voltage source it may be used for accurate potential measurements. So the DIAPIR may be considered as an universal instrument in the direct-current geoelectric family.

It measures induced polarization in a form suitable for signal shape analysis.

The value of apparent polarizability (Pa_k or η_a) can be read off the display with an accuracy of 0.1%/bit as:

$$Pa_k = \frac{U_k}{U_0} \cdot 100 [\%],$$

where

U_k is the sample taken from the decay curve at the moment $t = t_k$, and U_0 the magnitude of the primary signal.

In conventional time domain (TD) instruments the value of t_k is fixed, whereas in the DIAPIR it is determined by the following relationship:

$$t_k = a_1 b^k,$$

where

a_1 is the instant of the first sampling, and

b the factor limiting the sampling rate

(see the methodological section for more detail).

For routine measurements the following parameters were found as the most suitable:

$$a_1 = 125 \text{ ms}; b = 2; 0 \leq k \leq 4.$$

If it is necessary to investigate a latter part of the decay curve and the signal/noise ratio is good enough, then even $a_2 = 1 \text{ sec}$ and $a_3 = 8 \text{ sec}$ can be set on the instrument (keeping the values of b and k unchanged)

The duration of induction (T_G) can be selected according to the length of recording.

Measurements performed with the DIAPIR instrument produce identical results to those obtained by conventional TD measurements considering the Pa_1 or Pa_2 values only (Fig. 43). But plotting the difference ($Pa_1 - Pa_2$)—that is the parameter characterizing the gradient of the decay curve—more information is gained already. Even approximate factorization can be performed by using five Pa_k values. As it can be seen from Fig 43, W_1 —the amplitude of the first component normalized to the primary signal—can be determined from Pa_4 and Pa_5 , while W_2 from the remainder (ΔPa_1 and ΔPa_2). The basis for interpretation could either be W_1 or W_2 , their sum or in some cases their quotient.

Under favourable conditions readings can be taken in the $t_k = 0.125 - 1.28 \text{ sec}$ interval and with the maximum 11 Pa_k values several components can be separated.

The fast evaluation of results is ensured by the use of programmable pocket calculators on site for signal shape analysis. In order to satisfy the requirements of laboratory or special field experiments the interval of measurements can be extended to both lower and higher values of t_k and sampling at equal intervals is possible as well.

Construction and laboratory testing of the *digital electric recording equipment* (DEF-1) was accomplished in 1976 by completing the construction of the five-channel analogue amplifier and by purchasing three induction probes. The block diagram of the complete system is given in Fig. 44. Laboratory tests proved that the system can be operated not only by computer compatible magnetic tape units (e.g. Peltec), but with tape recorders of much lower technical specifications. The equipment fully satisfies the IBM and ESR (Unified Computer System of Socialist Countries) standards.

The program system for input of IBM (and ESR) format tapes and converting data to MINSK-3 2 format was completed. Thus, the magneto-telluric recordings can be processed by the same program packages as the data of previous digital recorders.

The success with limited application of programmable pocket calculators in automatic processing of geoelectric measurements

lead to the demand for a desk-top calculator having more powerful capabilities, and a plotter interface. Thereby the majority of the maps could be computed and plotted on site virtually at the same time as the measurements were taken.

The calculator chosen for the task was the HP 9815 A type (having a memory capacity of 2 Kbyte, execution speed in the order of msec, built-in cassette recorder and thermal alphanumeric printer, RPN programming language) and the HP 9862 type X-Y plotter (Fig. 45).

Having fed the results of measurements in manually, the program system calculates normal conductivity maps with the required (and thus modifiable) model. The results are printed and plotted with the required scale, then the contour lines are plotted.

The advantages of calculator processing in underground potential mapping (UPM) are the most striking. This is because the dependence of conductivity maps on the parameters of the presumed normal model is decisive. Repeated processing with different normal models lead to considerable methodological experience.

Generally UPM measurements at present are connected to industrial drilling research operations. Often the drilling rig is still operating at one site and the task of UPM is to situate the next one. This requirement was fulfilled by our fast processing method and by placing the calculator and plotter on a trailer operating on the field.

The system is of interactive nature, as the required map format, the parameters of the model, scale, format of printing and the values of contour lines must be given during processing. The system may be stopped and restarted at any time.

Map plotting in the central computer centre is reserved for large data systems obtained from different geophysical methods. The axonometric surface plotting program is proved to be a successful attempt for spatial representation of black and white contour maps (Fig. 46). On the projected plain above the surface the ground objects, identifying the location can be indicated.

A result of *mathematical modelling* of direct current sounding, profiling and mapping is shown in Fig. 47. The method of conform transformation is suitable for calculation of a two-layer model of infinite resistivity contrast bounded by a polygon. The numerical solution of the fault model was calculated by the HP 9815 A calculator.

The three different types of electrode arrays detailed in Fig. 47 transform the fault more or less similarly. The sounding curves right and left from the fault—interpreted as two-layer models—give the actual depth (curve 1 and 3)

At point $x_0 = \frac{b}{(b-2a)}$ the sounding curve closely approximates the two-layer curve (2) of average depth chosen as unit. As transformations of resistivity profiling (b) or potential mapping (a) the ratios of the field intensities corresponding to the fault model and the two-layer model of average depth were plotted.

The empirical relation is proved mathematically that the size of the fault can be determined from the asymptotes and its location from the abscissa of unit ordinate (at a distance of $x_0 = \frac{b}{(b+2a)}$).

The investigation of Late-Paleozoic formations of good conductivity in South-Transdanubia. Former magnetotelluric soundings carried out by the Geodetical and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences in the Bakony Mountains indicated formations of good conductivity below the Triassic limestones of high resistivity.

ELGI joined to the research program of good conductors, but the interpretation of the distorted MTS curves was ambiguous due to the complicated geological conditions. Therefore, the research program of 1976 was set off in two directions, namely magneto-telluric model calculations by the Department of Geophysics of the Technical University of Heavy Industries, Miskolc, and field measurements under simple geological conditions.

For this purpose the sites of the 1961-64 geoelectric investigations in South-Transdanubia seemed to be suitable. There the ρ_{∞} horizon of the TE-DE measurements was interpreted as the surface of the Paleozoic basement. The Paleozoic is overlain by layers of Neogene or younger sediments. The high velocity boundary of seismic refraction measurements—although interpreted similarly—at certain localities differs from the ρ_{∞} horizon in depth up to as much as 1000 metres or more.

Some of the reasons of these deviations are already known from informations obtained from boreholes drilled during the last few years. For example, when the geoelectric horizon is significantly deeper than the seismic high velocity boundary, strongly carbonized, partly graphitized Carboniferous shales of extremely low resistivity were found

MTS tests were carried out on areas of this type during 1976. On Fig. 48 a typical cross-section is presented indicating the following anomalies: (a) magnetic, (b) telluric, (c) gravity, and (d) $H_{\text{seismic}} - H_{\text{electric}}$ depth difference.

The bottom part of the figure (e) indicates the magneto-telluric results.

The A_1 , A_2 MT soundings indicate an H type three-layer buildup. In good agreement with the data of Okorág-2 well and with the seismic depth data the geoelectric horizon of resistivity higher than 400 Ohms—presumably built up from pre-Cambrian gneiss—is found at a depth of 1400 metres. The overlaying sediments can be separated into a lower, clayey and an upper, sandy part with resistivity of 5-8 and 17-20 Ohms, respectively.

At MTS point A_3 the geoelectric basement is below the seismic basin floor by several hundred metres. Above the geoelectric basement there is a presumably Carboniferous complex of unusually low resistivity, overlain by supposedly Neogene clays. The resistivity of the top layer is decreased to 12 Ohms. At points

A-4 and A-4M the Carboniferous complex of 1 Ohmm resistivity has more than 1000 metres thickness. Its surface correlates with the seismic basement, overlain by Neogene or younger sediments of 12 Ohmms resistivity and 4-500 metres thickness.

It is remarkable that both the telluric minimum and the extreme value of the $H_{sz} - H_e$ profile are at point A-4 (b, d in Fig. 48).

Furthermore, the maximum thickness of the low resistivity complex can be found at the same place. At points A-5 and A-6 four-layer curves of KH-type were recorded with more than 400 Ohmms resistivity in the bottom layer. The thickness of the overlaying conductor layer is of 1-200 m at point A-6 presuming a resistivity of 1 Ohmm. This is covered by a layer of 60-100 Ohmms resistivity and of thickness of 600-1100 metres. Its surface coincides with the seismic high velocity horizon interpreted as Carboniferous according to the wells at Téseny (T-6) and Bogádmindszent.

Thus the Carboniferous complex was separated into a thick high resistivity and suprisingly thin low resistivity layer. At point A-7 a two-layer curve was obtained. The layer of 300 Ohmms resistivity at a depth of 130-140 m, can be interpreted as a pre-Cambrian mica schist, according to borehole Kisdér-1. Finally, it may be concluded that well conducting layers belong to the upper Carboniferous series. Their lateral distribution correlate with the negative anomalies of the $H_{sz} - H_e$ parameter, but the coincidence between its absolute value and the thickness of the Carboniferous layer can happen merely by chance.

2.3 WELL-LOGGING INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH

One of the most important results in *nuclear instrument development* is the KRNG-2-150-76sHY type two-parameter probe (see its block diagram in Fig. 49) made for hydrocarbon exploration. In respect of its electronic circuitry and mechanical construction, it is an improved version of the three-parameter probe developed in the previous year. With high sensitive detectors it is suitable for simultaneous recordings of gamma ray and density logs. Retaining its excellent parameters (1 μ sec dead time, 1300 cpm/ μ R/h gamma ray sensitivity and 98% thermal neutron efficiency) the circuitry is considerably simplified, therefore the failure rate decreased.

To avoid the harmful mechanical effects (breakage of crystal and/or photomultiplier) during well-logging, a *shock-resistant scintillation detector* was constructed. As it can be seen from the block diagram shown in Fig. 50, the large sized crystal is kept in position by rubber "o" rings and the photomultiplier is flexibly attached onto the crystal by spring loading.

A supplementary *collar locator probe* (type KL-1-150-43) has been constructed for the KR type probes used in productive wells. Interconnections are carried out by the standard rapid connectors produced by ELGI.

The signals coming from the magnetic detectors of the collar locator are fed into the signal transmitting cable by an electric circuitry which is capable of transmitting simultaneously both the negative or positive impulses from the two channels of the nuclear probe and the low-frequency current signal produced by the collar locator probe. The advantage of this method is that no alterations are required in the previously produced probes.

An additional circuitry was designed for the PSG-76 type power-supply—signal receiving and selecting surface unit which picks up signals of the collar locator probe and couples them to the recording galvanometer. The amplitudes of the current changes—that is the magnitude of the deflection of the galvanometer—can be set by the potentiometer marked as CCL on the front panel of the unit.

The direct recording of density by the industrially used KRGG type probes can be performed by using the ACD-75 processor unit which was described in the 1975 Annual Report. In order to calibrate the processor as well as the records, it is necessary to produce a radiation intensity which corresponds to two points of the base line ("spine") and one point of the mud cake curve ("rib") of the probe characteristics determined in model wells. The direct application of density standards for this purpose was found to be too difficult or cumbersome because of their weight and size. To solve the problem, a DFC type field calibrator was constructed which is shown in Fig. 51. The instrument contains two radiation sources of small intensity having the same half-period as the one used in the probe. To produce a radiation field of different intensity lead shielding cells are used.

As a part of the nuclear methodological research program the test of the double detector KRGG-2-120-605Y (scintillation) type density probe was accomplished in two phases:

- (a) *examining the centric and excentric detector locations in models the excentric location was found to be more sensitive;*
- (b) *determining the optimal spacing parameters ($a_r = 13$ cm, $a_b = 38$ cm) and the collimation window, the probe was calibrated.*

The evaluation nomogram of the probe was constructed (Fig. 52). Characteristic parameters of the probe within the generally used 1.00–2.70 g/cm³ density interval can be found in Table I. The following data are tabulated:

- (1) ρ_b *density intervals;*
- (2) N *count rates corresponding to the boundaries of density intervals;*
- (3) ΔN *difference of the count rates;*
- (4) *change in count rates corresponding to the density change of 0.05 g/cm³;*
- (5) δ *typical relative statistic error within the interval;*
- (6) K_g *percentage resolution;*
- (7) $\Delta \rho_b$ *typical density error within the interval.*

The computerized conversion of gamma-gamma logs to density logs is controlled by the KBFAM main program run on the MINSK-32 computer using the evaluation nomogram in its tabulated form and the universal constants of measurements (probe dimensions a_r, a_b ; count rate of short and long probes N_{rs}, N_{lv} measured in water; limit of hole diameter). As an example the evaluation nomogram of the KRGG-2-200-86 type probe developed for oil exploration is shown in Fig. 53.

The parameters used for the evaluation were as follows:

- (i) *count rates corresponding to the two different source-detectors spacing in the density probe;*
- (ii) *borehole diameter;*
- (iii) *count rate of gamma ray in case correction is necessary.*

The results of processing are printed by a line printer in a tabulated form in steps of 10 cm depth increment and plotted on a NO-24 type plotter as well. As a function of depth the table contains the following parameters: $\frac{N_r}{N_{rv}}$; $\frac{N_h}{N_{hv}}$; ρ_b = density; $D_{measured}$; ($D_{measured} - D_{nominal}$) -- D meaning the hole diameter -- penetration depth and porosity.

The program processing density logs produces a master tape for the plotter parallel with data print-out. Fig. 54 indicates the results obtained from a short hole section.

A digital recording instrument for the K-500 type shallow well logging equipment was constructed. It is provided with a special data handler which organises data obtained from two nuclear detectors to a common depth point. Thus, the use of KRG-2-120-43sY type neutron activation probe in bauxite exploration became simple. The probe contains two scintillation detectors of identical sensitivity which are separated by 2.8 metres; and at their middle point a neutron source is placed. If the probe is lifted the signals of the gamma ray (upper) channel is delayed by 2.8 m in order to record at the common depth point together with the signals of the neutron activation (lower) channel. The instrument also provides the differences between count rates of channels which in turn is proportional to the aluminium content of the bauxite.

The K-3000 digital logging recorder was reconstructed in order to satisfy the demands of improved methodology measuring methods. The modified instrument is suitable for performing the following measurements and recording their data on magnetic tape:

- a) nuclear logs;
- b) acoustic arrival times;
- c) measurement of nuclear energy spectrum by 120 energy windows;
- d) measurement of induced polarization decay curves by 2×120 sampling;
- e) recording of acoustic wave form with 2×240 sampling;
- f) measurement of neutron life-time with $40 + 2$ time windows.

Because the instrument was redesigned, the format of data recording had to be changed as well. Using the GDR made IMS 256 type tape recorder, which stores data on 1/2" tapes in ESR standard incremental format, the problem of its feeding into the MINSK-32 computer had to be solved. The method chosen was to limit the number of characters within a block recorded on field tape partly because errors may be produced both during recording and playback and partly because of the limited capacity in the main memory of the computer. In the final solution, a single block of record contains only the information of a 10 m log section.

Control of data flow from the AMPEX tape recorder interfaced to the MINSK-32 computer is by the BEX input routine. The program reads data

word-by-word and after rearranging them, data are recorded in the magnetic tape memory.

Evaluation of field records is performed according to the following steps:

- a) Identification of the log address.*
- b) Identification of codes characterizing the log (time of recording, location and drilling No), opening a file in the data retrieval system.*
- c) Determination whether 16 word or 256 word format was used in recording—that is to decide on whether to use the conventional method or the method of multivariate analysis.*
- d) Checking of blocks, rearranging and recording on tape.*
- e) Receiving the last block of the log the program closes the file and by producing new file identification code it is ready for storing data of the next log.*

Evaluation of the field tape is carried out from the beginning of the tape up to a given address. Having stored all field data the program prepares a list indicating the identification numbers and the values of top and bottom depth. Thus all necessary data for further processing is available automatically without any operator interference. The data retrieval system so reformed is suitable for storing data obtained from the versatile acoustic-nuclear logger developed within the framework of the Soviet-Hungarian cooperation agreement (A-14).

During the last year field tests with this instrument were performed in three holes in Tartary (U.S.S.R.) and in two wells in Hungary. The aim of the test series was to examine the applicability of this new logger—developed mainly for oil exploration—in the geological conditions of Hungary, and to work out suitable data processing methods.

The acoustic logs of A-12821 and A-15971 wells together with previous logs (SP, gamma ray, neutron-gamma and laterolog) are shown in Fig. 55. Processing the recorded acoustic wave forms obtained from the A-12821 well, boundaries of gas, oil and water were located. It was established that the water level within the reservoir is 1851 metres, because the amplitude of longitudinal waves increased at the oil-water contact and at the same time the amplitudes of shear waves decreased. The layers containing gas are indicated by the increase of shear wave amplitude, while the amplitude of longitudinal waves remain unaltered. Gas was found between 1838–1839 metres and 1928–1932 metres.

The latest instrumental research project is the design of a minicomputer controlled logging and quick processing system.

The experimental instrument, operating in our laboratories consists of the following units:

- (i) depth signal transmitter system;*
- (ii) multiplexer and analogue-to-digital converter;*
- (iii) magnetic tape storage (MEMODYNE cassette unit) suitable for recording and playback of data;*

(iv) analogue photorecorder and its interface unit (matched to the AFRD-8 type recorder unit developed by ELGI).

The constructional parameters, software structure and the measuring procedure were designed according to the given requirements. For check and correction of data, and correlating on-site calculations the followings were considered:

- a) the range of possible measurements,*
- b) suitable probe combinations,*
- c) depth intervals for data sampling.*

From the projected software tasks, the input-output routine for handling the data acquisition unit, the auxiliary store and depth data was written. It was extended by a recorder handling and a store relocating program package which makes it possible to plot logs matched in depth obtained from probes with a different depth reference. An experimental test program was written in which the parameters of data acquisition (type of log, sampling interval, displacement from the reference probe) can be set for each individual logging runs. The system described before has been tested successfully.

In Well-logging Interpretation System (KÉR), the depth identification program was completed. To collect data to a common depth level it is supposed that the depth differences ($\Delta x = f(x)$) of a given ($y = f(x)$) reference log compared to other logs can be approximated by a polynome. Expanding the log corrected by the Δx function into a Taylor series, from point to point the differences are equal to the values of the polynome itself. By minimising the square of the differences between the Taylor series and the linear combination of the other logs the coefficients of the polynome can be determined. Thus, substituting back into the Taylor series the values of the corrected log can be determined. Repeating the same process several times for each log, the calculated values will converge towards the log of accurate depths.

By using this program all the logs can be corrected simultaneously, or selecting some as reference logs the others are matched to them. The degree of the polynome describing the depth difference and the number of iterations must be given as input parameters. If the degree of the polynome is zero then the process is equivalent to cross-correlation but the determination of optimum shift is not by trial-and-error but by calculation, thus saving time. As a result of the mathematics of the process there are no lost values at the boundaries so the number of depthpoints is not altered.

The process developed for depth correction can be used also in all cases where "paralleling" of functions is required.

In the field of laboratory nuclear analysis our efforts were concentrated on two topics:

- (i) methodological and instrumental development within the framework of the COMECON Ocean Research Program; and*

- (2) instrumental services for the bauxite industries and within this the construction of an 8-component industrial automatic analyzer.

The methodological task within the ocean research program was the investigation of the applicability of isotope induced X-Ray-Fluorescent (XRF) analysis in geological tasks. Several standard rock types were collected for XRF analysis purposes. The data obtained are tabulated in Table II. During our research special attention was paid to the study of the matrix effect and to the preparation of the samples.

The aim was to develop calculation methods which are suitable for large-scale analysis of industrial routine problems. The efficiency of our instrument was examined in respect to a wide range of elements: major components and trace elements as well.

For the sake of routine application of the measuring system 150 ore samples were tested by using the XRF method. The results were evaluated by using nomograms being developed along methodological research works. The number of samples was large enough to prove the reproducibility and stability of the system. For exciting isotope the Pu-238 of 10 mCi was used while the measuring time was 500 sec. Apart from the Fe, Cu, Zn elements, Pb in 37 samples and As in 34 were found.

In order to study the behaviour of the two last mentioned elements, besides the Pu-238, the Am-241 excitation was used as well in the test of 23 samples. During this examination the presence of In, Sb, Cd, Ba and Pb was studied too. During the COMECON conference the instruments were moved to Tibany and demonstration measurements on the rock samples brought along by the delegates were performed.

In Fig. 56 the instrument set up, used for the measurements is presented, while in Fig. 57 the possible ways of determining the elements by using various exciting sources are shown. To detect characteristic X-ray radiations a vertically arranged Si|Li semiconductor detector was applied while the spectrum was recorded on a multichannel analyzer.

For a special purpose all the advantages of the complicated universal instrument cannot be exploited to a full extent since with a given exciting source the investigation of only 8-10 elements is possible. As useful information is contained in few spectrum sections, the high number of data channels (1024) is unnecessary. Therefore, the high resolution of the multichannel analyzer and the simplified features of the purpose-built instruments were combined in an instrument consisting of a 1024 channel analogue to digital converter and a 16 window programmable data acquisition system. Using this instrument the XRF measurement series can be performed faster and the evaluation of the results is simplified.

For the bauxite industry methodological research work was carried out for mines, alumina factories and industrial analysing centres. Apart from this, undertakings in the Soviet-Union, Brasil and Jamaica were completed as well.

Within the framework of the research contract with the Alumina Factory of Ajka, as a development of the aluminium and silicium content automatic analyser being in service for many years, the possibilities of determining Ca, Ti and Fe in the solid phase of sludges was studied. For this purpose a *measuring instrument* was developed, which operates on an *X-ray-flourescent analysis* principle without energy selectivity. It was constructed to be able to fit into the pneumatic and electronic system of the equipment.

For the Alumina Factory of Almásfüzitő, the possibility of the moisture content measurement of bauxite samples by the neutron transmission (NT) technique was examined. For this purpose a new type of detector emplacement was developed on the outer wall of the neutron source container.

By commission of the Metallurgical Research Institute a new *industrial element analyser* was designed for the problems of the bauxite and alumina industry. The constructional principles of the original MTA-1527 type bauxite analyser were kept as well as the pneumatic post system. The new design of the detector systems was matched to the original tubulated sample form. Due to their simplicity and good reliability, the various GM tube counting techniques were chosen.

Apart from the neutron activation analysis (NA) three new techniques—radioisotope X-ray flourescence (XRF) analysis, neutron and gamma transmission (NT and GT, respectively) measurements—were developed, thus enabling the detection of 5 new parameters (Table III).

Tests can be performed on $2 \times 10\text{g}$ samples with precise but nondestructive and not wet chemical pretreatment. A single test lasts three minutes, so under 24 hour continuous operation the 8 component analysis of 100 samples is possible.

To determine the average atomic number, the grade of absorption of gamma radiation passing through rock samples is recorded.

In the development of the X-ray radiometric measuring method, methodological tests were run with the NE 5017 type portable instrument. As a check on the calibration curve of powdered samples (see Annual Report 1975), the copper content in 48 coded samples was determined. The results obtained are in close agreement with those obtained from chemical analysis; only in the 0,0–0,4% range the calibration curve required a slight modification.

To find a possible way to determine the heavy metal concentration on site, several tests were performed in mines and on coarse rock samples. The determination of the calibration curve in this case is more difficult, because the scatter in measurements is increased by the roughness of the sample surface, the changing

granule texture, but most of all by the uneven distribution of the heavy metal concentration.

The X-ray radiometric probes used in boreholes had to be modified because the detection of low energy of a few KeV was impossible due to the considerable stand off between detector and wall. The solution was to place the crystal directly to the wall of the probe and by putting a light guide prism between the photomultiplier and the crystal. Thereby reliable detection of energy higher than 6 KeV was achieved. Considering that the resolution of scintillation systems is about 50% at 8 KeV, elements of similar atomic numbers could not be separated. To overcome this problem differentiating filter pairs were used thus making the separation of Fe, Cu and Zn possible. During the last year successful tests were performed in the deep mines of Rečsk to reveal the change in copper content. The future task is to certify the instrument, to prepare the more accurate calibration curve and to construct a pressure resistant probe housing.



3 EARTH — PHYSICAL RESEARCH



The *time variations* of D, H and Z components of the *geomagnetic field* have been continuously recorded by la Cour and digital variometers in the Tihany Observatory.

To check the geomagnetic standard of our Observatory connecting measurements were carried out in the Niemegek, Hurbanovo and Tihany observatories.

The daily variation curves of different components have been determined from the quiet days hourly values of 1970-74.

Spectral analysis has been carried out to investigate the characteristics of magnetic storms. In certain types of magnetic storms a remarkable amplitude maximum has been found near the 165 min. period.

The annual Report of the Tihany Observatory has been published for 1975.

In *ionospheric, magnetospheric research* the hourly recording of whistlers has been continued.

The statistical analysis of whistler data revealed two maxima with close correlation of the revolution of the Earth. The first maximum can be found just after sunset and the other one just before sunrise.

In active magnetic periods the calculated electron density profiles show a significant density decrease in the $1.5 \leq L \leq 2.5$ interval.

In *Earth tide investigation* the measurement on the international profile has been completed. This is the first registration series which connects the East and West European stations and goes far into the interior of the continent. Having data near and far from the oceans it was possible to investigate the effect of the oceanic tides. It has been found that after oceanic correction the amplitude factor of M_2 wave in Obninsk (near Moscow) is 1.174 which value is remarkably high, but for the Middle European stations (Bonn, Tihany, Pecny) its average is 1.159, very close to the theoretical value.

The investigation of non-tidal frequencies has been continued. Two periodic phenomena of possibly different origins have been revealed:

- a) a wave of 6 hours period, its amplitude is in inverse ratio to the distance of the North Sea. The source of this wave is the M_4 shallow-water tide. Since M_4 is missing from the solid tides it makes possible to investigate the deformation of the crust caused by oceanic tides. According to our calculation in Europe the 50–60 percent of the oceanic effect is due to the North Sea (Table IV).
- b) Molodensky described such long periodic waves which are caused by the interaction of the Earth's free oscillations and Earth-tides. During our investigations we have succeeded to trace frequency peaks with amplitudes of 0.1–0.01 μgal .

Our results are based on measurements performed by five different instruments on different parts of Europe.

Paleomagnetic research. Paleomagnetic investigations were carried out on Jurassic limestones of the Transdanubian Central Range.

The results (declination, inclination and statistical parameters) are presented in Table V.

The location of the determined virtual geomagnetic pole significantly differs from the stable European pole and it is quite close to the pole determined for the Alps and Africa. It suggests that the present location of the Transdanubian Central Range is due to the same tectonic events as for the Alps (Fig. 58).

Detailed investigations were carried out on Pliensbachian limestones due to 6 million years continuous sedimentation. For intervals of normal polarity secular variation of the geomagnetic field has been determined with a period of 300,000 years (Fig. 59).

In the field of *geodetic gravimetry*, the main efforts were centered around the investigations how to improve the accuracy of our measurements. Experimental observations were carried out to elaborate the best possible method to measure small and large gravity differences.

Laboratory measurements were performed to investigate the effect of external temperature changes on gravimeter readings (Fig. 60).

The gravity measurements on high precision levelling profiles have been continued to monitor recent crustal movements.

Regional gravity surveys were carried out on the southern part of **Transdanubia**.

APPENDIX

In 1975-76 experts of ELGI performed electrical soundings and well logging to help to solve water supply problems of the Ground Water Development Administration of Iraq.

The observations were carried out by Hungarian exported GE-27 resistivity and K-500 well logging equipments.

The training of the local personnel was an essential part of the program.

*

The Mineral Exploration Expedition in Mongolia continued its work according to the previously determined plans.

*

Publications: Annual Report 1975; Annual Report 1975 (Geophysical Observatory, Tihany); Earth Tide Observations by Askania Gravitymeters at the Geodetical Observatory Pecny (Czechoslovakia); Geophysical Transactions Vol. 24; and Supplement 2.

*

4683 readers were served in our Library in the past year. The present stock is 53,830 units. Stock increase in 1976: 659 books or independent publications, 2323 periodicals, 1561 catalogues and other manuals.

Through international exchange 414 publications were received. The number of new periodicals is 11.

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ.
РОЛАНДА ЭТВЕША
ЗА 1976 Г.

1. ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

План полевых работ, проведенных ЭЛГИ в 1976 г. представлен на рис. 1.

В районе *Задунайского среднегорья* систематическая геофизическая съемка продолжалась по методике, применявшейся в предыдущие годы. На рис. 2. указаны все участки, заснятые геофизическими методами за прошедшие 10 лет. Геофизические работы проводятся по следующим этапам:

Рекогносцировочная съемка в масштабе 1 : 100 000, с применением, в основном, гравиметрического метода. Точность определения глубины залегания основания равна $\pm 25\%$. Задачей данного этапа является выделение участков для дальнейших исследований.

Региональная съемка, на предгорных участках в масштабе 1 : 50 000 на краевых участках и внутренних бассейнах — 1 : 25 000, а на плоскогорьях мезозойских обнажений — 1 : 10 000, в основном по сейсмическому методу преломленных волн. Точность определения глубины залегания мезозойского угленосного основания — в пределах $\pm 10\%$.

Детальная съемка для прямой разведки на бокситы и воды в масштабах 1 : 10 000, 1 : 5000 или 1 : 2000.

Некоторые из результатов, полученных в 1976 г. представляются детально.

На *северном предгорном участке гор Баконь* была проведена рекогносцировочная съемка. Данные о глубинах, полученные в прилегающих районах сейсмо- или электроразведочными работами, позволили построить гравиметрическую карту с изолиниями глубин (рис. 3).

На *восточном краевом участке гор Баконь*, характеризующемся наличием обнажений триасовых доломитов, по сети профилей были проведены работы по методу СДВР для выявления бокситовых месторождений. Два примера этих исследований показано на рис. 4.

На *восточном предгорном участке Герече* проводилась региональная съемка. Один из типичных разрезов КМПВ представлен на рис. 5. Разность в данных о глубинах, полученных сейсмическим и электроразведочными методами, позволяют делать вывод о наличии здесь эоценовых отложений, что означает возможное присутствие как бурых углей, так и бокситов.

В рамках *методических исследований* горизонты в триасовых или более древних отложениях изучались методом КМПВ (рис. 6), а также методом ВИБРОСЕЙС (рис. 7). Последние представляют собой первые успешные эксперименты такого типа.

Комплексная интерпретация всех имеющихся геологических и геофизических данных в районе *гор Бёржён* пользуется предпочтением и имеет весьма важное значение для всех видов дополнительной разведки рудных месторождений в данном районе.

На шести картах (рис. 8—13) представлены геологические, геоморфологические, сейсмические, электроразведочные данные, а также данные по методу ВП для отображения геологического развития комплексного вулканического района.

В результате интерпретации — которая не может считаться завершённой — получена следующая геологическая модель:

1. Рудное поле характеризуется выраженной сумберидиональной линейностью и состоит из двух частей настоящей поверхности размыва.
 - 1.1 Оligоценовая главная структурная линия может рассматриваться основной чертой, а центральная антиклиналь — вторичной, причем обеими структурами вызвана трещиноватость. Магматический очаг под антиклиналью может оказаться гидротермическим источником или действовать в качестве мобилизатора.
 - 1.2 Обе части рудного поля располагаются в пределах приподнятой кольцеобразной зоны остатков кальдеры Бёржён. Можно предполагать, что на больших глубинах эти части взаимосвязаны.
 - 1.3 Обе части рудного поля совпадают с ядром аномалий скоростей. Снижение скоростей распространения волн в основании и увеличение скоростей в покровных вулканитах сводятся к одному и тому же явлению — к гидротермальным процессам.
2. В Бёржёнском рудном поле предполагается наличие перспективных рудных залежей. Аномалии ВП позволяют делать вывод о наличии взаимосвязи между оруденением и системой сбросов, параллельной олигоценовой главной структурной линии.
3. Поскольку до настоящего времени не выявлены рудные тела промышленного значения, условия их залегания не выяснены. Даже важнейший вопрос: существуют-ли порфировые оруденения в данном районе или нет, остается пока нерешенным.

Региональные геофизические исследования по структурной линии Дарно были начаты в 1976 г. Геофизические работы проводились по двум различным направлениям: для изучения глубинного строения, с одной стороны и для геофизического картирования, связанного с разведкой на руды — с другой.

План района работ по различным геофизическим методам представлен на рис. 14.

На рис. 15. показана юго-восточная часть временного разреза МОВ по профилю ЕК-2, а на рис. 16. — его цветной вариант.

На обоих разрезах не только отображается строение третичных отложений, но они дают важную информацию также о более древних слоях.

Геофизическая съемка по горам *Уптонь* и *Рудабанья* проводилась методами ВЭЗ, ВП, ПС и магнитометрическим методом. На рис. 17. приведены профиль I и часть профиля II с результатами предварительной интерпретации. Аномалии ВП значительных амплитуд связаны, в основном, с угленосными сланцами. Окончательная интерпретация данных будет проведена после завершения геологического и геохимического картирования.

Региональные профили МОВ, входящие в основу тектонических исследований Задунайской области, были продолжены на трех участках (рис. 18).

Как по профилю МК-4/76 (рис. 19) — по восточному крылу гравитационного максимума Карад — так и по профилю МК-2/76 (рис. 20) — над гравитационной возвышенностью Игал — применялся метод ВИБРОСЕЙС. Профиль МК-2/76 представляет собой повторение ранее проведенного профиля МК-2/74, связанное с низким качеством последнего. Метод ВИБРОСЕЙС подтвердил свою повышенную эффективность в горном районе.

Для определения статических поправок проводились специальные маломащтабные сейсмические профили КМПВ и сейсмокартаж с использованием наземного источника возбуждения упругих колебаний типа SR-II.

Третий участок был выбран для изучения системы сбросов жюнее озера Балатон. Профиль МОВ МК-5/76 (рис. 21) был проведен с использованием той же аппаратуры, как два предыдущих.

Подобно предыдущим годам, различные задачи водоснабжения и инженерные задачи потребовали проведения геофизических работ. В качестве примера можно упомянуть основные из них, как проектирование плотины Дуная, тепловая станция в Задунайской области, водоотводной резервуар электростанции в Новаки (Чехословакия) (рис. 22). Путем применения метода ВЭЗ, инженерно-геофизического зондирования и исследований грунта в скважинах малых глубин, были разделены непроницаемые части основания от проницаемых и определены прочие особенности водоемов.

Одним из наиболее типичных примеров разведочных работ, связанных с водоснабжением, и представляющих собой одновременно методические результаты, является комплексная геофизическая разведка приповерхностных карстовых зон в районе Веспрем (рис. 23). В комплекс входили следующие геофизические методы: СДВР, МП, ВЭЗ, горизонтальное профилирование, работы по методам ВП и ПС. Последние два метода позволяют даже выявить наличие воды.

Геофизическое исследование *Большой Венгерской Низменности* продолжалось в районе г. Дебрецен при дополнительных гравиметрических, магнитотеллурических работах (рис. 24 и 25) и сейсморазведочных исследованиях МОВ.

Точность новой карты остаточных аномалий может считаться равной 0,25 мгл. Магнитотеллурические наблюдения проводилось в диапазоне частот от 0,01 до 20 Гц.

План сейсмических профилей МОВ представлен на рис. 26. Общая длина профилей составляет 216,5 км причем по всей протяженности профилей применялась схема наблюдений по 12-кратному перекрытию. Первые эксперименты с использованием системы ВИБРОСЕЙС были проведены также в этом районе.

Рис. 26. представляет собой карту времен района, построенную по прежним данным МОВ. На рис. 27. из 28. приведены временные разрезы по профилям 1976 г., полученные с использованием цветного графопостроителя работающего в автономном режиме и разработанного в ЭЛГИ.

Сейсмические работы методом отраженных волн проводились в южном предгорном участке *гор Мечек* для изучения стратиграфии и строения древнепалеозойских отложений. На рис. 29. показан временной разрез по профилю Gö-4, с расцветкой по амплитудам отражений. Под поверхностью несогласного залегания горизонты, падающие в восточном направлении, связаны, по всей вероятности, с серией обломочных палеозойских отложений. По сейсмическому временному разрезу МОВ Gö-3 (рис. 30) прослеживается основание пермских отложений.

В приподнятой части временного разреза Gö-1 (рис. 31) третичное основание слагается угленосными отложениями. Разрыв между пикетами 40⁰⁰ и 50⁰⁰ выражается повышенной энергией диффракций в более глубоких частях разреза.

Для целей Мечекских угольных шахт был проведен определенный объем работ по методам КМПВ и МОВ. На рис. 32. показан типичный разрез преломленных волн, простреленный по направлению падения. Значительно более высокая разрешающая способность была достигнута методом отраженных волн, как это видно из рис. 33.

По различным особенностям отражений можно разделить мезозойские отложения от миоценовых.

2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

2.1. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Основными задачами в области разработки сейсмической и вычислительной аппаратуры являлись дальнейшее усовершенствование бортовой системы сбора данных и их экспресс-обработки и запуск приобретенной в 1975 году установки ВИБРОСЕЙС. К обеим этим задачам присоединяется разработка цифрового цветного построителя разрезов, который в окончательной форме также был изготовлен.

Наша работа в области *разработки бортовой аппаратуры* преследовала две главные цели:

1. Построение устройства, с использованием ЭВМ, для обработки 24-х канальных сейсмических записей с многократным перекрытием, производящего одновременно с записью обработку и хранение данных, и также дальнейшее развитие его программной системы.

2. На основании опыта предыдущего года увеличение надежности эксплуатации установки и подготовка ее к продолжительной работе на борту судна.

Блок-схема показана на рис. 34. Непосредственно к каналу памяти присоединяются дисковые памятные устройства, устройство сбора данных SD—10, хранители информации на магнитной ленте и специальный процессор, который может производить также динамическую коррекцию.

Разработали и усовершенствовали комплекс программ, позволяющий делать обработку одновременно с наблюдениями, проводящимися с многократным перекрытием, и включающий в себя следующие программы: главную направляющую и организующую программу, программы ввода, демультимплексации, преобразования в форму с зафиксированной запятой, регулирующую амплитуду, производящую динамическую поправку, суммирующую, полосовой фильтрации, деконволюции, производящую запись на магнитную ленту и осуществляющую построение разрезов.

Экспериментальные наблюдения с описанным выше устройством сбора и экспресс обработки данных начаты в рамках международного сотрудничества.

Инструментальные и экспериментально-методологические задачи установкой ВИБРОСЕЙС, приобретенной в 1975 году, успешно разрешены.

Вибрационная сейсмическая система содержит три узла: вибратор, сейсмический прибор записи и вычислительный центр для управления, суммирования и корреляции. Вычислительная машина CFS-1, разработанная фирмой Тексас Инструмент, обеспечивает присоединение цифровой установки для сейсмической записи типа DFS-IV к виброустойчивой вычислительной ЭВМ типа R-980A, владеющей большой скоростью, и таким образом обеспечивает требования системы ВИБРОСЕЙС.

Так как сейсмическая установка SD-10 имеет конструкционную систему, сходную с DFS-IV, ЭЛГИ поставил перед собой цель присоединения SD-10 к аппаратуре CFS-1 и тем самым использования отечественной аппаратуры для измерений с ВИБРОСЕЙС.

Самые важные различия между SD-10 и DFS-IV следующие: различный принцип регулирования усиления (двоичный и с плавающей запятой) и утеройства усилительного и воспроизводящего блока (независимая логика контроля и без этого).

Разработанный блок присоединения обеспечивает то, что ЭВМ CFS принимает идентичным с точки зрения уровня сигнала, распределения времени управления и точек присоединения установок SD-10 и DFS-IV.

Таким образом, комплектная установка с точки зрения системы соответствует конфигурации CFS—DFS.

Источники возбуждения установлены на тракторах Бирдваген с гидравлическим управлением, вибраторы типа Файлинг У-1100-66.

Запуск установки и также методические экспериментальные наблюдения произвели в Хайдусобосло, на территории уже исследованной по поручению Государственного нефтяного и газового треста в 1974—1976 годах. Здесь в нашем распоряжении имелись для сравнения сейсмические профили, полученные с помощью взрывного возбуждения колебаний, и было возможным разделение проблем, обусловленных особенностью данной территории и связанных с новой техникой измерений.

Полевая установка CFS-1 — SD-10/21 в процессе эксплуатации хорошо выдержала экзамен.

Место проведения наших методических работ указано на рис. 26.

Из числа наших профилей один, обозначенный КамS-18/76, протянулся в области очень глубокого, а VeV-32/76 — в районе мелкого бассейна. Целью наблюдений было выявление тех технических и методических вопросов, которые в процессе ознакомления с научной литературой не получили достаточного освещения.

В процессе экспериментальных работ нижний предел зарегистрированных нами частот определялся частотной характеристикой наших сейсмоприемников (GSC-11D). На основании амплитудной частотной характери-

стики это составляет 10 гц, учитывая фазовую частотную характеристику, превышающую эту величину. Верхний предел частот определялся, как 125 гц, на основании частоты опроса 2 мсек и соответствующего ей антиалиасинг фильтра.

На основании наших предыдущих работ среднюю для данной территории частотную характеристику грунта характеризует 35 гц-вая пиковая частота, а средний поверхностный спектр воли помех характеризует 2,5 пиковая частота, соответствующая спектру элементарной волны Рикера.

Вышеперечисленные данные приводим на рис. 35., где для упрощения амплитуды двух спектров приняли одинаковыми. На основании диаграммы максимальная ширина подходящей частотной полосы около 14—64 гц, т. е. только немножко шире двух октав. Таким образом можно выбрать оптимальные пределы сигнала между 15 и 60 гц; экспериментальные измерения требовались лишь в штересах контроля.

Одной из существенных проблем при работе с установкой ВИБРО-СЕЙС являются помехи, возбуждаемые вибраторами. Из числа их надо подробнее исследовать эффект сопровождающих обертонов и возможность их подавления.

Вибраторы, в пределах частотной полосы помимо вибрационного сигнала с возрастающей или с убывающей частотой, возбуждают также их обертоны. В процессе корреляции их корреляционный сигнал, сдвинутый по времени, неизбежно появляется в форме кажущегося отражения, при этом в случае серии сигналов с возрастающей частотой — перед, с убывающей частотой — после истинного автокорреляционного сигнала. Хотя возбуждение обертонов неизбежно, но выбором сигнала можно регулировать места появления кажущегося отражения. Легко понять, что разность по времени между появлением истинного и принадлежащего первому обертону кажущегося отражения:

$$T_g = \frac{f_a T}{f_f - f_a}$$

где: f_a нижний, f_f верхний частотный предел использованной серии сигналов, T время продолжения серии сигналов. В случае двухоктавной серии сигнала:

$$T_g = \frac{T}{3}$$

На основании предыдущих наблюдений, приняв скорость первых вступлений 1700 м/сек, составили годограф (рис. 36). Расчитали и отметили на рисунке принадлежащий к первому обертону годограф кажущегося отражения, соответствующий первому вступлению при различных по длине сигналах вибратора с убывающей частотой. Поскольку предположили 5 сек интервал для полезного сигнала, максимальная длина сигнала вибратора

при данной инструментальной конфигурации — 11 сек, и из полученной диаграммы видно, что сигналом с убывающими частотами, который с точки зрения вибраторов является более благоприятным, не можем избавиться от помех, созданных кажущимися отражениями. Одновременно типичные волны для данного участка позволяют использовать более короткий по времени сигнал вибратора что, с точки зрения экономии является более благоприятным. Учитывая вышеизложенное, решили использовать сигнал с увеличивающейся частотой, длину которого вдоль отдельных профилей определяем экспериментально.

На основании нашего опыта базисное расстояние сейсμοприемников приняли 50 м.

В годографах — предположив 300 мсек-ую полосу срезания — обозначили «начало записи», и так, на основании диаграмм, еще допустимое расстояние между источником и сейсμοприемником 1800 м, а максимальное расстояние между источником и первым приемником — 650 м. Это расстояние было определено экспериментально.

Дополнив диаграмму характеристикой пропускания в частотную плоскость (рис. 35), обозначили зону поверхностных зон помех и первых вступлений. Таким образом, для данной группировки можно определить желаемые срезания и максимальные числа волн. Таким путем получается длина группировки 130—150 м и 8—10 м между сейсμοприемниками в пределах их группы.

Сравнивая расчетные данные и практические требования, длина группирования вибраций выбрали в 100 м, а их внутреннее расстояние в 10 м. Поскольку группирование таким образом оказалось заниженным, на стороне установки приемников имелась база групп минимум 150 м или эквивалентная им система фильтрации. Это, опять исходя из практических соображений, осуществили с помощью комбинирования непрерывной группы сейсμοприемников, имеющих такую же длину, как базис, и наложения перед входом в прибор.

Исследовали искажающее действие ранних вступлений и на годографе отметили границу неискаженной зоны. Это имело особенно большую роль при исследовании неглубоких горизонтов.

Вертикальное число суммирования определили экспериментальными измерениями.

На рис. 37. показана экспериментальная серия варьируемых параметров.

Цветной построитель разрезов Короллпресс-3 (рис. 38) является усовершенствованным вариантом предыдущей установки такого же назначения. Управляется ЭВМ или 9-ти полосным магнитофонным блоком, позволяет одновременное использование трех цветов.

Принцип работы: синхронизированно с вращением барабана информация из транзитной памяти через логический и управляющий блок попадает

в электромеханическую пишущую головку. Пишущие ролики в случае сигнала логической единицы на носителе оставляют следы краски. Пишущие головки непрерывно вращаются параллельно с осью вращения барабана. Различные цвета пишущих роликов и цифровое управление создают возможность, помимо составления цветных сейсмических разрезов, также вычерчивание цветных карт изолиний и печатание произвольной цифровой и буквенной информации.

Технические характеристики:

носитель результатов: нормальная типографская бумага или синтетическая пленка;

цвета: голубой, желтый, красный, черный;

пишущие ролики: диаметр 1,5 мм, сапфировые, имеющие ребро толщиной 0,1 мм;

скорость записи: 5000 точек/сек по ролику (в случае трех — 15 000 точек/сек);

размеры точек: 0,2 × 0,15 мм;

скорость вращения барабана: 100 оборотов/сек;

точность: 0,1 мм;

потребляемая мощность: 250 ва (220 в пер. тока + 10%; 50 гц + 1 гц

размеры: длина 850 мм

ширина 400 мм

высота 350 мм;

вес: 40 кг.

Систему программ обработки сейсмических данных в течение года дополняли следующими методами:

- а) новые варианты линейной и взвешенной миграции;*
- б) автоматическая статическая корреляция;*
- в) программа для версии автономной работы цифрового цветного построителя разрезов.*

Теоретические и методические работы велись по проблемам:

- 1) теория распространения волн в неоднородной среде*
- 2) деконволюция ВИБРОСЕЙС*
- 3) автоматическое определение скоростей*
- 4) расчет спектров и абсорбций*
- 5) обработка с учетом величины амплитуд*

Линейная миграция в своем новом варианте может быть использована до 385 каналов; можно задавать предел искажения сигналов, разложенных по диффракционным гиперболам. Нормирование изменяющегося по времени мигрированного разреза можно осуществить двумя путями: по квадратному корню числа каналов, принимающих участие в суммировании по числу ожидаемых сигналов, суммированных в фазе.

Взвешенная миграция от линейной отличается лишь в способе осуществления суммирования. Нами разработано два алгоритма взвешивания: анализа совпадений на основе статистики знака сигналов, принимающих участие в суммировании, классического анализа подобия. На рис. 39. показаны миграции одного участка разреза №6-25/76 (см. рис. 28), взвешенные линейно и по критерию подобия.

2.2. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ И РАЗРАБОТКА АППАРАТУРЫ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Работы по усовершенствованию методики и разработке аппаратуры велись по трем направлениям:

1. Производство измерений и разработка аппаратуры по методу вызванной поляризации.
2. Автоматизация обработки данных электроразведки.
3. Производство опытных измерений методом магнитотеллурических зондирований с целью решения геологических проблем.

Исследования в области методики измерений вызванной поляризации были направлены на анализ кривых спада.

Давно известная проблема измерений методом вызванной поляризации заключается в том, что величина аномалий зависит от параметров измерительной аппаратуры и мы не в состоянии различить аномалии, обусловленные сульфидным оруденением, вкрапленностью графита или пористой толщей. Для этой цели — во временной области — не только должна быть измерена вся кривая спада, но должна быть описана математически также и форма кривой. Поэтому в области времен $t = 10^2 10^5$ мсек мы искали такую функцию $U_{GP} = f(t)$, которая лучше всего описывает кривую спада ВП. Исходя из результатов Уайта (Wait, 1959) и Руссела (Roussel, 1962) мы нашли следующую зависимость:

$$f(t) = \sum_{i=1}^n A_i \exp(-t/\tau_i) + dyt + U_R \quad (1)$$

где A_i амплитуда i -той компоненты (микровольты),

τ_i постоянная времени i -той компоненты (сек),

dy линейная компонента (мкв/сек),

U^R остаточный потенциал (мкв),

t — время с момента выключения тока (сек).

По последнему отрезку составной кривой спада сначала были определены значения dy и U_R из следующих зависимостей:

$$dy = \frac{1}{\Delta t} \frac{(U_{s-5} - U_{s-4})(U_{s-1} - U_s) - (U_{s-3} - U_{s-2})^2}{2(U_{s-3} - U_{s-2}) - [(U_{s-5} - U_{s-4}) + (U_{s-5} - U_s)]} \quad (2)$$

и

$$U_R = \frac{(U_{s-5}U_{s-3} - U_{s-4}^2) - dy^2 \Delta t^2 - dy(U_{s-5}t_{s-3} + U_{s-3}t_{s-5} - 2U_{s-4}t_{s-4})}{U_{s-5} + U_{s-3} - 2U_{s-4}} \quad (3)$$

где U_{s-5} , U_{s-4} , U_s последние 6 отсчетов по кривой спада,
взятые через равные промежутки времени;

t_s момент взятия последнего отсчета;

Δt промежутки времени между отсчетами.

Как U_R , так и dy содержат ошибки измерений (неточная компенсация ЕП, смещение нуля, естественные и индустриальные помехи; например, низкочастотные теллурические изменения или же фильтрация электролита от измерительных электродов), но, несмотря на это, их знак не был случайным. Поэтому можно предположить, что и эти две компоненты описывают электрохимические реакции, тесно связанные с процессом возбуждения, а именно: либо разрядку «аккумуляторов», сформировавшихся в почве в процессе возбуждения (этот процесс приблизительно линеен), либо процесс с большой постоянной времени ($\tau_R \sim 100-200$ сек), подобный экспонентам ВП. Из этих двух возможностей трудно выбирать поттому, что экспоненциальное изменение с большой постоянной времени на одном отрезке измеряемой области мало отличается от линейного.

Регулярность знака U_R и dy обеспечивает возможность определения их значений более простым путем, нежели это вытекало бы из уравнений (2) и (3).

Амплитуды и постоянные времени экспонент определяются способом разложения на составляющие. По нашему опыту, кривые спада могут быть разложены на 4—5 составляющих, постоянные времени которых находятся в интервале времен от 0,5 до 100 сек. При таких условиях наиболее оптимальным является взятие отсчетов через такие неравные промежутки времени, где моменты взятия отсчетов определяются функцией

$$t_k = ab^k \quad (4)$$

в которой

a момент взятия первого отсчета;

b фактор плотности взятия отсчетов.

Если значения *a* и *b* записать в качестве степеней 2 и стремиться обеспечить большую густоту взятия отсчетов, то целесообразным представляются следующие значения:

$$a = 2^x; x = 4; b = 2^y; y = 0,1; 0 \leq k \leq 110. \quad (5)$$

Если по парам соседних отсчетов определять значения

$$\tau(t_k) = \exp \left[(x + ky) \ln 2 - \ln \ln \frac{U_k}{U_{k+1}} + \ln(2^y - 1) \right] \quad (6)$$

и изобразить их в качестве функций t_k , мы получим меняющиеся значения вплоть до тех пор, пока кривая спада формируется из нескольких компонент (рис. 40). Если же $\tau(t_k)$ становится постоянным, то мы имеем дело только с одной компонентой, постоянной времени которой является как раз это значение τ . Подобным же образом может быть определена и амплитуда данной компоненты графическим изображением функции

$$A(t_k) = U_k \left(\frac{U_k}{U_{k+1}} \right)^{\frac{1}{2^k - 1}} \quad (7)$$

Зная A_1 и τ_1 , можно сделать первый шаг в разложении на составляющие; из кривой спада, откорректированной значениями U_R и du , вычитаем первую компоненту ($A_1 e^{-t/\tau_1}$). Из остатков — совершенно аналогичным способом (кривая № 2 рис. 40) — можно определить τ_2 и A_2 и так далее, продолжая до тех пор, пока останется лишь одна единственная компонента.

Опытные измерения производились при аналоговой записи. Амплитуды по кривой спада отсчитывались в соответствии с заданным рядом времен, а обработка велась с помощью программируемых карманных счетно — решающих машин.

Амплитуды и постоянные времени компонентов ВП зависят от очень многих факторов: от вещества рудных зерен, от размеров этих зерен, от их формы и удельного сопротивления, от концентрации ионов в пластовых водах, от структуры руды и вмещающей породы и т. д. Поэтому нельзя надеяться получить во всех случаях однозначный ответ на наиболее важный из всех перечисленных вопросов — о вещественном составе руды.

Первые измерения производились в Бёржённи, в окрестностях четырех скважин, вскрывших оруденение разного типа. Вмещающими всюду являются пирокластические породы, перемежающиеся с эффузивами и с субвулканитами. По скважине Нб-10 интересное в промышленном отношении оруденение наблюдалось в двух интервалах (20—30 и 140—180 м), но содержания пирита и вне этих интервалов достигают 10%. По скважине Нб-7 содержания пирита колеблются в пределах 0,5—10%, в ряде случаев наблюдались гидрослюдистые жилы шириной более 1 м. В них пирит является главным минералом, его содержания — порядка 10—30%. По скважине П-7 содержания пирита лишь местами достигают 6%, в среднем не превышая 1—2%, по скважине же П-8 лишь спорадически наблюдалась вкрапленность пирита.

Диаграммы $w_i - \tau_i$, полученные путем разложения кривых спада на составляющие, приведены на рис. 41. Бросается в глаза высокое значение компоненты с наибольшей постоянной времени (остаточный потенциал) по скважине Нб-10. В случае скважин Нб-7 и П-7 та же компонента имеет

максимальную амплитуду, но по сравнению с другими компонентами она больше лишь в 2,5—3 раза. Сильно отличается от всех них диаграмма скважины П-8, в которой все компоненты имеют одинаковые амплитуды.

На другом участке измерений (Рудабаня) вмещающими являются глинистые сланцы мезозоя. Ввиду отсутствия скважин и исследований вещественного состава в нашем распоряжении нет данных об оруденении, известно лишь, что глинистые сланцы местами несут сульфидную минерализацию. К интерпретации можно будет приступить лишь после дальнейших измерений и пробурения скважин.

Общей особенностью результатов измерений, проведенных в Бёржён и в окрестностях Рудабани, являются следующие:

- составная кривая спада может быть описана в качестве результирующей 4—5 экспонент;
- значение остаточного потенциала по сравнению с прочими компонентами обнаруживает характерные различия по участкам с различным геологическим строением;
- возрастание времени возбуждения (T_G) в первую очередь увеличивает амплитуду остаточного потенциала. Характерный пример приводится на рис. 42.

Выше изложены лишь первые опыты по анализу кривых спада ВП. Измерения и анализ должны быть продолжены, поскольку взаимосвязь между геологическим строением и условиями локализации и характера оруденения, с одной стороны, и диаграммами А-т с другой, может быть выявлена лишь статистико-эмпирическим путем. Методика измерений — в том числе и в рамках, обеспечиваемых аналоговой техникой, — должна быть усовершенствована, ибо практически ценная область постоянных времени больше времени записи с данной аппаратурой. На основании различий диаграмм А-т имеется возможность сортировки аномалий ВП по характеру оруденения.

Целью разработок электроразведочной аппаратуры у нас является создание цифровой аппаратуры для измерения сопротивления и вызванной поляризации.

Прибор типа ДИАПИР представляет собой цифровую автоматическую аппаратуру для измерения потенциала, вызванной поляризации и удельного сопротивления, которая без кондуктивной связи с линией АВ прямо измеряет значение ρ_a и показывает его с точностью до трех знаков. Поэтому она наряду с наиболее распространенной установкой АМNB может быть использована также и при дипольном профилировании и при съемке методом потенциала. Благодаря блоку, создающему референтное напряжение, она может быть использована и в качестве высокоточного прибора для измерения разности потенциалов, так что ДИАПИР может рассматриваться как универсальный измерительный прибор электроразведки на постоянном токе.

Вызванный потенциал измеряется таким образом, что получаемые результаты пригодны для анализа формы сигнала. На счетчике с точностью в 0,1%/бит отсчитывается кажущаяся поляризуемость

$$Pa_k = \frac{U_k}{U_0} \cdot 100 [\%]$$

(при другой системе обозначений — η_a), где

U_k отсчет по кривой спада в момент времени t^k ;

U_0 величина первичного сигнала.

В традиционных приборах для измерений во временной области (ТД) t_k имеет фиксированное значение, в ДИАПИР-е же t_k задается из зависимости

$$t_k = a_j b^k$$

где a , момент времени первого отсчета;

b фактор плотности отсчетов (детальнее см. в разделе о методике). Для производства серийных измерений наиболее подходящими оказались следующие параметры:

$$a_1 = 125 \text{ ms}; b = 2; 0 \leq k \leq 4.$$

Если есть необходимость в изучении продолжения кривой спада и отношение сигнал/шум позволяет это, то на приборе могут быть установлены $a_2 = 1$ сек и $a_3 = 8$ сек (при неизменных b и k).

Время возбуждения (T_a) может быть выбрано в соответствии с длительностью цикла измерений.

Измерения с прибором ДИАПИР, если принимать во внимание значения только P_{a_1} или P_{a_2} (рис. 43), дают результат, тождественный таковому при измерениях с обычными приборами ТД. Дополнительная информация заключается уже в том, что имеется возможность изобразить значения $P_{a_1} - P_{a_2}$, то-есть параметр, характеризующий крутизну кривой спада. Можно провести также и примерное разложение на составляющие уже по пяти значениям P_{a_k} . Как это видно на рис. 43., из P_{a_1} и P_{a_2} определяется W_1 , то-есть амплитуда первой компоненты, нормированная по первичному сигналу, а из остатков ($\Delta P_{a_1}, \Delta P_{a_2}$) — W_2 . Основой интерпретации являются W_1 или W_2 , их сумма или — в некоторых случаях — их отношение.

При благоприятных условиях измерения могут быть произведены в интервале времен $t_k = 0,125 - 128$ сек, и полученные таким образом 11 значений P_{a_k} обеспечивают возможность выделения большего количества компонент.

Быстрая интерпретация результатов измерений возможна благодаря тому, что исследование формы сигналов производится в поле с помощью программируемого карманной вычислительной машины. При лабораторных и специальных полевых измерениях временной интервал может быть

расширен в сторону как меньших, так и больших значений t_k , возможно также и производство отсчетов через равные промежутки времени.

Созданием пятиканального аналогового усилителя и приобретением трех индукционных зондов в 1976. году закончены разработка и лабораторные испытания *цифровой электроразведочной приемной аппаратуры* (ДЭФ-1). Блок-схема всей системы приводится на рис. 44. Лабораторные измерения, выполненные прибором, подтвердили работоспособность всей приемной системы в стыковке с магнитным накопителем, стыкуемым с ЭВМ (Peltec), а также с магнитофонами со значительно более низкими техническими параметрами. Аппаратура полностью стыкуема с элементами систем IBM и ЕС.

В связи с разработкой электроразведочной приемной аппаратуры ДЭФ-1 создана программная система, предназначенная для преобразования на формат ЭВМ Минск-32 записей формата IBM (и ЕС) и подачи их на вход ЭВМ Минск-32 через блок с магнитной лентой, выполненный по формату IBM. Полевые записи МТЗ могут быть, таким образом, обработаны с использованием комплексов программ, разработанных для более раннего варианта цифровой приемной аппаратуры.

В области автоматизации обработки результатов данных электроразведки, следом за успехами в ограниченном использовании программируемых карманных вычислительных машин, родилось требование на более мощную настольную вычислительную машину, снабженную плоттером, способным решить значительную часть задач по построению карт с помощью ЭВМ прямо на месте, почти одновременно с производством измерений.

Калькулятор типа HP-9815A (объем памяти — 2 килобайта; скорость действий — порядка мсек; вмонтированы блок с кассетным магнитофоном и термическое альфанумерическое печатающее устройство; язык программирования — типа RPN) и подсоединенный к нему плоттер X—У типа HP-9862 оказались подходящими для решения этой задачи (рис. 45).

Созданная программная система рассчитана на ручной ввод измеренных значений; она обеспечивает расчет значений проводимости, нормированной по требуемой (и, таким образом, меняемой) модели, печатает эти значения и при желании выписывает их в любом масштабе на плоттере, затем проводит изолинии.

Преимущество обработки с помощью калькуляторов особенно наглядно выступает при съемке методом градиентов в скважинно-наземном варианте. При этих измерениях зависимость карт проводимости от параметров принятой модели нормального поля весьма существенна. Был получен богатый в методическом отношении опыт при обработке одних и тех же карт разными моделями.

Скважинно-наземные измерения в настоящее время связаны с буровой

разведкой. Буровой агрегат часто стоит еще на предыдущем пункте, когда задача измерений заключается в выборе нового пункта под бурение. Эксплуатируя калькулятор и плоттер в полевых условиях, установив их в вагончике, была обеспечена такая скорость обработки данных, что поставленная задача была успешно решена.

Система интерактивна, если тип карты, параметры модели нормального поля, масштаб, формат записи и значения изолиний необходимо задавать в ходе обработки. Система может быть приостановлена в любой точке и может быть заведена, откуда угодно.

В области составления карт роль стационарного вычислительного центра была специализирована на создание карт на базе значительных по своим масштабам систем данных различных измерений. В ходе разработки новых способов графического изображения успешным оказался опыт программы по черно-белому аксонометрическому изображению поверхностей, хорошо передающему объемный характер карт глубин (рис. 46). На плоскости выше этой поверхности могут быть изображены населенные пункты и прочие объекты на местности, по которым привязываются структурные элементы.

В области математического моделирования зондирования, профилирования и съемки методами постоянного тока достигнут результат, изображенный на рис. 47.: это — строгое решение двумерной модели спроса. Способ конформных изображений пригоден для расчета двуслойных, ограниченных многоугольниками и имеющих бесконечную контрастность по сопротивлению моделей. Числовое решение сбросовой модели осуществлено на калькуляторе НР-9815А.

Три различные установки, показанные на рис. 47., примерно одинаковым образом отмечают сброс. Кривые зондирования (рис. 47. с.), будучи проинтерпретированы в качестве двуслойных, отмечают действительную глубину на различных участках (кривые 1 и 3), в точке же $x_0 = \frac{b}{(b+2a)}$ кривая с хорошим приближением совпадает с двуслойной кривой при глубине, выбранной в качестве единичной (2). При профилировании методом сопротивлений (b) и при съемке методом потенциала (a) изображались частные от деления напряженности при сбросовой модели на напряженность при двуслойной модели со средней глубиной.

Математически подтвержден опыт, согласно которому по асимптотам может быть определена величина сброса, а по месту с единичной ординатой (на расстоянии $x_0 = \frac{b}{(b+2a)}$ от него) — положение сброса.

Исследование хорошо проводящих верхнепалеозойских образований в Южном Задунае. При магнитотеллурических измерениях, выполненных НИИ Геодезии и Геофизики

АН ВНР за последние годы, под высокоомными триасовыми известняками-доломитами Баконьских гор выявлены хорошопроводящие образования. К программе изучения этих проводящих образований по поручению Центрального геологического управления был подключен и ЭЛГИ, однако, при сложных геологических условиях интерпретация искаженных кривых МТЗ была неоднозначной. Поэтому в 1976. году начаты исследования в двух направлениях: на Кафедру Геофизики Мишкольцкого технического института тяжелой промышленности была направлена просьба провести расчеты магнитотеллурических моделей, в результате чего значительно сужены были возможности вариаций.

Другим путем явилось изучение докембрийских хорошопроводящих образований, определение их параметров при более простых геологических условиях. Подходящими для этой цели оказались участки измерений в 1961—64. гг. в Южной Задунайской области. Здесь горизонт удельного сопротивления ρ_{∞} по данным измерений ТЕ—ДЕ, на основании известных тогда скважин интерпретировался в качестве поверхности палеозойских образований. Этот палеозой перекрыт неогеновыми и более молодыми отложениями.

Скоро стало известным, что глубина залегания высокоскоростного сейсмического горизонта, интерпретируемого также в качестве поверхности палеозоя, местами существенно (более, чем на 1000 м) отличается от глубины залегания горизонта с ρ_{∞} . Причина этих расхождений была объяснена в последнее время, благодаря результатам по нескольким скважинам. Так, например, там, где глубины по электроразведке существенно превышают таковые по сейсморазведке, были обнаружены метаморфизованные осадочные породы карбона. Последние, по данным каротажа, часто содержат пакки весьма низкого сопротивления, сложенные породами, обогащенными углистым веществом, отчасти графитизированным.

На участке такого строения были проведены МТЗ в 1976. г. На рис. 48. представлен типичный профиль с обозначением изменений магнитного (а), теллурического (b) и гравитационного (с) полей, а также разности глубин $H_{\text{электр}}$ — $H_{\text{сейсм}}$, (d). В нижней части рис. 48. показаны результаты МТЗ, которые с учетом данных по нескольким скважинам, а также прочих геофизических методов, интерпретируются следующим образом:

МТЗ A_1 и A_2 дали трехслойные кривые типа Н. Геоэлектрический фундамент высокого (свыше 400 ом-м) сопротивления, вероятно, соответствующий докембрийским гнейсам, находится на глубине 1400 м в хорошем соответствии с данными по скважине Окораг-2 и с глубиной сейсмического фундамента. Толщи, залегающие на гнейсах, образуют два геоэлектрических слоя: нижний, более глинистый, сопротивлением 5—8 ом-м, и верхний, более песчаный, сопротивлением 17—20 ом-м.

В МТЗ A_3 геоэлектрический фундамент сопротивлением более 400 ом-м

залегают на несколько сот метров глубже сейсмического. На геоэлектрическом фундаменте залегают толща необычно низкого удельного сопротивления, предположительно каменноугольного возраста, которая перекрывается глинистой толщей, скорее всего, неогенового возраста. Сопротивление верхней толщи снижена до 12 ом-м.

В точках А-4 и близлежащей А-4М толща сопротивлением 1 ом-м, предположительно относимая к карбону, имеет мощность более 1000 м; примерно с ее кровлей совпадает сейсмический фундамент, на котором залегают неогеновая и более молодая толща мощностью 400—500 м и сопротивлением 12 ом-м. Заслуживает внимания, что в точке А-4 находится минимум ТЕ и крайнее значение профиля Нс—Нэ (рис. 48, в. д.), совпадает с максимумом мощности толщи сопротивлением 1 ом-м.

В точках А-5 и А-6 были измерены четырехслойные кривые типа КН. Сопротивление нижнего слоя и здесь превышает 400 ом-м. На нем залегают слой низкого сопротивления, мощность которого в точке А-5 составляет еще 100—200 м, но в точке А-6 — в предположении, что его сопротивление порядка 1 ом-м, — уже только 30—50 м. Он перекрыт слоем мощностью 600—1000 м, сопротивлением 60—100 ом-м. Кровле последнего следует, по данным скважин в Тешени (Т-6) и в Богадминдсенте, сейсмический фундамент, интерпретируемый в качестве каменноугольной толщи. Таким образом, каменноугольная толща здесь расчленена на два геоэлектрических слоя: мощный, высокого сопротивления и удивительно мало мощный, но подтвержденный скважиной в Богадминдсенте, весьма низкого удельного сопротивления. Толща карбона перекрыта молодыми отложениями мощностью 100—200 м и сопротивлением 10—20 ом-м.

В точке А-7 получена двуслойная кривая; образования сопротивлением свыше 300 ом-м под молодыми отложениями мощностью 130—140 м и сопротивлением 20 ом-м могут быть сопоставлены с докембрийскими слюдяными сланцами, вскрытыми скважиной Кишдер-1.

В конечном счете можно считать установленным, что в составе отложений верхнего карбона встречаются образования довольно низкого удельного сопротивления. Распространение образований карбона по площади совпадает с отрицательной аномалией Нс—Нэ, однако, абсолютное значение этой разности — вследствие изменчивого сопротивления каменноугольных отложений — лишь случайно может соответствовать мощности этих последних. Поиски хорошо проводящих каменноугольных толщ могут проводиться прежде всего методом МТЗ.

2.3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И АППАРАТУРЫ ДЛЯ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ

Одним из значительных результатов *разработки аппаратуры ядерной геофизики* является создание двухпараметрового зонда типа KRNG-2-150-76sНУ (блок-схема прибора приведена на рис. 49), который представляет собой по своим электрическим схемам и механической конструкции усовершенствованный вариант разработанного в предыдущем году трехпараметрового зонда. Благодаря своим чрезвычайно чувствительным детекторам зонд позволяет одновременно записывать диаграммы ГК и НГК. При сохранении отличных параметров (метртовое время, — 1 мксек, чувствительность к гамма-излучению — 1300 имп./мин.) мкР/ч и эффективность по тепловым нейтронам — 98%) электрические схемы стали значительно более простыми, что привело к снижению возможности возникновения дефектов.

Для устранения вредных влияний от механических деформаций при работе в скважинах (разрушение кристалла и/или фотоумножителя) был создан *вибростойкий сцинтилляционный детектор*. Как видно из схемы конструкции на рис. 50, кристалл большого размера был прикреплен резиновыми кольцами, а фотоумножитель и кристалл связаны упруго и присоединены с помощью прижима от пружины.

В качестве дополнительного элемента к зондам типа КР, созданным для измерений в эксплуатационных скважинах в течение предыдущих лет, был разработан *локатор муфт* типа KL-1-150-43, который присоединяется к выпускаемым в ЭЛГИ зондам с помощью стандартного экспресс-соединителя.

Сигналы магнитного детектора локатора муфт стыкуются к кабельной жиле при помощи такой электронной схемы, которая позволяет одновременно передавать отрицательные и положительные импульсы радиоактивного зонда, а также низкочастотные изменения тока от локатора муфт. Достоинством такого решения является то, что оно позволяет применять локатор вместе с разработанными в ЭЛГИ раньше радиоактивными приборами без всякой доработки.

Для приема сигналов локатора муфт на дневной поверхности приемное и отбирающее устройство источника питания типа PSG-76 было допол-

нено добавочной схемой, которая отделяет сигналы от локатора муфт, с одной стороны, и стыкует их к записывающему гальванометру, с другой. Амплитуда изменений тока — величина отклонений фоторегистратора — устанавливается произвольно с помощью потенциометра, обозначенного через ССЛ, на передней панели источника питания.

Прямая запись плотности с помощью зондов типа KRGG, внедряемых в промышленности, производится вычислительным устройством типа АСД-75, описанным в Годовом Отчете 1975 г. Для градуирования вычислительного устройства, т. е. записи, необходимо создать поле радиоактивного излучения, отвечающее двум точкам по базовой прямой («хребет») характеристики зонда, измеряемой на моделях скважины, и одной точке кривой отклонения из-за наличия глинистой корки («ребро»). Для такой цели очень трудно использовать эталоны плотности из-за их размеров и веса. Для решения проблемы было разработано *полевое градуировочное устройство типа DFC*, показанное на рис. 51. В устройстве смонтированы низкоактивные источники излучения, распад которых совпадает с распадом источника для измерений. Интенсивность поля излучения регулируется при помощи свинцовых экранирующих задвижек.

По теме разработки методики ядерных измерений было проведено исследование двухпараметрового (сцинтилляционного) зонда типа KRGG-2-120-60sУ для определения объемного веса на двух этапах: (1) с помощью измерений на моделях было изучено «центральное» и «эксцентрическое» расположения детектора и на основании чувствительности к плотности «эксцентрическое» положение детектора считалось более пригодным; (2) были заданы оптимальные параметры ($a_r = 13$ см и $a_n = 38$ см), размеры окон коллимации, а потом изготовленный скважинный прибор градуировался с помощью модельных измерений.

Была построена номограмма для интерпретации данных этого зонда. (Рис. 52.) Характерные параметры зонда для интервала объемных весов от 1,00 до 2,70 г/см³, обычно встречаемых на практике скважинных измерений, приведены в таблице 1. В строках таблицы приводятся следующие данные:

1. интервалы объемного веса ρ_b ;
2. числа импульсов N , относящиеся к пределам интервалов объемного веса;
3. разница ΔN чисел импульсов;
4. изменение числа импульсов при изменении объемного веса, равном 0,05 г/см³
5. относительная статистическая погрешность, характерная для интервала (δ);
6. процентное разрешение kg ;
7. погрешность объемного веса, $\Delta\rho_b$, характерная для интервала.

Пересчет результатов измерений ГГК на объемный вес проводится главной программой с названием КВГАМ ма ЭВМ Минск-32 с помощью номограммы интерпретации, заданной в табличной форме, и универсальных постоянных по измерению (a_r, a_h — размеры длины зонда, N_{rv}, N_{hv} — числа импульсов короткого и длинного зонда, полученные в воде, предел диаметра скважины). В качестве примера приводится номограмма интерпретации зонда типа KRGG-2-200-86, разработанного для разведки месторождений нефти и газа (рис. 53).

Для интерпретации были использованы следующие параметры: числа импульсов для двух разных расстояний между источником и детектором зонда ГГК, диаметр скважины u , при необходимости, числа импульсов естественного гамма-излучения.

Результаты обработки печатаются на строкопечатающем устройстве в табличном виде для каждой точки глубины (через 10 см), и для наглядности вычерчиваются на плоттере типа NO-24. Таблица содержит по точкам глубины следующие данные: $\frac{N_r}{N_{rv}}; \frac{N_h}{N_{hv}}$; $\rho_b =$ плотность, $D_{пзм.}; D_{изм.}; D_{ном.};$ (измеренный диаметр; разница между измеренным и номинальным диаметрами; глубинность изучения и пористость.

В сочетании с машинной обработкой измерений ГГК программа параллельно с печатанием результатов дает управляющую ленту в формате слов NO-24. На рис. 54. показан результат короткого участка скважины.

Был создан полевой образец цифрового регистратора для каротажной установки К-500. Регистратор был дополнен устройством редактирования, которое приводит данные от двух ядерных детекторов к общей глубинной точке. Тем самым стало возможным использовать зонд типа KRG-2-120-43sY, разработанный для изучения бокситовых скважин методом нейтронноактивационного анализа. Зонд содержит два сцинтилляционных детектора с одинаковой чувствительностью, размещенные на расстоянии 2,8 м, в середине которого помещен источник излучения. При подъеме зонда сигналы канала ГК (верхнего) задерживаются на 2,8 м, чтобы привести их к одинаковой глубине с сигналами канала записи активности нейтронов (нижнего). Устройство дает одновременно и разницу чисел импульсов, определяемых по отдельным каналам, которая является пропорциональной содержанию алюминия в бокситах.

Полевая цифровая каротажная станция К-3000 была значительно доработана в прошедшем году в связи с расширением требований к методике измерения, благодаря чему возможности измерения по отдельным методам и разрешающая способность станции значительно выросли. Доработанная каротажная станция предназначена для выполнения следующих видов измерений и записи результатов на магнитной ленте:

— ядерных измерений,

- измерения времен прихода акустических волн,
- измерения спектра ядерных энергий в 120 окнах,
- измерения кривой затухания возбужденного потенциала, с отбором 2×120 проб,
- измерения акустической волновой картинки с отбором 2×240 проб,
- измерения продолжительности жизни нейтронов в $40 + 2$ окнах по времени,

В связи с достройкой изменился и формат записи данных. Использование нового инкрементального НМЛ (выпускаемого в ГДР, типа IMS-256), соответствующего стандарту ЕС, вызвало необходимость решить ввод магнитной ленты шириной 1/2", совместимой с ЕС ЭВМ, в ЭВМ Минск-32. Для этого пришлось ограничить число символов в одной зоне на полевой ленте в связи с погрешностями записи и воспроизведениями, а также с ограниченной мощностью ЭВМ. В окончательном варианте при записи полевой ленты каждая зона содержит информацию по участку скважины, равному 10 м.

С НМЛ АМРЕХ, подключенного к ЭВМ Минск-32, ввод производится программой ввода ВЕХ. Программа считывает данные измерения по словам, редактирует и записывает их в запоминающее устройство на магнитной ленте.

Интерпретация полевой ленты ведется по следующим фазам:

- а) отождествление адреса измерения,*
- б) отождествление кодов, характеризующих измерение (дата, район, скважина), открытие массива архива,*
- в) отождествление формата из 16 слов или 256 слов, т. е. решение о применении в обработке традиционных функций, или функций с несколькими переменными,*
- г) проверка блока измерения, редактирование и запись его в ЗУ на магнитной ленте,*
- д) при подходе закрывающего измерение блока программа закрывает массив на ленте архива, затем генерированием нового названия массива подготавливается к считыванию следующего измерения.*

Интерпретация полевой ленты проводится от начала ленты до определенного адреса измерения. После того, как программа поместила измерение, которое интерпретировалось последним, в ЗУ составляет протокол с указанием названий обработанных измерений, начальную и конечную глубину. Значит, без вмешательства оператора получают все необходимые данные к дальнейшей интерпретации. Доработанная система хранения позволила хранить и материалы измерения комплексного акустического и ядерного скважинного прибора, разработанного по теме А-14 советско-венгерского сотрудничества, испытание которого было проведено в 3 скважинах в Татарии (СССР), а затем в 2 скважинах в Венгрии.

Цель испытания заключалась в том, чтобы при отечественных условиях изучить применяемость скважинного прибора, предусмотренного прежде всего для нефте-газовой промышленности, и разработать методы интерпретации, а также внедрить пригодные для условий ВНР советские приборы.

На рис. 55 приводятся диаграммы АК, полученные при изменениях в скважинах № А-12 821 и № А-15 971, вместе с данными прежних работ (ПС, ГК, НГК и бокового каротажа). Обработка акустических волновых картин, зарегистрированных в скв. № А-12 821, позволила наметить нефтегазо-водные контакты. Было установлено, что в пределах резервуара уровень воды находится на глубине 1851 м, так как на нефте-водном контакте амплитуда продольных волн возросла, а амплитуда поперечных волн внезапно сократилась. Газоносные пласты выделяются по росту амплитуды поперечных волн при неизменных амплитудах продольных волн. Газ выявлен на участках от 1838 до 1839 и от 1928 до 1932 м.

Последней темой по разработке аппаратуры для промысловой геофизики является создание компьютеризованной цифровой системы для скважинного измерения и экспресс-обработки. В рамках этой темы в лабораторном опытном образце измерительной системы по аппаратурной технике были построены и стыкованы следующие устройства:

- система датчика марок глубины,
- коммутатор каналов и преобразователь аналог-код,
- накопитель на магнитной ленте (кассетное устройство типа MEMODУНЕ), которое кроме записи данных,
- обеспечивает и воспроизведение их,
- аналоговый фоторегистратор и его устройство сопряжения (которое обеспечивает подключение разработанного в Геофизическом институте регистратора типа AFRD-8).

По методике были определены детали построения системы, структура математического обеспечения и процесс производства измерений. Для определения согласований данных, поправок и вычислений корреляции при полевых условиях были учтены:

- сфера возможных измерений,
- целесообразные комбинации зондов,
- шаг квантования.

Из задач программирования была составлена программа I/O, управляющая периферией сбора данных измерения, внешней памятью и данными глубины. Она была расширена набором программ, управляющих регистратором и редактированием, который позволяет вычерчивать каротажные кривые, записанные зондами с разными базами, по согласованной глубине. По сравнению с первоначальной целью дальнейшим расширением является программа опроса (опытная), с помощью которой можно задавать детали

рабочего режима (тип диаграммы, шаг квантования, отклонение базы по сравнению с опорным зондом) по отдельным подъемам.

С использованием изложенной системы измерения и организации были проведены успешные эксперименты.

Для усовершенствования системы интерпретации каротажных данных (KER) была разработана программа согласования глубин. В интересах приведения данных к общей глубинной точке предполагалось, что отклонение заданной кривой ($y = f(x)$) по глубине ($\Delta x = f(x)$) по сравнению с остальными кривыми аппроксимируется полиномом. При разложении исправленной за Δx кривой в ряд Тейлора отклонение от правильной глубины по точкам совпадает с значениями полинома. Приводя квадрат отклонений разложенной в ряд кривой от линейной комбинации остальных кривых к минимуму, можно определять коэффициенты предположенного полинома. Зная коэффициенты, и подставляя их обратно в ряд Тейлора, можно вычислять значения исправленной кривой для каждой точки. Повторяя процесс для каждой кривой несколько раз, расчетные значения сходятся с согласованными по глубине кривыми.

Программа позволяет ввести общую поправку во все введенные кривые, но также можно при предположении о согласованности кривых по глубине согласовать остальные с ними. В качестве входного параметра необходимо указать число степени полинома, описывающего отклонение по глубине, а также число итераций. Случай полинома нулевой степени является эквивалентным с обычной взаимной корреляцией, но оптимальное смещение определяется не по догадкам, а вычисляется, и таким образом приводит к значительной экономии времени. Из математики метода вытекает, что на пределах не остаются отсутствующие значения, поэтому число глубинных точек не изменяется.

Метод, разработанный для согласования по глубине, используется не только для поправки каротажных диаграмм, но во всех случаях, когда необходимо обеспечивать «параллелизацию» рядов функций.

В области лабораторного испытания материалов по ядерным методам были изучены две темы:

(1) разработка методики и аппаратуры в рамках программы СЭВ по исследованию морей, (2) аппаратурная служба для бокситовой промышленности, в том числе методические и технические работы для создания 8-компонентного анализатора-автомата для промышленности.

По теме исследования морей наша методическая задача заключалась в изучении возможности применения рентгенофлюоресцентного анализа (XRF) с изотопным возбуждением для геологических исследований. В соответствии с этим из горных пород Венгрии были выбраны эталоны для рентгенофлюоресцентного анализа. Данные приведены в таблице II. В ходе работ особое внимание уделялось изучению эффекта матрицы и подготовке

проб. Были сделаны усилия разработать методы вычислений, пригодных для производства массовых анализов при решении задач в производственном порядке. Была изучена эффективность нашей аппаратуры и методики измерения для широкого ряда элементов, для основных компонент и микро-элементов.

В интересах внедрения измерительной системы в производство был проведен рентгено-флюоресцентный анализ на пробах руд от месторождения Речк в количестве 150 шт. Материал измерения интерпретировался с помощью номограмм, составленных в ходе методических работ. Большое количество проб позволило изучить воспроизводимость и стабильность работы измерительной системы. В качестве возбуждающего изотопа использовался $Pu-238$ с интенсивностью 10 мКюри, время измерения составляло 500 сек. Кроме элементов Cu , Zn , были определены Pb в 37 пробах и As в 34 пробах.

Для дальнейшего изучения поведения последних двух элементов, кроме возбуждения изотопом $Pu-238$, 23 пробы были изучены при возбуждении изотопом $Am-241$. При этих исследованиях можно было изучать и наличие элементов In , Sb , Cd , Va , Pb . На время конференции СЭВ весь аппаратный комплекс был переведен в с. Тихань и была проведена демонстрация с использованием проб, предоставленных участниками.

На рис. 56. показана установка, использованная для методических исследований. На рис. 57. приведены возможности определения отдельных элементов при использовании различных источников возбуждения. Для наблюдения характерного рентгенового излучения служит полупроводниковый детектор $Si|Li$ в вертикальном размещении, а спектр записывался многоканальным анализатором. При данной специальной задаче возможности сложного универсального комплекса не могут быть полностью использованы, так как данный источник излучения позволяет изучать всего ок. 8—10 элементов. Полезная информация также носится только отдельными частями спектра, значит большое число (1024) каналов данных является излишним. Поэтому мы старались найти такое решение, которое связывает тонкое разрешение многоканальных анализаторов и максимально упрощенные свойства специализированной аппаратуры для решения данной задачи. Созданная аппаратура состоит из 1024-канального преобразователя аналог-код, и программируемой системы сбора данных с 16 окнами. Аппаратура позволяет ускорять рентгено-флюоресцентные измерения, упростить интерпретацию данных измерения.

Для решения аналитических задач бокситовой промышленности была проведена разработка методики для 6 горных предприятий, глиноземных заводов и аналитических центров, а также оказана техническая помощь. Кроме того, были выполнены обязательства в СССР, Бразилии и Ямаике.

В рамках договора по исследованию, заключенного с глиноземным заводом г. Айка в качестве усовершенствования автомата для определения содержания алюминия и кремния, который работает там в производственном порядке уже ряд лет, была изучена возможность определения элементов Са, Тi, и Fe в твердой фазе растворов. Для такой цели была создана система на принципе рентгено-флюоресцентного анализа с изотопным возбуждением без селекции энергии, которая была выполнена так, чтобы она тесно присоединялась к пневматической и электронной системам автомата.

В соответствии с договором, заключенным с глиноземным заводом в г. Алмашфюзитез, были изучены возможности определения Влажности проб бокситов по технике измерения нейтронной трансмиссии (НТ). Для этого было создано место нового типа для детектирования на внешней стенке посуды, содержащей нейтронный источник.

По поручению Исследовательского института металлургической промышленности была разработана *новая комплексная установка для анализа элементов* (ВЕА), предназначенная для решения настоящих проблем бокситовой и глиноземной промышленности. При создании установки были сохранены конструкционные принципы бокситового анализатора типа МТА-1527. Не была изменена пневматическая система и при создании новых детектирующих систем использовалась прежняя форма капсулы. И в дальнейшем использовались различные способы детектирования счетчиками Гейгера-Мюллера в связи с их простотой и высокой надежностью.

Кроме нейтронно-активационного анализа (НАА) развитие привело к внедрению трех новых методов (рентгено-флюоресцентного анализа с изотопным возбуждением, измерения с нейтронной трансмиссией (НТ) и измерения с гамма-трансмиссией (ГТ)) и, таким образом, позволяет измерять 5 новых параметров. (См.: Таблица III.)

Исследования выполняются без разрушения проб и влажных химических подготовительных операций, с точной подготовкой пробы с весом 2×10 г. Продолжительность одного наблюдения составляет 3 мин., в режиме круглосуточной непрерывной работы можно выполнять 8-компонентный анализ 100 проб.

Для определения среднего атомного номера записывается величина поглощения мягкого гамма-излучения, проходящего через пробы пород.

По усовершенствованию рентгено-радиометрического метода измерения были проведены методические исследования с переносной аппаратурой типа МТА-5017. Для проверки градуировочной кривой, определенной раньше для размельченных проб, было определено содержание в серии 48 зашифрованных проб. Полученные результаты показали хорошее совпадение с данными химического анализа, только в диапазоне от 0,0 до 0,4% пришлось незначительно изменить градуировочную кривую.

Для определения возможности определения концентрации тяжелых металлов в шахтах при условиях естественного залегания были проведены измерения в шахтах на кусочных пробах пород. Определение градуировочной кривой представляет собой в этом случае более сложную задачу, так как неровности измеряемой поверхности, текстура с изменяющейся величиной зерна, и, главным образом, неравномерное распределение концентрации тяжелых металлов сильно увеличивают разброс измеренных значений.

Зонд, созданный для скважинного применения рентгено-радиометрического метода, необходимо было доработать, так как вследствие большого расстояния между стенкой скважины и детектором энергия, равная нескольким кэв, не могла быть детектирована. В ходе доработки кристалл был перемещен непосредственно к стенке зонда, и между фотоумножителем и кристаллом была поставлена фотопроводимая призма. В результате было достигнуто надежное детектирование энергии свыше 6 кэв. Ввиду того, что разрешение сцинтилляционных систем для 8 кэв составляет ок. 50%, энергоселективное измерение не позволяет разделять элементы, близкие по атомному номеру. Поэтому были применены пары дифференцирующих фильтров, с помощью которых хорошо разделяются элементы Fe, Си, Zn. В течение года было проведено успешное измерение в шахте Речк для выявления изменений содержания меди. Дальнейшей задачей является градуирование аппаратуры, составление градуировочной кривой и создание корпуса зонда, сопротивляющегося давлению.

3. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

Непрерывно регистрировались временные вариации компоненты *геомагнитного поля* D, H и Z вариометрами Ла Кура и цифровыми приборами собственной конструкции.

С целью контроля магнитного уровня обсерватории проводились сравнительные наблюдения в обсерваториях Хурбаново и Нимегк, и также приборами этих станций в обсерватории Тихань.

Определили случочный ход компонентов геомагнитного поля на основании спокойных дней 1970—74 годов.

Было исследовано распределение амплитуд в спектре нескольких магнитных бурь, а также изменения частотных пиков в различных фазах бурь. В определенных фазах некоторых магнитных бурь встречается ярко выраженный пик в амплитудном спектре в районе частоты 165 ± 10 мин.

Опубликован ежегодник Тиханьской Обсерватории за 1975 год.

В области исследования *ионосферы и магнитосферы* в течении всего года проводилась регистрации свистящих атмосфериков.

Анализ частоты проявления свистящих атмосфериков за последние пять лет показывает два ярко выраженных максимума, находящихся в хорошей корреляции с эклиптическими элементами орбиты Земли. Первый из максимумов наблюдается скоро после захода солнца, а другой, более расплывчатый максимум, перед восходом.

На основании рассчитанных разрезов плотности электронов во время повышенной магнитной активности в зоне магнитосферы, характеризующейся параметром $1,5 \leq L \leq 2,5$, наблюдается значительное уменьшение плотности электронов.

В соответствии с международными обязательствами во время прохождения спутника ИК-15 проводили внеочередные наблюдения для целей сравнительного анализа явлений ОНЧ.

В области исследования *земных приливов* в конце 1976 года завершили измерения начатого в 1974 году международного земноприливного профиля. Эта серия наблюдений является первой связью между обсерваториями Западной и Восточной Европы. Профиль с береговых частей нашего континента уходит далеко в его внутренние части. Это последнее обстоя-

тельство дает возможность для экспериментального исследования влияния морей на гравитационное поле и для проверки теоретических расчетов. Анализ первой, приблизительно 110-ти дневной, части наблюдений в Обнинске показал, что после исключения эффекта морских приливов, амплитудная характеристика волны M_2 является аномально большой (1,174), а в Центральной Европе (Бонн, Тихань, Пецна) получается близкой к теоретически ожидаемым (1,159).

Продолжали исследования гравиметрических регистрограмм в области неприливных частот. В результате этого удалось выявить две группы явлений:

- а) волну с периодом 6 часов, амплитуда которой, удаляясь от Северного моря, убывает (первый столбец в таблице IV). Эта волна возникает из-за косвенного эффекта мелководной морской приливной волны M_4 . Ввиду того, что в данном случае имеем дело с такой непериодической нагрузкой, которой не соответствует волна в земных приливах, поэтому открывается возможность проверки методов расчета косвенных эффектов и исследования возникающих деформаций.

Гравиметрические вариации вследствие морской волны M_4 были рассчитаны на основании котидальных карт Северного моря и Доверского пролива методом Перцева для случая модели Гуттенберга-Буллена. Как это видно из таблицы IV, наблюдаемые и вычисленные амплитуды находятся в хорошем согласии, что подтверждает с одной стороны правильность метода Перцева, а с другой стороны, по видимому, подтверждает надежность использованных приливных карт. Этот последний факт важен, поскольку по нашим расчетам 50—60% косвенного эффекта в Европе создается Северным морем.

- в) Молоденский М. С. в 1976 году теоретически предсказал существование таких длиннопериодических вариаций, которые возникают вследствие взаимодействия свободных колебаний Земли и приливов. В процессе наших исследований нам удалось обнаружить такие спектральные пики, которые находятся на местах, предсказанных Молоденским М. С. Поскольку амплитуды очень маленькие (их порядок 0,1—0,01 мкгл), их выявление возможно только совместным исследованием результатов, полученных на различных станциях.

Наши выводы базируются на анализе девяти серий наблюдений, которые получили в различных местах Европы с пятью различными приборами.

Палеомагнитные исследования были проведены на известняках средней юры Задунайского среднегорья, отобранных с четырех мест (Баконь: Баконьчерне, Тюзкевешарок, Локут; Герече: Тардошбана, Тата)

Средние отклонения (D) и наклонения (I) и также статистические параметры, характеризующие надежность средних значений (k , α) перед по-

правкой за падение и после введения этой поправки для каждого образца, приводим в таблице V. Средние значения, полученные по всем образцам, приводим в нижней строке.

Положение виртуальных геомагнитных полюсов, рассчитанных по отдельным местам отбора образцов по D и I, значительно отличается от стабильного европейского полюса и очень близко к полученному для Африки и для Альп (рис. 58), что является подтверждением того, что Задунайское Среднегорье, также как и весь пояс Средиземноморья, оказался на своем настоящем месте вследствие тектонических причин.

Образцы из Тюзкерешарок (с. Баконьчерне), относящиеся к плинбаховскому ярусу, подвергли более детальной обработке (возраст 180 миллионов лет, продолжительность 6 миллионов лет). В процессе осадконакопления имеются перерывы порядка 10^4 лет и поэтому отобранные образцы с 2 см-ой гранью представляют приблизительно 10^4 летние средние значения.

Наклонение естественной остаточной намагниченности в случае всех образцов было положительным, при размагничивании переменным током образцы с аммонитами *Stokesi Margaritetus* в преобладающем большинстве приобрели отрицательную полярность. Для эпох с нормальной намагниченностью получили 300 000 летний период вариаций магнитного поля, изменяются периодически средние направления намагниченности образцов, принадлежащих отдельным циклам (рис. 59).

В первой строке каждой группы образцов приведены значения, выраженные в современной системе координат, а во второй — значения после коррекции за падание.

В области *геодезической гравиметрии* продолжали перфорирование гравиметрических наблюдений, полученных за 1971—1974 годы.

В целях разработки измерительной методики произвели лабораторные наблюдения гравиметрами типа Шарп, используя либо только малый винт ($\Delta g > 100$ мгл), либо только большой ($\Delta g = 100$ мгл). На подставке измерили изменения $\Delta g = 0$ при варьировании следующих параметров: время наблюдения, количество отсчетов, установление большого винта.

Продолжалось лабораторное исследование гравиметров. Гравиметрами Уорден Геодезист 937, Уорден Геодезист 971, Шарп 139 и Шарп 256-G произвели исследования в термокамере с целью определения влияния изменений температуры окружающей среды на отсчеты гравиметра. Эти исследования имеют большое значение как в случае поисков минерального сырья, так и при измерениях на опорных сетях.

При первом эксперименте приборы держали в камере при температуре 24°C , а потом на короткое время переместили их в камеру где температура

была 9°C . Во время этих испытаний многократно произвели отсчеты. Результаты этих исследований приведены на рис. 60.

При последующих экспериментах приборы сначала находились в течение полсуток при температуре 9°C , потом были перемещены в камеру с температурой 25°C на двое с половиной суток и затем их опять установили в камере с 9°C . В процессе исследований были произведены расчеты. Результаты этих экспериментов приведены в таблице VI.

В заключении работ исследовали влияние связи между отсчетами гравиметра и синусоидальными вариациями температуры при периодических изменениях температуры от 10°C до 25°C . Длина одного периода была 24 ч. Изменения отсчетов тоже имели синусоидальный характер, запаздывание по фазе в случае приборов не имеющих термостата было 6—10 часов, а разность между максимальными и минимальными отсчетами составляла 0,2—1,5 мгл. В случае термостатизирования гравиметров запаздывание было 6—10 часов, а изменения по амплитуде 0—0,05 мгл.

С 1973. года непрерывно ведутся гравиметрические измерения по геодезическим линиям, исследующим современные движения земной коры, с одной стороны, с целью определения гравиметрических коррекций при работах по нивелированию, а с другой стороны, для прослеживания возможных гравитационных вариаций.

п В южной части Задунайской области, в окрестностях Игал и Домбовар, проводилась гравиметрическая съемка с плотностью 3 пункта на 1 км^2 .

ДОПОЛНЕНИЯ

Со стороны ЭЛГИ в 1975—76 годах находились специалисты в Ираке для того, чтобы с изготовленными для фирмы «Ground Water Development Administration» каротажными установками К-500 и геоэлектрическими приборами GE-27 производить наблюдения и также обработку и интерпретацию полученных данных.

Целью работ было определение геоэлектрическим зондированием перспективных районов для исследования подземных вод и выявления водоносных слоев бурением.

Важной задачей было также обучение иракского персонала. Группа в результате обучения произвела каротажные исследования в общем объеме 75 135 погонных метров.

§

Так же как и в предыдущие годы ЭЛГИ и в 1976 году в рамках Монгольской разведочной интерпретационной группы продолжала свою деятельность в МНР.

§

Публикации: Годовой отчет за 1975 г., Ежегодник Тиханьской геофизической обсерватории за 1975 г. и работа «Земноприливные наблюдения гравиметрами Аскания в геодезической обсерватории Пецни (Чехословакия), Геофизический Бюллетень вып. 24 и 2 дополнения к нему.

§

Услугами библиотеки воспользовались 4683 читателя. В настоящее время библиотека содержит 53 830 библиотечных единиц.

Фонд библиотеки увеличился на 659 книг, на 2323 выпусков журналов и 1381 документацию, на 180 проспектов инструментов.

В рамках международного обмена получено 414 изданий.

Количество новых журналов 11.

