

Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1983

Годовой отчёт Венгерского Геофизического Института им. Лорадна Этвеша за 1983 г.

A Magyar Állami
Eötvös Loránd
Geofizikai Intézet
1983. évi
jelentése





A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND
GEOFIZIKAI INTÉZET

1983. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE EÖTVÖS LORÁND GEOPHYSICAL
INSTITUTE OF HUNGARY
FOR 1983

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ
ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. ЛОРАНДА ЭТВЕША
за 1983 г.

Szerkesztő:
Sz. Kilényi Éva

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

Felelős kiadó: Müller Pál
Összeállította: Aczél Etelka



Egyetemi Nyomda — 84.3078 Budapest, 1985
Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

TARTALOM

1	FÖLDTANI KUTATÁS	11
1.1	Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben	13
1.1.1	Barnakőszén-kutatás	16
	Felső kréta barnakőszén-kutatás; Bokod-III-Márkushegy Ny geofizikai elő- kutatása	
1.1.2	Bauxitprognosztika	20
	A Gerecse hegység DK-i előtere; a Keszthelyi-hegység ÉNy-i előtere; bauxit- kutatás Iharkúttól K-re	
1.2	A Kisalföld regionális komplex kutatása	27
1.3	Geofizikai kutatás Észak-Magyarországon	33
	Az Alsótelekes környéki evaporit előfordulás geofizikai vizsgálata	33
1.4	Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata	37
1.4.1	Az MK-1 vonalon végzett magnetotellurikus és szeizmikus mérések eredményei	37
1.4.2	Tellurikus mérések eredményei a Kisalföld K-i medencéjében és a Dunántúli- középhegység ÉNy-i peremén	42
1.5	Szerkezetkutató mérések Kecskemét D-Kiskunfélegyháza-Alpár környékén	45
2	MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS	53
2.1	Szeizmikus módszer- és műszerkutatás	55
2.1.1	SzCSz-3 programrendszer az ELGI szeizmikus feldolgozásában	55
2.1.2	ESS-01-24 műszerrel készített szeizmikus felvételek beadása R-35 típusú számítógépbe	61
2.1.3	R-11 bázisú szeizmikus adatgyűjtő és feldolgozó rendszer	63
	A tengeri real-time adatgyűjtő és előfeldolgozó programcsomag; a szeizmikus expressz feldolgozó programrendszer	
2.1.4	Bányaszeizmikus műszerfejlesztés	66
2.2	Geoelektromos módszer- és műszerfejlesztés	71
2.2.1	Szénhidrogén-kutatás geoelektromos módszerekkel	71
2.2.2	A topográfia hatása a Maxi-Probe EMR-16 berendezéssel végzett frekvencia- szondázásokra	77
2.3	Mélyfúrási geofizikai módszer- és műszerkutatás	83
2.3.1	Szénhidrogén-kutató fúrásokban végzett rétegdőlés mérések gépi feldolgozása	83
2.3.2	Szénminősítő programrendszer továbbfejlesztése	85
2.3.3	ASZOIGISZ rendszer adaptálása	88
2.3.4	Nukleáris és elektromos műszerfejlesztés	92
2.3.5	Digitális műszerfejlesztés	96
2.3.6	Komplex maggeofizikai berendezés	97

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁS	99
3.1 A földmágneses tér vizsgálata	101
3.2 Geodinamikai vizsgálatok	103
Geodinamikai jelenségek megfigyelése és feldolgozása; a maradék-vektorok vizsgálata	
3.3 Paleomágneses kutatás	111
Sümegegy, Mogyorósdomb felső jura – alsó kréta földtani alapszelvény paleomágneses vizsgálata; bauxitok és mellékkőzetek paleomágneses vizsgálata	
3.4 Geodéziai gravimetria	119
FÜGGELÉK	121
Példák az ELGI külföldi tevékenységéből: Líbiai karotázs mérések; multifrekvenciás elektromágneses szondázás: a) MFS mérések Svédországban; b) kísérleti szondázások magnetit lencse felett Észak-Finnországban; c) MFS mérések Felső-Ausztriában	
Könyvtári szolgálat; Kiadványok	128

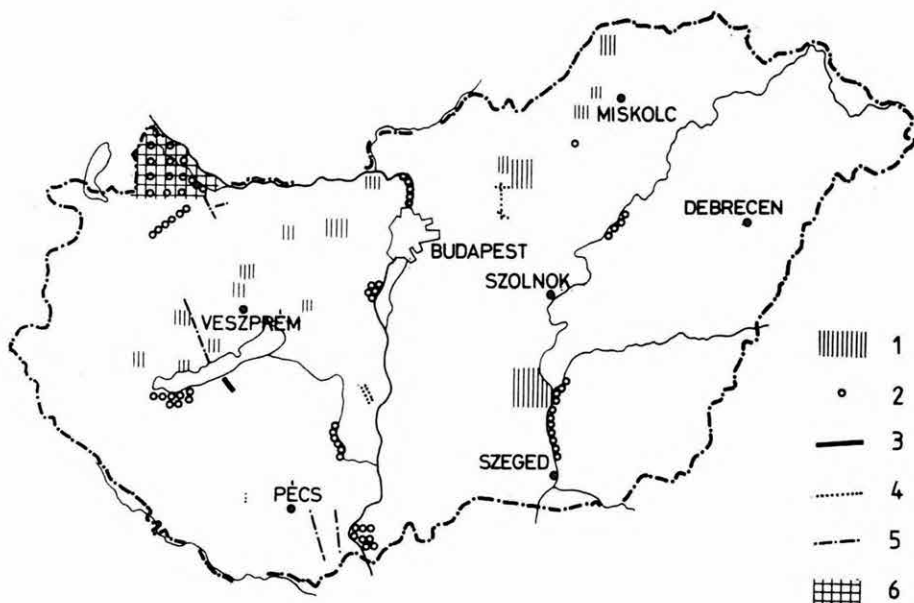
CONTENTS

1	GEOPHYSICAL PROSPECTING	131
2	METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH	137
2.1	Seismic	139
2.1.1	Role of the SDS-3 program package in ELGI's seismic processing	139
2.1.2	Input of the ESS-01-24 field records to the RYAD-35 computer	142
2.1.3	Seismic data acquisition and processing system based on the VT-600 (VT-6000) computer	143
2.1.4	Instrument development for in-mine seismics	147
2.2	Geoelectric	151
2.2.1	Hydrocarbon exploration by means of geoelectric methods	151
2.2.2	Effect of topography on the frequency sounding made by the Maxi-Probe EMR-16 equipment	154
2.3	Well logging	157
2.3.1	Computer processing of dipmeter survey data of hydrocarbon exploration wells	157
2.3.2	Development of the coal qualification program system	158
2.3.3	Adaptation of the ASOIGIS system	159
2.3.4	Nuclear and electric apparatus design	160
2.3.5	Digital apparatus design	162
2.3.6	Nuclear geophysical analyser	164
3	EARTH PHYSICS RESEARCH	165
3.1	Investigation of the geomagnetic field	167
3.2	Geodynamic investigation	169
	Observation and processing of geodynamic phenomena; Investigation of residual vectors	
3.3	Palaeomagnetic investigations	171
	Palaeomagnetic investigation of the Upper Jurassic - Lower Cretaceous geological basic section at Sümeg, Mogyorósdomb; Palaeomagnetic investigation of bauxites and their accompanying rocks	
3.4	Geodetic gravimetry	173
	MISCELLANEOUS	175
	Examples of ELGI's activities abroad: Well logging in Libya; Multifrequency electromagnetic sounding a) in Sweden, b) in Northern Finland, c) in Upper Austria	
	Library; Publications	179

СОДЕРЖАНИЕ

1	ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА	185
2	ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ	191
2.1	Сейсморазведка	193
2.1.1	Система программ СЦС-3 в обработке сейсмических данных ЭЛГИ	193
2.1.2	Ввод сейсмических данных, полученных от аппаратуры ИСН-01-24, в ЭВМ типа ЕС-1035	196
2.1.3	Геофизическая обрабатывающая система на базе ЭВМ ЕС-1011	198
2.1.4	Разработка шахтной сейсмической станции	202
2.2	Электроразведка	207
2.2.1	Поиски и разведка нефти и газа геоэлектрическими методами	207
2.2.2	Влияние рельефа на результаты частотного зондирования аппаратурой Макси Проб ЕМР-16	210
2.3	Промысловая геофизика	213
2.3.1	Автоматизированная обработка данных о наклоне пластов, полученных в нефтегазовых скважинах	213
2.3.2	Совершенствование программной системы для квалификации углей	214
2.3.3	Адаптация системы АСОИГИС	215
2.3.4	Разработка ядерной и электрической аппаратуры	217
2.3.5	Разработка цифровых каротажных установок	219
2.3.6	Комплексная ядерно-геофизическая установка	221
3	ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	223
3.1	Исследование геомагнитного поля	225
3.2	Геодинамические исследования	227
	Наблюдение и обработка геодинамических явлений; Исследование остаточных векторов	
3.3	Палеомагнитные исследования	231
	Палеомагнитное исследование опорного геологического профиля в районе Модьорошдомб и Шюмег; Палеомагнитное исследование бокситов и вмещающих пород	
3.4	Геодезическая гравиметрия	235
РАЗНОЕ		236
	Примеры деятельности ЭЛГИ за границей	236
	Каротажные работы в Ливии; многочастотное электромагнитное зондирование в а) Швеции, б) Северной Финландии, в) Верхней Австрии.	
	Работа библиотеки; Публикации	240

1 FÖLDTANI KUTATÁS



1. ábra. Az ELGI terepi kutatásai

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

Fig. 1. Field work, 1983

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

Рис. 1. Полевые работы 1983 года

- 1 — комплексные исследования минерального сырья
- 2 — гидрогеологические и инженерно-геофизические исследования
- 3 — изучение строения земной коры и литосферы
- 4 — сейсморазведка
- 5 — профили электроразведки
- 6 — территориальная электроразведка

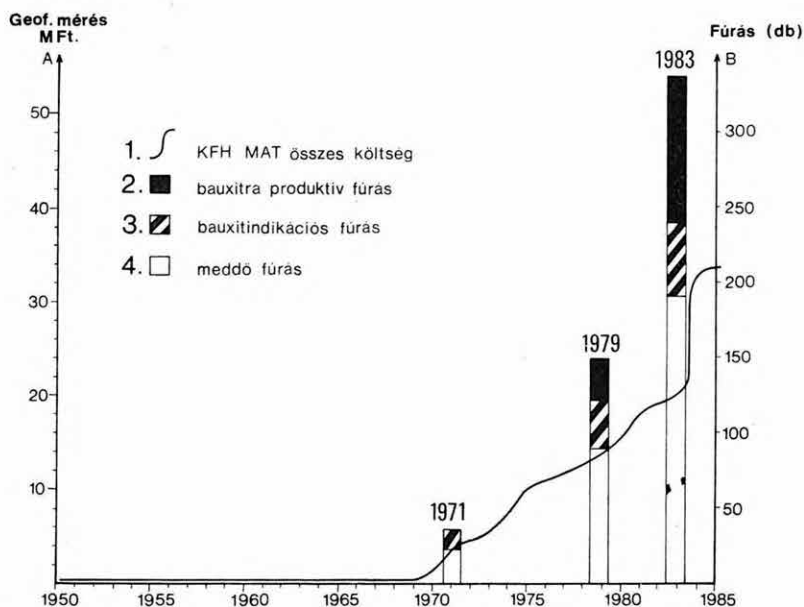
1.1 KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁS A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN*

Az 1983. évi kutatásokat a Központi Földtani Hivatal által jóváhagyott célprogramok keretében végeztük. Ez az immáron 15 éve végzett rendszeres felmérés 10–15 geofizikai módszert alkalmaz, melyek közül egy-egy területen 3–5 módszer bevezetésére kerül sor. A módszerek kiválasztása a földtani–geofizikai modell sajátosságait messzemenően figyelembe veszi; a Dunántúli-középhegység 10–15 olyan földtani modelljét sikerült eddig meghatározni, amely geofizikai mérésekkel a megfelelő földtani információt szolgáltatja. Minden egyes terület újszerű feladatot jelent, amely nemcsak mérés technikai fejlesztést és új geofizikai módszerek alkalmazását követeli meg, hanem a geofizikai–földtani értelmezés szemléletének fejlesztését is.

A kutatás során egyre jobban kialakul az előkutatás és felderítő kutatás ésszerű szétválasztása az ismeretlen területeken. Másutt — a nyersanyag-termelékenység első jelére — a felderítő- (előzetes) és részletes fázis rugalmas összevonására került sor. Néhány terület (pl. Mátyás-hegy K–Zsámbék és Ajka II.) kutatásánál, valamint a Gerecse-hegység DK-i peremén (Somlyóvár, Tükröspuszta, Csordakút körzetében) egy rugalmas kutatásirányítási rendszer kezd kialakulni, amely a számítástechnika széles körű alkalmazásával (különösen a fúrás-geofizikai adatelemzésre és a háromdimenziós megjelenítésre támaszkodva) képes a földtani megismerést számottevően meggyorsítani. Egy példa: új szénmezők kutatásánál a korábbi 10–15 éves megismerési folyamat 5–8 évre rövidíthető.

Érzékelhető néhány új geofizikai módszer széles körű elterjedése, a kutató és bányavállalatok érdeklődésének megnövekedése ezek iránt. Közülük az alacsonyfrekvenciás rádióhullám módszer (VLF) említhető az előkutatásban, az elektromágneses frekvenciaszondázás (Maxi-Probe rendszer) a felderítő kutatásban és a vibroszeiz mérések a részletes kutatásban. Mivel a pénzügyi keretek csökkentek, az új módszerek bevezetése néhány régebben alkalmazott módszer háttérbe szorulásával járt. Az elmúlt év köszön- és bauxitkutatási eredményei bizonyítják a földtani és bányászati intézményekkel kialakított munkakapcsolatok és széles körű együttműködés eredményességét (2. ábra).

* Szabadváry L.



2. ábra. A felszíni geofizikai mérések költségei és a geofizikai mérések alapján telepített bauxitkutató fúrások a Dunántúli-középhegységben

Fig. 2. Costs of bauxite geophysical exploration and number of boreholes in the Transdanubian Central Range located according to geophysical results

1 — sum total of expenses of geophysical surveys; 2 — borehole hitting bauxite; 3 — borehole with bauxite indication; 4 — barren hole; A — expenses of geophysical surveys, in million of Forints; B — number of boreholes

Рис. 2. Стоимость геофизических работ и количество бокситовых скважин, заданных по геофизическим данным, в Задунайском Среднегорье

1 — полная стоимость геофизических работ; 2 — скважины, вскрывшие бокситы; 3 — скважины с проявлениями бокситов; 4 — пустые скважины; А — стоимость геофизических работ в млн. форинтов; В — количество буровых скважин

Az eredmények egyúttal a geofizikai módszer- és műszerfejlesztés irányelveinek helyességét is igazolják.

Barnakőszén-kutatás

A szenon program keretében az előkutató méréseket a Bakony hegység Ny-i részére koncentráltuk. A Magyar Állami Földtani Intézettel (MÁFI) közösen végzett munka során, a Veszprémi Szénbányákkal együttműködve kutattuk a magyarpolányi magasrögöt, Kolontár környékét és több kisebb részegységet Ajka–Magyarpolány–Devecser térségében. A gyorsan végzett gravitációs, szeizmikus és fúrásos kutatás bebizonyította, hogy az előrejelzések

itt reálisan tételzték fel a kréta (szenon) korú kőszéntelepek (Ajka Kőszén Formáció) létezését, de ezek részben nem műrevaló kifejlődésűek, vagy ha azok, a tengerszintre számolva 500 m-nél nagyobb mélységben fordulnak elő. Fenti helyeken bányászatilag jelenleg hasznosítható szénmező nem várható.

Az ősföldrajzi elemzések és a gravitációs anomália-térképek ezek után Sümeg–Ukk–Gyepükaján körzetére terelték a figyelmet, ahol a széntelepes összlet – 500 m-nél magasabb helyzetben volt feltételezhető (1982. Évi Jelentés 2. ábra). A további előkutatás eredményeként Gyepükaján közelében 1982-ben kibontakozott egy bányászatilag művelhető szénmező képe, amelyet Ajka II. területnek neveztek el. Az év folyamán a Veszprémi Szénbányák megbízásából már meg is indult az Ajka II. terület felderítő kutatása. Itt a vibroszeiz szelvényhálózatra támaszkodó elektromágneses szelvényezés (MFS, Maxi-Probe rendszer) komplexumot használtuk. A reflexiós szelvényekre támaszkodva rövid, merőleges MFS szelvényekkel a széntelepes összlet térbeli elhelyezkedését tisztáztuk. Ezzel a mérésorozattal a korábbi, közel egyéves geofizikai kutatási időt néhány hétre sikerült rövidíteni. Ez tette lehetővé a mélyfúrások telepítésénél a geofizikai eredmények figyelembevételét. A komplex kutatás hatékonyságát legjobban az 1983. év végén javasolt Gy–21 fúrás igazolta, amely a felszíntől 605 m mélységben 11 m öszvastagságú, kb. 12,5 MJ/kg átlagos fűtőértékű széntelepét harántolt.

Az eocén program keretében a Gerecse hegység Ny-i előterében, Bokod községnél a MÁFI-val közösen végzett előkutatás első két kutatófúrása produktívnak bizonyult. Az O–2200 mélyfúrás 593 m mélységben 4 m vastagságú jó minőségű széntelepét, az O–2266 fúrás 230 m mélységben 2,3 m vastagságú, gyengébb minőségű kőszent harántolt. A geofizikai mérésekből alkotható térbeli képet is figyelembe véve, műrevaló szénmezőre következtethetünk, továbbkutatása a következő évek feladata. A munkában az Oroszlányi Szénbányák működött közre.

Az eocén program keretében a Bakony hegységben befejeződött a Csetény–Szápári medence geofizikai előkutatása. A szeizmikus és fúrási adatokból viszonylag nyugodt településű, bányászatilag hasznosítható szénmezőre lehet következtetni.

A Gerecse hegység K-i előterében, Bajna községnél 1983-ban a Dorogi Szénbányák külfejtéses bányát kívánt nyitni a korábbi kutatások eredménye alapján. A kijelölt területrészen elektromágneses (MFS) módszerrel szondáztunk, amelynek eredményei a részletes fázisú fúrásos kutatást segítették elő. Ezen a területen alkalmaztuk először a sűrű hálózatu MFS méréseket térbeli kép nyelésére. A már megindult termelés az előrejelzett geofizikai szerkezeti képet igazolta.

A Gerecse DK-i peremén, Somlyóváron hálózatos VLF mérésekkel, potenciáltérképezéssel (PM) és a kis mélységű elektromágneses szelvényekkel (MFS) végeztük a kutatást. Ennek eredményeként négy kisebb lencsét körülhatároltunk, a terület nagyobb része bauxitra nézve meddőnek tekinthető. Itt a kutatás gyorsaságát emeljük ki, 20 km²-nyi terület előkutatása és a felderítő kutatás első fázisa egy év alatt befejeződött. Előbbit a MÁFI-val közösen végeztük, a felderítő kutatást a Bauxitkutató Vállalat (BKV) megbízásából folytattuk.

A Bakonyban — Porva és Pápavár–Gáthegy körzetében — letarolt dolomitfelszínen a kréta időszaki víznyelők gyökérszónájában megmaradt bauxit-előfordulásokat kerestünk a felszíntől néhány méter mélységben. A BKV megbízásából végzett munka szelvényzeti VLF méréseken alapult, amit a perspektivikus helyeken (kisebb) hálózatos mérésekkel egészítettük ki. A pápavári területen eddig öt, ipari minőségű bauxitlep megismerésére került sor.

A Gerecse K-i előterében, Tükröpusztánál első ízben került sor MÁFI–ELGI–BKV együttműködésben az előkutatás és felderítő kutatás folyamatos végzésére. Ez a korábbiaknál két-három évvel gyorsabb befejezést tesz lehetővé. A kutatás módszerét a hosszan elnyúló, vastagságát szeszélyesen változtató bauxitlencsék körülhatárolására alakítottuk ki. Ezáltal nemcsak a bauxittároló szerkezet előjelzése sikerült, hanem a fedő eocén mészkő és a bauxit vastagságának megbecslése is. Az előkutatásnál a 30–200 m mélységben feltételezett bauxittároló szerkezetet mikrogravitációs mérésekkel, illetve potenciáltérképezéssel kutattuk, majd az érdekes helyeken MFS szelvényeket mértünk. A fúrások telepítése már a térbeli kép ismeretében történt. Tükröpusztán az első fúrás eocén mészkő alatt 15 m vastag, jó minőségű bauxitot harántolt.

1.1.1 Barnakőszén-kutatás

*Felső kréta barnakőszén-kutatás**

A Bakony hegység nyugati részén a kőszénkutató geofizikai mérések — szoros együttműködésben a földtani kutatással és fúrásos tevékenységgel — azt a célt szolgálják, hogy az ajkai szénbánya vonzáskörzetében újabb szénmezőt biztosítsanak a kimerülő bányák pótlására. Az előkutatás eredményeként Gyepükaján környékén ismerté vált az „Ajka II” produktív terület, ahol jelentős barnakőszénvagyron vált prognosztizálhatóvá.

A kutatási területen az előkutatási- és felderítő fázis fúrásainak telepítéséhez szeizmikus reflexiós méréseket és multifrekvenciás szondázásokat végeztünk a gravitációs előkészítő mérések eredményeinek figyelembevételével.

* Hoffer E., Nyitrai T., Szörényi Z.

A szeizmikus reflexiós mérésekkel elősorban a triász-jura medencealjzat domborzati viszonyait vizsgáltuk. Fúrásokat az időszakelvényeken kirajzolódó olyan önálló szerkezeti egységekre telepítettünk, amelyeknél a fúrás a medencealjzat feletti földtani rétegsort várhatóan teljes kifejlődésben és nyugodt települési viszonyok között harántolja (Ser-9 szelvényen KF-1 fúrás) (3/a ábra). Itt viszonylag jól reflektáló felületek vannak az Ajkai Formáció (cK_3) mélységében; szelvény mentén követni lehetett az Ugodi Formáció (hK_3) felszínét, és ezáltal meg lehetett határozni a Polányi Formáció (iK_3) kiékelődési helyét a fúrások között. A Polányi Formáció jelenlétére és vízszintes elterjedésére a kaotikus reflexiós képből is következtetni lehetett. A szelvény egyik érdekes eredménye, hogy a K_F-12 és a K_F-8 jelű fúrások között húzódik az a vetőzóna, amely a műrevaló és meddő területeket egymástól elválasztja. A szeizmikus kép alapján még további fúráspontok helyére lehet javaslatot tenni.

A multifrekvenciás szondázásokat a tervezett fúrásponton átmenő — a szeizmikus szelvényre merőleges — szelvények mentén telepítettük, hogy a földtani felépítés térben is vizsgálható legyen. Önálló szelvénytérésekkel elégtettük ki a hirtelen felmerült fúrastelepítés igényeit. A GyeDX szelvényen (3/b ábra) bemutatjuk, hogy néhány ismert fúrás adatainak felhasználásával milyen földtani információk várhatók.

Ezek:

- viszonylag biztonságosan lehetett követni a széntelepes Ajkai Formáció felszínét, valamint az Ajkai Formáción belüli fácies változásokat. Példánkon a szelvény bal oldali részén az egyes MFS görbék kisebb ellenállású (agyagos, márgás), a jobb oldali részén pedig nagyobb ellenállású (homokos) képződményeket jeleztek; ennek megfelelően az erre a szakaszra eső szondázási görbék a függőleges tengelytől balra, ill. jobbra dőlnek;
- a környezeténél nagyobb vezetőképességénél fogva kimutattuk a Sümegi Márga Formáció jelenlétét és kiékelődésének helyét a jura időszaki medencealjzat felett;
- az uralkodóan márgás vagy mészköves összetételű rétegösszletekre utalnak a Polányi Márga Formáció és az Ugodi Mészkő Formációban nyert változó vezetőképesség-adatok, amelyeket a szondázási görbéken a változó irányú dőlések jeleznek. A mészköves fácies uralkodó jelenlétének kimutatása vízvédelmi szempontból is jelentős.

Az „Ajka II.” produktív szénterületen mélyített fúrások adatait, valamint a geofizikai szelvények adatait terepi számítógép központban tároljuk és az újabb adatokkal folyamatosan kiegészítjük. Így a területről a mindenkori igényeknek megfelelő komplex információkkal szolgálhatunk, különböző képződmények vastagság- és mélységtérképe, valamint tetszőleges irányban felvett szelvények formájában. A 4/a ábrán bemutatjuk a preszenon medencealjzat mélységtérképét az 1984. febr. 15-i állapotnak megfelelően, a 4/b ábrán

pedig ennek 3 D ábrázolását. A különböző megjelenítéseket a további fúrásos kutatáshoz, ill. a geofizikai mérések tervezéséhez használjuk.

*Bokod-III-Márkushegy NY geofizikai előkutatása**

A Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából a terület kutatását 1981-ben sűrítő gravitációs mérésekkel kezdtük. A gravitációs mérések eredményeképpen kapott Bouguer- és maradék-anómália térképek alapján (1981. Évi Jelentés 3. ábra), négy szeizmikus reflexiós vonalon (1982), majd 1983-ban egy vonalon MFS módszerrel mértünk (5. ábra). Az eddigi mérések az 1983-ban megkezdődött fúrásos kutatás geofizikai megalapozását jelentik.

A mérések eredményeként a kutatási terület két nagy szerkezeti egységre bontható: a Bokod-II-Márkushegy ÉNy-i előterében levő mélyzónára, és a Dad-Felsődobos közötti kiemelt területrésze. E két területet a gravitációs mérések által jelzett és a jelenlegi reflexiós szelvényeken egyértelműen meghatározott 200–400 m elvetési magasságú, ÉÉK–DDNy irányú fővető választja el egymástól. Ennek a vetőnek azon szakaszait, amelyeket az előkészítő geofizikai mérések meghatároztak, az 5. ábrán jelöltük. Az O–2200 és O–2266 jelű fúrás igazolta, hogy ez a vető — mint általában a geofizikai mérésekkel meghatározott legmarkánsabb vetők — viszonylag fiatal; az eocén kőszénképződés utáni elmozdulás hozta létre.

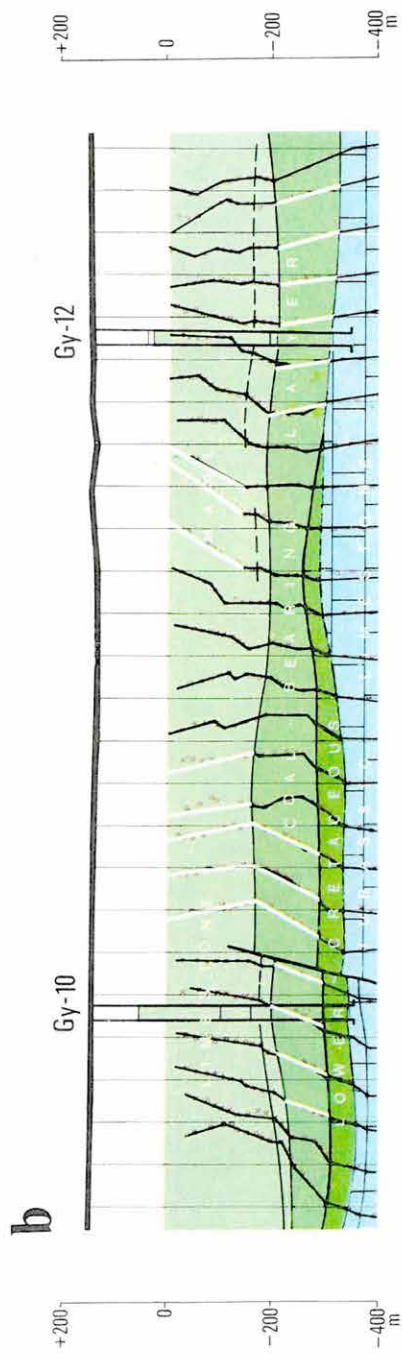
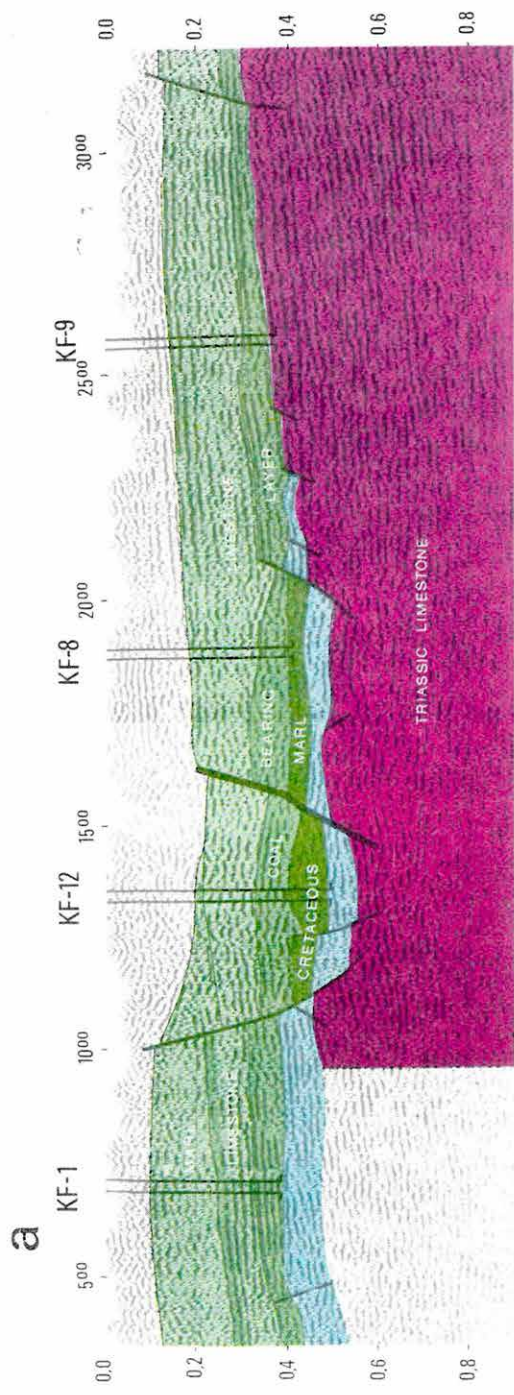
A harmadidőszaki medencealjzat felszínén KDK-ről NyÉNy felé a középső kréta egyre idősebb képződményei jelennek meg, nevezetesen: turriliteses márga, pachiodontás mészkő, munierias agyagmárga.

A kiemelt területbe a gravitációs maradék-anómália térkép (5. ábra) alapján DK-ről ÉNy–DK vergenciájú szerkezeti árkok nyúlnak. Az ezeket az árkokat létrehozó harántvetők pontos elhelyezkedését — a hiányos szelvényhálózat miatt — geofizikai mérések alapján nem tudjuk még meghatározni.

Mint a bemutatott Mer-5/83 szelvényen (6/a ábra) is látható, a kréta és triász időszaki képződményeket az említett fővetőig fiatal és idős vetők harántolják. A fiatal vetők által határolt egyes lépcsők általában nyugodt településűek. Zavartabb kép csak a szelvény 48° környékén alakult ki. Az egységeket fiatal és markáns vetők határolják. Ezen a szelvényen telepítettük az O–2200 mélyfúrást, amely 593–597 m között, nyugodt településben 4 m vastag jó minőségű széntelepet harántolt.

A 6/b ábrán az O–2266 fúrás telepítéséhez végzett MFS méréseket mutatjuk be. Az MFS mérésekkel a kiemelt részen belül egy helyi finomabb szerkezetet határoztunk meg. Ezen belül a levett szárnyra telepített fúrás az eocén széntelepes összletet az O–2200 fúrással egyező kifejlődésben harántolta. A szénrétegek regionális jellegű Ny-i irányú — eredeti településének megfelelő — kiékelődése azonban itt is megfigyelhető. A 230,8 és 233,1 méteres mélység-

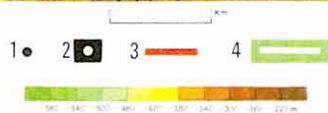
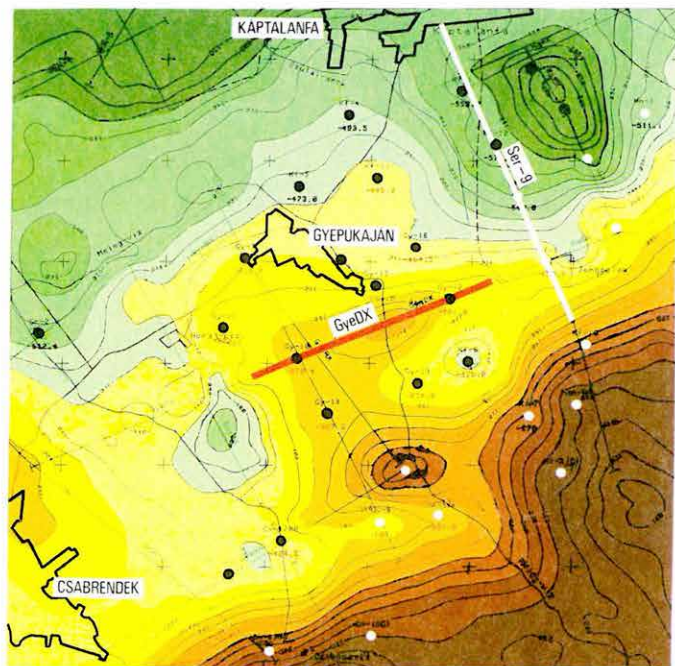
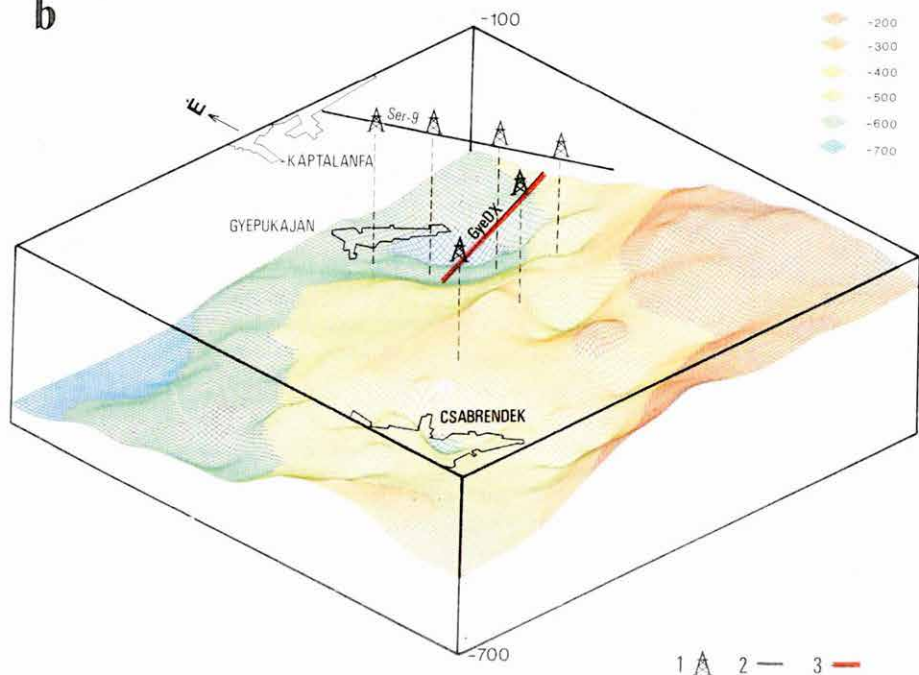
* Bernhard B. (MÁFI), Kovács G., Majkuth T., Rezessy G., Táborszky Gy.



3. ábra. Gyepükaján környékén mért geofizikai szelvények
a) Ser-9 migrált reflexiós időszelvény
b) GyeDX multifrekvenciás elektromágneses szelvény

Fig. 3. Geophysical profiles from the vicinity of Gyepükaján
a) Ser-9 migrated time section
b) GyeDX multifrequency electromagnetic profile

Рис. 3. Геофизические профили из окрестностей Дьепюкаяна
a) временной разрез Ser-9 с миграцией
б) многочастотный электромагнитный профиль GyeDX.

a**b**

4. ábra. A preszenon medencealjzat Gyepükaján környékén

a) Szintvonalas mélységtérkép

1 — produktív fúrás; 2 — meddő fúrás; 3 — MFS vonal; 4 — reflexiós szeizmikus vonal

b) Axonometrikus ábrázolás mélység szerinti színezéssel

1 — mélyfúrás; 2 — reflexiós szeizmikus vonal; 3 — MFS vonal

Fig. 4. Topography of pre-Senonian basement in the vicinity of Gyepükaján

a) Contour map

1 — borehole hitting coal; 2 — barren hole; 3 — MFS line; 4 — reflection seismic line

b) Axonometric view with colouring according to depth

1 — borehole; 2 — reflection seismic line; 3 — MFS line

Рис. 4. Рельеф досенонского фундамента в окрестностях Дьепюкаяна

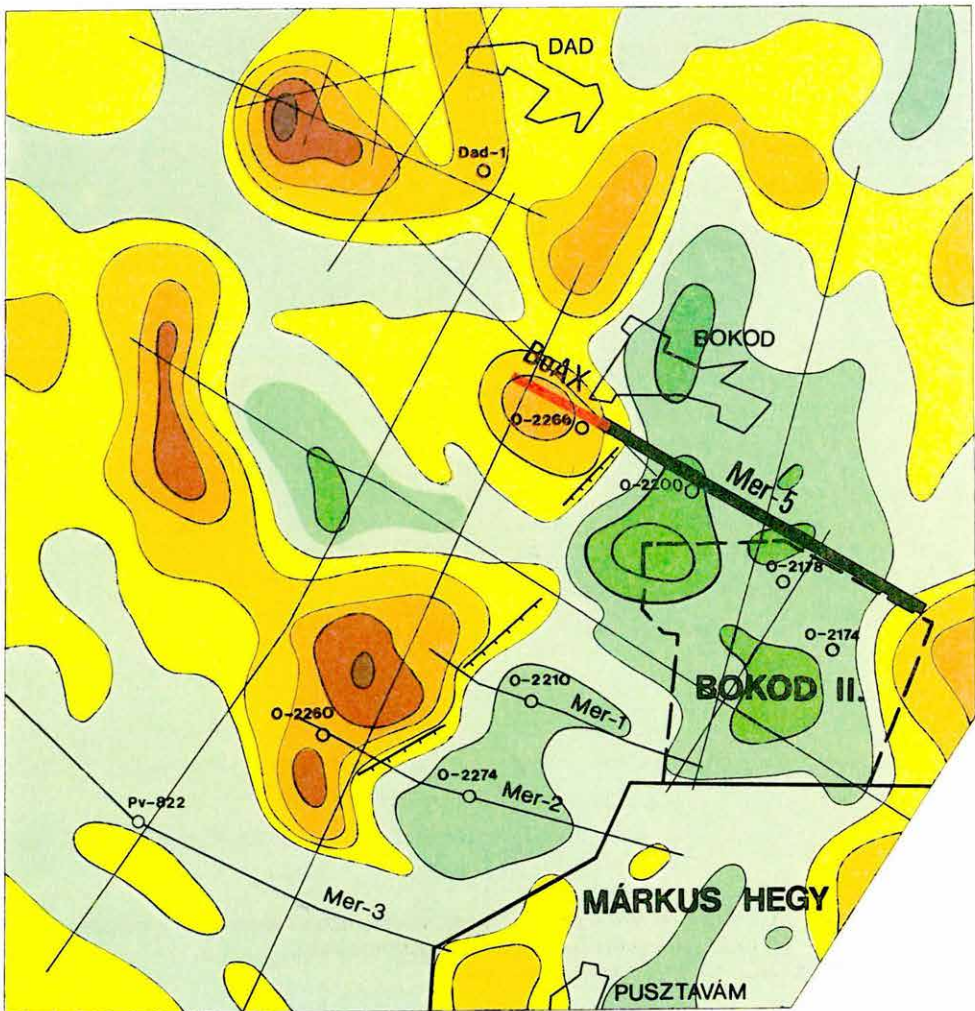
a) карта изолиний

1 — буровая скважина, вскрывшая угли; 2 — пустая скважина; 3 — линия ЭМЧЗ;
4 — линия сейсморазведки МОВ

b) аксонометрический вид с раскраской по глубинам

1 — буровая скважина; 2 — линия сейсморазведки МОВ; 3 — линия ЭМЧЗ

0 1km



1 ——— 2 ———

5. ábra. A Bokod-III kutatási terület gravitációs maradék-anomália térképe az előkészítő geofizikai mérések helyszínrajzával

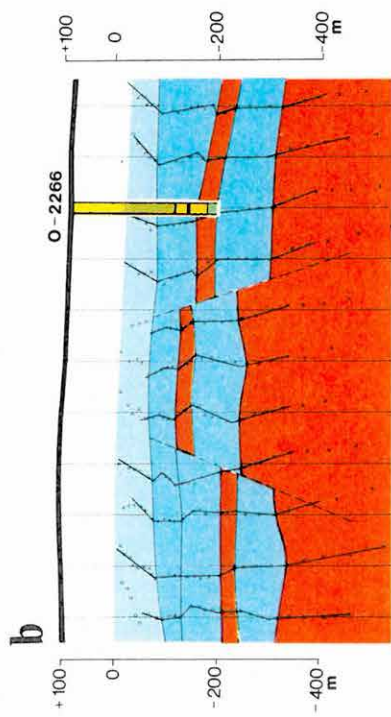
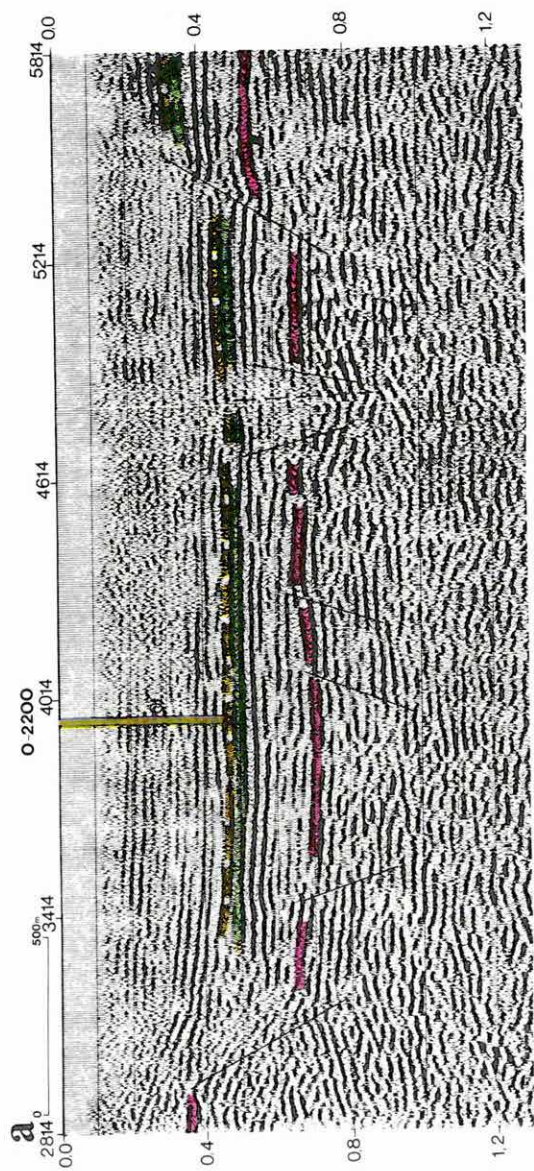
1 — MFS vonal; 2 — szeizmikus reflexiós vonal

Fig. 5. Gravity residual anomaly map of the Bokod-III area with location of regional geophysical surveys

1 — MFS profile; 2 — seismic reflection profile

Рис. 5. Карта остаточных гравитационных аномалий площади Бокод-III с расположением подготовительных геофизических наблюдений

1 — линия ЭМЧЗ; 2 — линия сейсморазведки МОБ



6. ábra. Geofizikai szelvények a Bokod-III kutatási területről

a) Mer-5/83 migrált reflexiós időszelvény

1 — oligocén; 2 — eocén; 3 — felső kréta; 4 — triász

b) BoAX multifrekvenciás elektromágneses szelvény

Fig. 6. Geophysical profiles from the Bokod-III area

a) Mer-5/83 migrated time section

1 — Oligocene; 2 — Eocene; 3 — Upper Cretaceous; 4 — Triassic

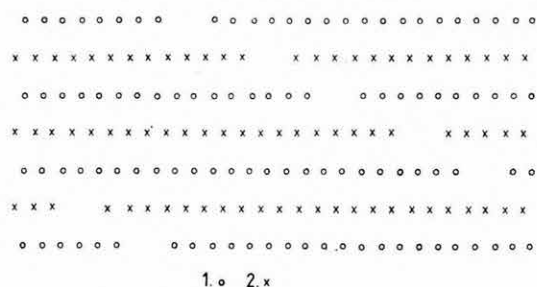
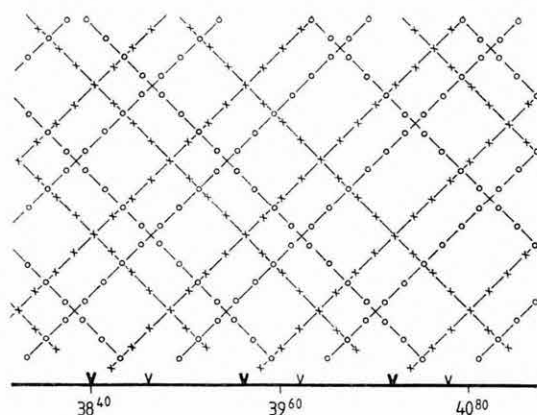
b) BoAX multifrequency electromagnetic profile

Рис. 6. Геофизические профили территории Бокод-III

a) временной разрез Мер-5 с миграцией

1 — олигоцен; 2 — эоцен; 3 — верхний мел; 4 — триас

b) ЭМЧЗ профиль BoAX



7. ábra. A mélységpont-sűrítés lövési vázlata a Mer-5/83 szelvény esetében
 1 — a szabályos rendszerhez tartozó mélységpont; 2 — az eltolt rendszerhez tartozó mélységpont

Fig. 7. Sketch of shotpoints and geophones for condensation of depth points for profile Mer-5/83

1 — depth point of regular shooting system; 2 — depth point of shifted shooting system

Рис. 7. Схема взрывпунктов и сейсмоприемников для сгущения глубинных точек по профилю Мер-5/83

1 — глубинная точка при обычной взрывной системе; 2 — глубинная точка смещенной взрывной системы

közben harántolt szén előzetes adatok szerint 1,3 m vastagságban tartalmaz különösen jó minőségű szénpadot.

A kutatás felbontóképességének növelése céljából a Mer-5/82 reflexiós szelvényen az ún. kétszeres mélységpont besűrítéssel eljárást használtuk (7. ábra). A hazai gyakorlatban eddig csak kísérletképpen alkalmazott eljárás rutinszerű megvalósítása, és feltehetően az elkövetkezőekben való rendszeres alkalmazása szükségessé teszi az eljárás rövid lényegi ismertetését:

— a robbanópontok egyenlőtlen, de szisztematikus elhelyezése (a mérés során alkalmazott elrendezésben minden második robbanópont fél geo-

fonbázis-középpontnyi távolsággal történő eltolása) lehetővé teszi, hogy a mélységpontok sűrűsége a duplájára növekedjék;

- az alkalmazott eljárás maga után vonja, hogy így a fedésszám a felére csökken, de nem megfelelő minőségű mérési anyag esetén továbbra is fennáll annak a lehetősége hogy visszatérjünk az eredeti fedésszámról és mélységpontokhoz;
- megfelelő mérési anyag esetén a terítési munkák a korábban alkalmazott észlelési rendszerekhez képest a felére csökkennek.

A mérések eredményeit 12-szeres fedésű, 12 m mélységpontközű megjelenítés helyett 6-szoros fedésű, 6 m mélységpontközű megjelenítésben sikerült megadni, ezáltal a reális méretarányt 1:10 000-ről 1:5000-re növeltük.

1.1.2 Bauxitprognosztika

*A Gerecse hegység DK-i előtere**

A Gerecse hegység DK-i előterének részterületein az elmúlt évtizedekben főként az eocén program keretében folyt földtani, geofizikai és fúrásos kutatás. Ez az ismert nagyegyházi és csordakúti bauxitelfordulásokon kívül is jelezte a terület bauxitperspektívitását. Ezért a Magyar Állami Földtani Intézet és a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet programot készített a terület módszeres és átfogó bauxitföldtani előkutatására. Ebben összefoglaltuk a korábbi vizsgálatok eredményeit, az ezek során szerzett földtani és geofizikai ismereteket és tapasztalatokat.

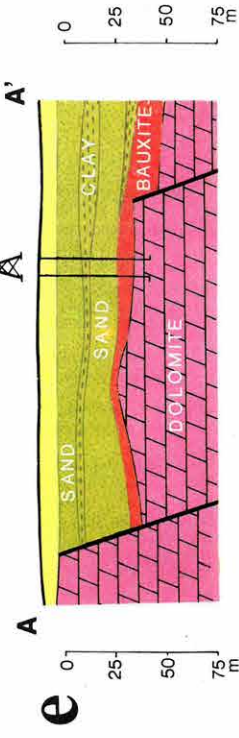
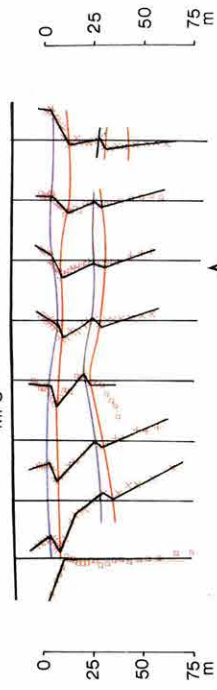
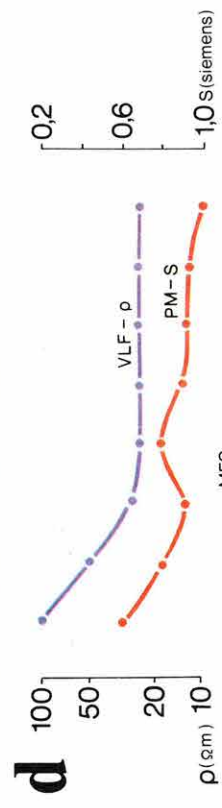
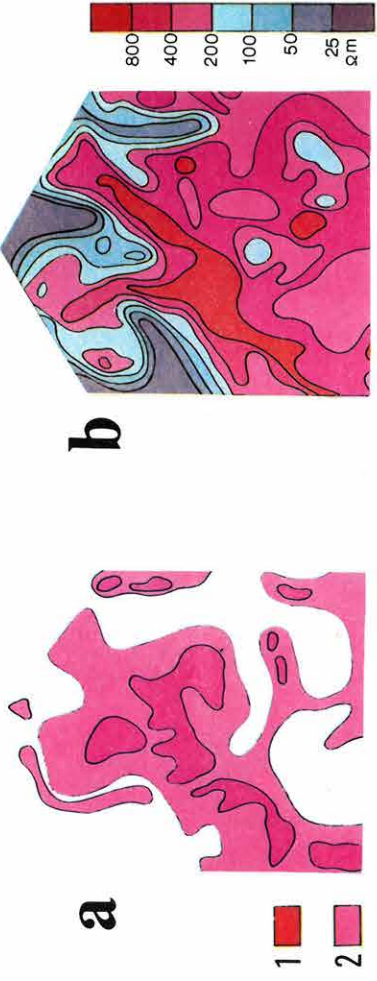
Az előkutatási programban hosszú távra megadtuk az egyes részterületek kutatásának sorrendjét, várható költségét és azokat a módszertani irányelveket, amelyek alapján a kutatás elkezdhető.

1983-ban a somlyóvári és tükröpusztai terület bauxitföldtani előkutatása fejeződött be.

A) Somlyóvár

A kutatási terület a Tornyói- és Tükröpusztai-medence között a csordakúti bauxit-köszén lelőhelytől É-ra található, teljes területe ~ 16 km². Az ELGI 1975-ben és 1982-ben végzett geofizikai méréseket a terület néhány kisebb részén. 1983-ban a Magyar Alumíniumipari Tröszt és a Bauxitkutató Vállalat kérésére a MÁFI-ELGI meggyorsította és befejezte a terület előkutatását. A geofizikai méréseket a MÁFI földtani előkészítése után terveztük meg és kezdtük el.

* Csathó B., Farkas I., Mészáros I.



8. ábra. A Gerecse hegység DK-i előtere — Somlyóvár
a) A triász időszaki medencealjzat kibúvástérképe

1 — triász dolomit kibúvás; 2 — triász dolomit törmelék
b) VLF látszólagos fajlagos ellenállás térkép
c) A triász időszaki medencealjzat mélységtérképe

1 — I-II. osztályú bauxitot harántolt fúrás; 2 — III-IV. osztályú bauxitot harántolt fúrás;
3 — nem ipari bauxitot harántolt fúrás; 4 — bauxit indikációs fúrás; 5 — meddő fúrás; 6 —
az előkutatás során mélyített fúrás; 7 — ipari értékű bauxitlencse; 8 — Maxi-Probe elektro-
mágneses szelvény

d) Komplex geofizikai szelvény
e) Földtani értelmezés

Fig. 8. South-eastern foreland of the Gerecse hills—Somlyóvár

a) Outcrop map of Triassic basin floor

1 — Triassic dolomite outcrop; 2 — detritus of Triassic dolomite

b) VLF apparent resistivity map

c) Contour map of Triassic basin floor

1 — borehole hitting bauxite of I-II class; 2 — borehole hitting bauxite of III-IV class;
3 — borehole hitting bauxite of no economic value; 4 — borehole with bauxite indication;
5 — barren hole; 6 — borehole drilled in the course of reconnaissance survey; 7 — bauxite
body of industrial value; 8 — Maxi-Probe electromagnetic profile

d) Integrated geophysical profile

e) Geological interpretation

Рис. 8. Юговосточные предгорья массива Герече—Шомьёвар

a) Карта выходов триасового фундамента впадин

1 — выходы триасовых доломитов; 2 — обломки триасовых доломитов

b) Карта кажущихся сопротивлений по СДВР

c) Карта изолиний глубин залегания триасового фундамента

1 — буровые скважины, вскрывшие бокситы I-II классов; 2 — буровые скважины, вскры-
вшие бокситы III-IV классов; 3 — скважины, вскрывшие непромышленные бокситы;
4 — скважины с проявлениями бокситов; 5 — пустые скважины; 6 — поисковые сква-
жины; 7 — промышленные бокситы; 8 — электромагнитный профиль Макси-проб;

d) Комплексный геофизический профиль

e) Геологическая интерпретация

Az előkutató geofizikai mérések célja a következő volt:

- a triász időszi dolomit-aljzat felszínközeli (< 10 m) települési helyeinek lehatárolása, s ezáltal kizárása a további kutatásból;
- a fiatal üledékekkel fedett kisebb zárt süllyedések kimutatása;
- ezek belső felépítésének közelítő leképezése és a mélységviszonyok meghatározása;
- a perspektivikus területeken a fedő rétegsor vertikális tagolása.

A triász időszi medencealjzat felszínközeli kibúvárait VLF mérések segítségével határoztuk le. Példaként bemutatjuk a 8/a és 8/b ábrán az egyik terület rész földtani térképét és VLF látszólagos fajlagos ellenállás térképét. A két térkép együttes értelmezésével a triász időszi medencealjzat felszínközeli helyeit kijelölhettük (8/c ábra, barna színű területrészt). Azokon a területeken, ahol a medencealjzat nagyobb mélységben (> 20 m) található, a VLF módszer behatolási mélysége a kis fedőellenállás miatt nem elegendő. Ezért itt potenciáltérképezést (PM) és ennek alapján optimálisan tervezett elektromágneses frekvenciaszondázásokat (MFS) telepítettünk.

A 8/d ábrán látható a VLF, PM és elektromágneses frekvenciaszondázás (MFS) eredménye. Ezek együttes értelmezésének segítségével telepítettük azt az előkutató fúrást, amely ipari bauxitot harántolt. A térképező módszerekkel a bauxitot tartalmazó medencealjzat-bemélyedés felismerhető volt, az elektromágneses frekvenciaszondázásokkal pedig a rétegzettséget és a mélységviszonyokat tudtuk meghatározni.

A 8/e ábrán látható földtani értelmezésnél két eltérő korú vető helyét határoztuk meg. A bal oldali egy fiatal vető lehet, amely kiemelt helyzetbe hozta a bauxitot és fedő képződményeit, emiatt ezek lepusztultak. A jobb oldalon látható vető idősebb, hisz az oligocénen belül látható rétegekben nem követhető.

Az előkutatás során a MÁFI és az ELGI 11 fúrást telepített a D-i területre, s ezek alapján vált ismertté az I. és II. bauxitlencse. Az előkutatás lezárása után, 1983. III. negyedévében megkezdődött a felderítő fázisú földtani kutatás, amelyet a Bauxitkutató Vállalattal együttműködve végeztünk. Ennek során újabb két bauxitlencsét találtunk (III. és IV. lencse). A felderítő fázisú kutatás 1984-ben tovább folytatódik.

B) Tükröspuszta

A terület előkutatását a Magyar Állami Földtani Intézettel (MÁFI) együttműködve 1982-ben kezdtük el, s az azévi eredményeket az ELGI 1982. Évi Jelentése (23. oldal) ismerteti. Az 1982. évi geofizikai mérések a bauxit előkutatás első ütemét jelentették, az előkutatás második ütemére és a felderítő fázis első ütemére 1983-ban került sor.

A tükröspusztai terület kutatására egy speciális módszertani változatot kellett kialakítanunk, mert az itt található bauxittestek a hegy lábánál levő előtársülledéket és a medencét elválasztó gáton helyezkednek el. A földtani-geofizikai modell, valamint a területről kialakított bauxitgenetikai elképzelések szerint itt nem várhatók nagy kiterjedésű bauxitlencsék. A terület rétegsora a bauxitképződés előtt és után is többször mozgott, s így a képződött bauxit esetlegesen lepusztulhatott, áthalmazódhatott, csak az eróziótól védett helyeken maradhatott meg.

A geofizikai adatok értelmezésénél a legnagyobb problémát a földtani modell horizontális inhomogenitása és a hasonló fajlagos ellenállású rétegek horizontális és vertikális elkülönítése jelentette. Ezért a feladat megoldásánál főként a legnagyobb felbontóképességű elektromágneses frekvenciaszondázást (MFS) alkalmaztuk.

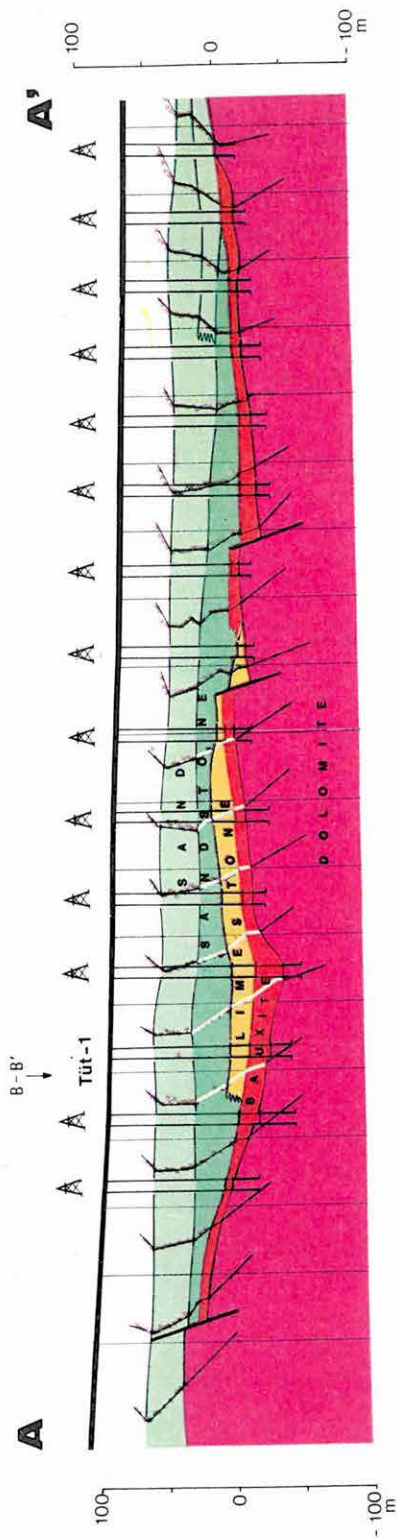
A térképező geofizikai mérések (gravitáció, potenciáltérképezés) eredményeit tektonikai szempontból értelmeztük, s megkerestük a bauxit keletkezésében szerepet játszó E-D , illetve K-Ny-i vetőket, amelyeket a fiatal ENy-DK-i vetők többnyire elmostak.

A kiválasztott területen elektromágneses frekvenciaszondázási szelvényt mértünk, majd ennek kedvező helyén egy, az előzőre merőleges irányú szelvény lemérésére is sor került, hogy a földtani képződmények térbeli elhelyezkedéséről is információt nyerjünk.

A szelvények és fúrások telepítéséhez közös földtani-geofizikai értelmezést végeztünk az együttműködő földtani intézményekkel.

Példaként bemutatjuk egy fúrás telepítését. A gravitációs maradékanomália- és a potenciáltérképezés (lásd ELGI 1982. Évi Jelentés 8. ábra b, c) a Tü-9 fúrástól EENy-ra a medencealjzat bemélyedésére hívta fel a figyelmet. A 9. ábrán látható A-A' elektromágneses frekvenciaszondázási szelvénynek a bal oldalán egy nagy ellenállású képződménnyel fedett medencealjzat bemélyedést találtunk, amelyről feltételeztük, hogy esetleg eocénnal fedett bauxittároló. A 10/a ábrán a merőleges irányú B-B' szelvény látható, amelyre a Tüt-1 fúrást telepítettük, és amely az eocén mészkő alatt 15 méter vastag, jó minőségű bauxitot harántolt.

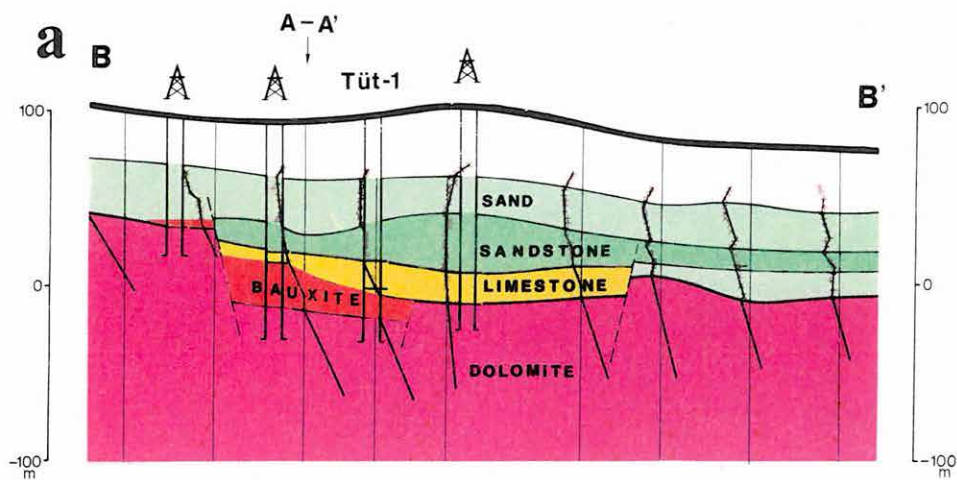
A biztató eredmények láttán a Bauxitkutató Vállalat még 1983-ban megindította a terület felderítő fázisú kutatását. Ennek első lépéseként egy hat szelvényből álló elektromágneses frekvenciaszondázási hálózatot mértünk, hogy a várhatóan hosszan elnyúlt, de keskeny bauxitlencsének a tengelyét meghatározzuk, s a felderítő fázis első fúrásait ide telepítsük. Az elektromágneses szelvényeket a Kutatási Információs Rendszerrel (KIR) feldolgoztuk és a számítógép tengerszintre számolt mélységtérképet szerkesztett (10/b ábra). Ennek alapján a bauxitlencse várható hossz tengelyében és helyenként erre merőlegesen a Bauxitkutató Vállalat fúrásokat mélyített, s így feltárta a bauxitlencsét. A fúrások igazolták az elektromágneses frekvenciaszondázások ered-



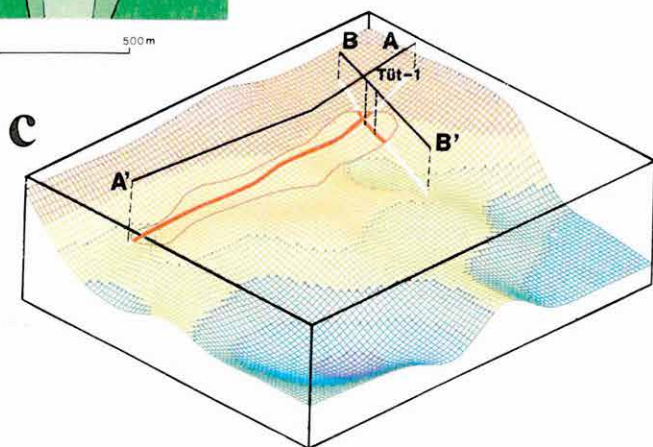
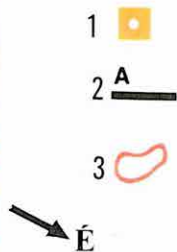
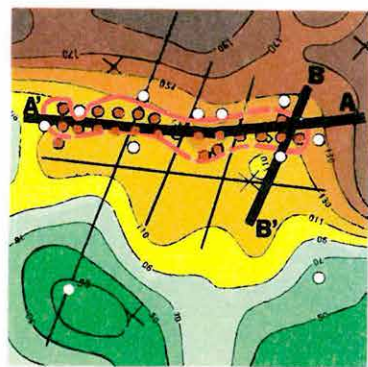
9. ábra. A Gereese hegység DK-i előtere — Tükröspuszta. A-A' elektromágneses frekvenciaszondázási szelvény

Fig. 9. South-eastern foreland of the Gereese hills — Tükröspuszta A-A' electromagnetic profile

Рис. 9. Юговосточные предгорья массива Герече—Тюкрёшуста. Электромагнитный профиль А-А'



b



10. ábra. A Gerecse hegység DK-i előtere — Tükröspuszta

- a) B-B' elektromágneses frekvenciaszondázási szelvény
- b) A triász időszaki medencealjzat tengerszintre vonatkozó mélység-térképe (számítógépes szerkesztés)

1 — meddő fúrás; 2 — Maxi-Probe elektromágneses szelvény; 3 — bauxitlencse
c) A triász időszaki medencealjzat axonometrikus képe

Fig. 10. South-eastern foreland of the Gerecse hills — Tükröspuszta

- a) B-B' electromagnetic profile
- b) Computer plotted contour map of Triassic basement (below sea level)

1 — barren hole; 2 — Maxi-Probe electromagnetic profile; 3 — bauxite lens
c) Axonometric view of Triassic basement

Рис. 10. Югосвосточные предгорья массива Герече—Тюкрешпушта

- a) электромагнитный профиль В-В'
- b) вычерченная на ЭВМ карта изолиний глубин залегания триасового фундамента (под уровнем моря)

1 — пустая скважина; 2 — электромагнитный профиль Макси-проб; 3 — линза бокситов
c) аксонометрический вид триасового фундамента

ményét, amely szerint itt egy hosszan elnyúlt lencse található. A térbeli kép ismerete is feltétlenül szükséges volt az optimális fúrásrendszer kialakításához. A 10/c ábrán a bauxitlencse térbeli helyzete látható.

Fentiekén kívül 1983-ban a MÁFI-val egyeztetve összesen öt előkutató fúrást telepítettünk a tükröspusztai területen, amelyből kettő ipari bauxitot, egy fúrás bauxitindikációt harántolt, és két fúrás meddő volt.

*A Keszthelyi-hegység ÉNy-i előtere**

Az 1981-ben MÁFI-ELGI együttműködéssel készült „A Dunántúli-középhegység DNy-i részének bauxitprognózisa és javaslat az előkutatás első fázisára” c. tanulmány földtani analógia alapján előkutatásra érdemes területként jelölte ki a Keszthelyi-hegység Ny-i előterét és Zalaudvarnok környékét, mint a középhegységi irányok alapján a halimbai és a csabrendeknyirádi nyirádi terület csapásirányú folytatását.

Az előkutatás 1981-ben kezdődött a terület sűrítő jellegű gravitációs felmérésével. A mérések célja a terület mélységviszonyainak és tektonikájának közelítő megismerése volt. A gravitációs mérések eredménye (maradék-anómália térkép, 11/a ábra) alapján a zalaszentlászlói és a kehidai maximum területe került a kutatás előterébe a medencealjzat várhatóan kedvező mélysége (~2–300 m) alapján.

A két kiemelt aljzatú terület geofizikai kutatására — a helyi adottságok függvényében (topográfia, lazareteg vastagsága, beépítettség stb.) — szeizmikus reflexiós-refrakciós méréseket és szelvénymenti elektromágneses frekvenciaszondázásokat (MFS) végeztünk. A szeizmikus refrakciós és reflexiós mérések főként a triász medencealjzat domborzatára és szerkezeti felépítésére adtak adatot. Az elektromágneses szondázások (MFS) pedig inkább a fedőösszlet tagolásában játszottak fontos szerepet. A 11/b ábrán látható MFS szelvény segítségével határoztuk meg a zalaszentlászlói magasrögöt határoló vető helyét és a felvetett, illetve levetett rész rétegeit.

A fúrásos kutatás a geofizikai előkészítés után 1982-ben a zalaszentlászlói fúrás mélyítésével kezdődött meg. E területet a csabrendeki terület csapásirányú folytatásának tartva, a triász-szenon, illetve az Ugodi Mészkö-neogén bauxitföldtani területen eddig ismeretlen, medence belsejei szenon képződményeket (Jákói Márga, Ajkai Formáció) tárt fel, így felvetődött az a gondolat is, hogy az Ajkai-medencével megfeleltethető medencerésszel állunk szemben. Az itt megismert kifejlődés alapján a kutatást kiterjesztettük a két kutatási terület között húzódó gyülevézi gravitációs minimum területére is. Gravitációs modellszámítások alapján feltételezhető volt, hogy a minimumot nemcsak a nagy sűrűségű aljzat mélybe zökkenése, hanem a fedőrétegek márgás össze-

* Szörényi Z.

tétele is okozta. Ezt az elképzelést igazolta a Zalaszentlászló-3 fúrás, amely jelentős vastagságban harántolta a Jákói Marga Formációt a redukált vastagságú Ajkai Formáció fölött.

A geofizikai mérések és a fúrások eredményeképpen tisztázódott e terület rész földtani felépítése. A felső kréta képződmények fekküjt felső triász kőzetek képezik, elsősorban a Kösszeni Formáció és a Fődolomit Formáció. A szenon képződmények a déli részen medencebelsejei kifejlődésűek, a megismert rétegsorok összevetéséből viszonylag meredek egykori É-i partvonal valószínűsíthető. E ténnyel összhangban áll, hogy az É-i részen uralkodóan Ugodi Mész-kő ismert, mely csaknem közvetlenül az alaphegységre települ.

Mindezek alapján véleményünk (MÁFI-ELGI) szerint e terület nem a csabrendeki, hanem az attól mélyzónával elválasztott ukki terület egy ÉNy-DK-i irányú, 7-8 km-es horizontális elmozdulás hatására délebbre került folytatása. Ezek alapján a területen az előkutatás első fázisát lezártuk.

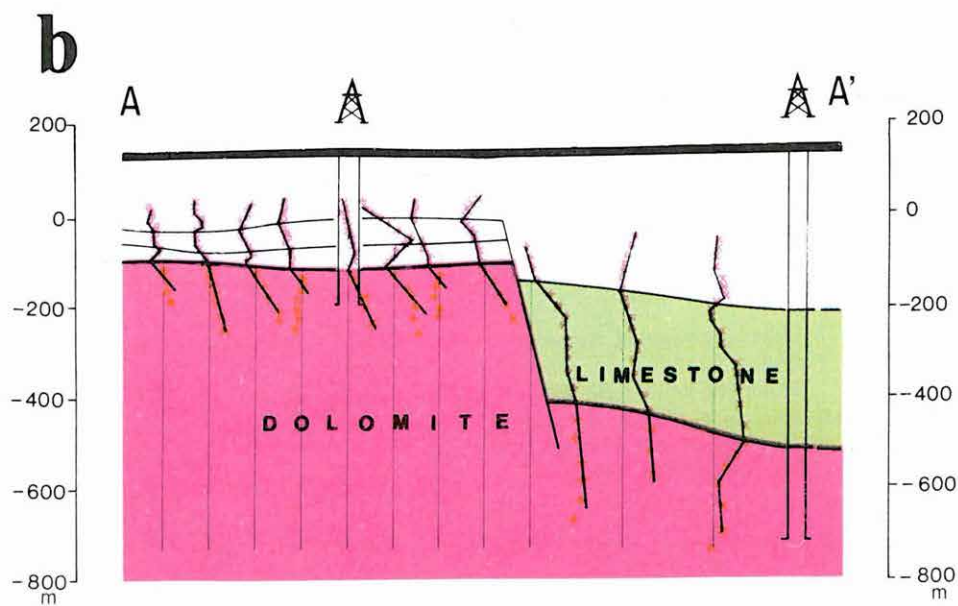
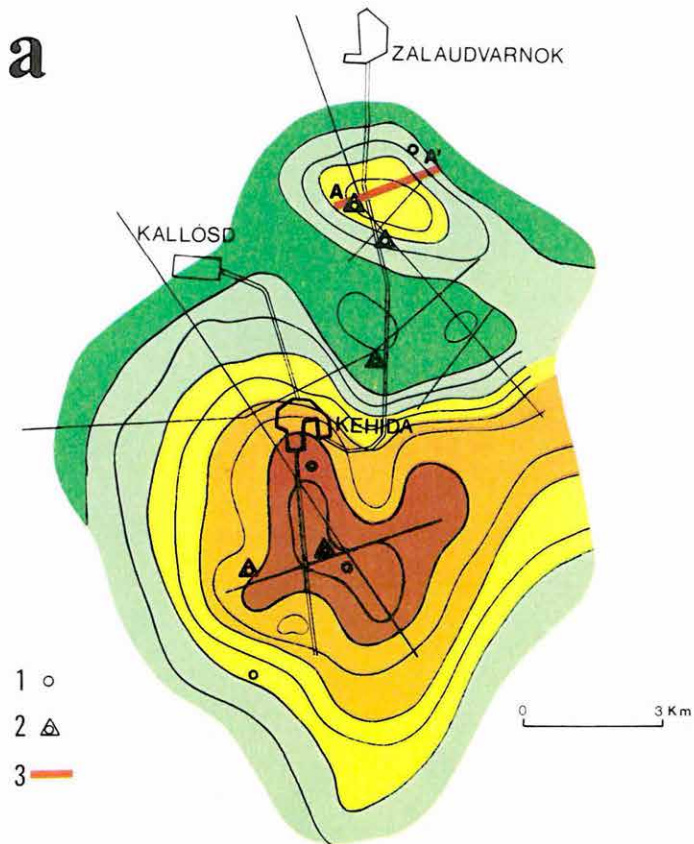
A kehidai magasrög területét a neogénnel fedett triász és az esetleg denudációs roncsokban megmaradt szenon, illetve eocén fekkü-fedő kombinációkat tartottuk reményteljesnek. A gravitációs mérések eredménye alapján telepített szeizmikus és elektromágneses szelvényekkel sikerült lehatárolni a kiemelt magasrögöt. A mérések alapján telepített fúrások egyértelművé tették, hogy e területrészen a pliocén elején erős denudáció ment végbe, és a fődolomit csaknem vízszintes felszínére durva törmelékes kőzetekkel kezdődő pannóniai üledékek települnek. Ezek alapján a kiemelt terület további kutatását nem tartjuk indokoltnak.

*Bauxitkutatás Iharkúttól K-re**

A Dunántúli-középhegységben a következő évtizedekben több ezer négyzetkilométernyi olyan, bauxitra perspektivikus terület vár megkutatásra, ahol a bauxitfekü kibúvásban, vagy felszínközelen van. Felszínközelen még a kis kiterjedésű telepeket, teleproncsokat (a kréta időszak víznyelők, töbrök gyökérszónájának kitöltéseit) is érdemes felkutatni, hiszen néha ezek a bauxittestek nagy vastagságúak és könnyen kitermelhetők. Ilyen célra a hálózatos VLF ellenállás-térképezést alkalmazzuk fő módszerként (lásd pl. Évi Jelentés, 1979, p. 17).

A felszínközeli bauxittestek kutatásának egyik követelménye a gazdaságosság. A várhatólag kis bauxittestek miatt sűrű (25×25 m-es) hálózatban kellene mérni ott is, ahol csak a kutatás lezárásakor derül ki, hogy a terület meddő. Ez a kérdés eddig nem került előtérbe, mert a VLF térképezést egy-egy ismert előfordulás területi kiterjesztésére használtuk fel. Nagy, lényegében ismeretlen perspektivitású (de meddővé nem nyilvánítható) területek bauxitkutatásának

* Bodri Gy., Kakas K.



11. ábra. A Keszthelyi-hegység ÉNy-i előtere — Kehida-Zalaudvarnok

a) Gravitációs maradék-anomália térkép

1 — fúrás a kutatás megkezdése előtt; 2 — az előkutatás során telepített fúrás; 3 — Maxi-Probe elektromágneses szelvény

b) A-A' elektromágneses frekvenciaszondázási szelvény

Fig. 11. North-western foreland of the Keszthely hills — Kehida-Zalaudvarnok

a) Gravity residual anomaly map

1 — drilling before the geophysical survey; 2 — drilling located during the reconnaissance survey; 3 — Maxi-Probe electromagnetic profile

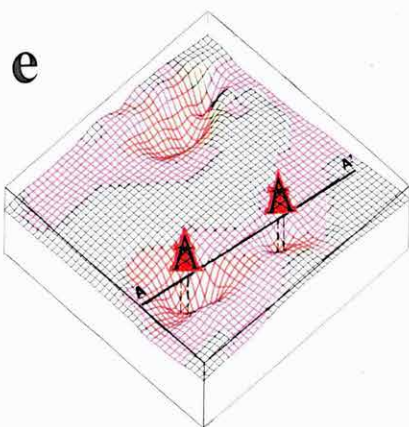
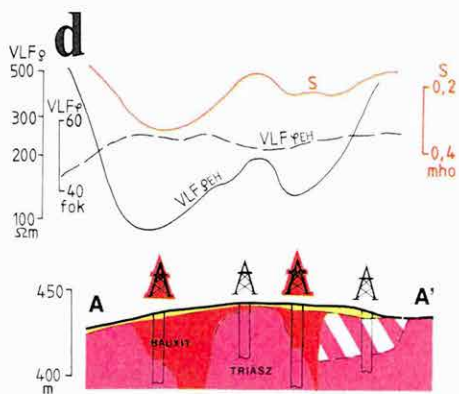
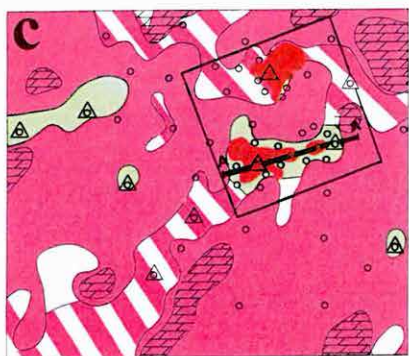
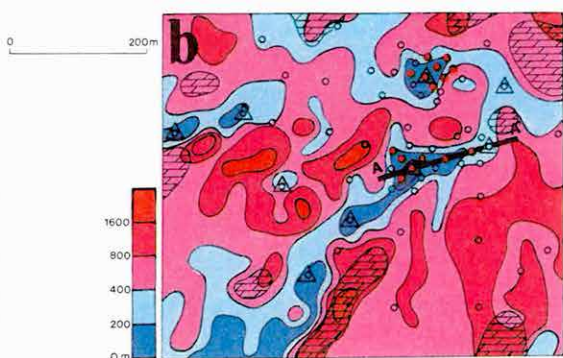
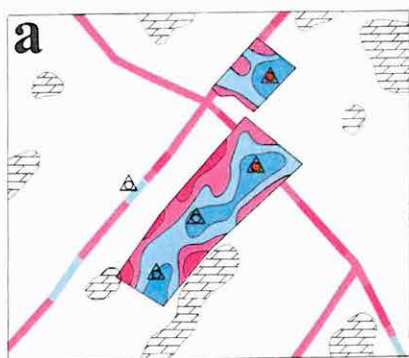
b) A-A' electromagnetic profile

Рис. 11. Северозападные предгорья Кестхейского массива—Кехида-Залаудварнок

a) карта остаточных гравитационных аномалий

1 — скважины, пробуренные до геофизических работ; 2 — поисковые скважины; 3 — электромагнитный профиль Макси-проб

b) ЭМЧЗ профиль А-А'



- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | | 6 | |
| 2 | | 7 | |
| 3 | | 8 | |
| 4 | | 9 | |
| 5 | | 10 | |

12. ábra. Bauxitkutatás Iharkúttól K-re

- Szelvénymenti VLF mérések
- VLF ellenállástérkép a területi felmérés után részletező fúrásokkal
- Értelmezés a fúrások mélyítése után
- A-A' földtani-geofizikai szelvény
- A dolomit fekvő axonometrikus képe a bauxittelek körzetében

1 — dolomitkibúvás a felszíni földtani térképezés szerint; 2 — VLF szelvény. Geofizikai mérések alapján javasolt fúrások: 3 — meddő, 4 — produktív; 5 — A-A' földtani szelvény nyomvonala; 6 — dolomit felszínközelen; 7 — kis ellenállású, fellazult dolomitösszet; 8 — bauxitlep; 9 — reménybeli terület; 10 — az axonometrikus ábrázolás határa

Fig. 12. Bauxite exploration east of Iharkút

- VLF survey along lines
- Resistivity map from VLF network with boreholes of the detailed phase
- Interpretation after completion of the drilling programme
- A-A' geological-geophysical profile
- Axonometric view of Triassic dolomite basement

1 — dolomite outcrop according to geological mapping; 2 — VLF profile. Proposed boreholes as a result of the geophysical survey: 3 — barren, 4 — hitting bauxite; 5 — A-A' geological profile; 6 — dolomite in the near-surface; 7 — low resistivity, weathered dolomite; 8 — bauxite deposit; 9 — prospective area; 10 — limits of axonometric representation

Рис. 12. Разведка бокситов на востоке от Ихаркута

- СДРВ в профильном варианте
- Карта сопротивлений, составленная по результатам СДРВ в площадном варианте, а буровыми скважинами детальной разведки
- Интерпретация после окончания буровых работ
- Геолого-геофизический профиль А-А'
- Аксонметрический вид фундамента, сложенного триасовыми доломитами

1 — выходы доломитов, по данным геолого-съёмочных работ; 2 — профиль СДРВ; скважины, заданные по результатам геофизических работ: 3 — пустые, 4 — вскрывшие бокситы; 5 — след геологического профиля А-А'; 6 — доломиты в близповерхностном залегании; 7 — выветрелые доломиты низкого сопротивления; 8 — бокситы; 9 — перспективный участок; 10 — контуры аксонметрического изображения

geofizikai előkutatását ezért célszerűnek látszik két lépésre bontani. Az első lépésben *szelvény menti* VLF méréseket telepítünk, esetenként PM szelvényezéssel, vagy sekélyszondázással kiegészítve. Ha a földtani és a geomorfológiai térképezés eredményeinek körültekintő alkalmazásával a szelvényeket sikerül úgy telepíteni, hogy ezek VLF (esetleg PM) „ellenállás-minimumokat” (tehát aljzatbemélyedéseket) találjanak, az első lépésben csak ezeknek a „minimumoknak” a környékén bővítjük ki a szelvény menti méréseket területi (hálózatos) felmérésre. Ily módon egyrészt viszonylag kis költséggel képet kapunk arról, hogy mekkora és milyen valószínűségű aljzatbemélyedéseket (tehát reménybeli bauxittároló szerkezetet) várhatunk az egész területen, másrészt az aljzatbemélyedésekre telepítve az előkutató fúrásokat, képet kapunk a terület bauxitperspektívásáról is. Amennyiben az előkutató fúrások közül valamelyik eredményes, a geofizikai *előkutatás második lépésében* az érdekes területrész hálózatos felmérésére kerül sor.

1983-ban Fenyőfőttől D-re (Porva-É) és Iharkúttól K-re (Pápavár–Gáthegy) végeztünk ilyen jellegű méréseket. Példaként az iharkúti bauxitelőfordulástól ÉK-re levő Királykút-I és -II bauxittelep körzetének kutatását mutatjuk be (a terület az 1979. Évi Jelentés 6. ábráján látható, akkor még megkutatatlan fehér foltként jelölve). Mivel a terület letarolt dolomitfelszín, kis valószínűsége volt annak, hogy rajta műrevaló bauxittestek maradjanak meg. A felszíni földtani térképezésből kiindulva, néhány VLF szelvényt telepítettünk (*12/a ábra*), és ahol ezek ellenállás-minimumokat találtak, ott a minimumok lezárásáig bővítettük a méréseket. Az ezután telepített fúrások (több meddő aljzatbemélyedés mellett) két bauxittelepet tártak fel. Így az egész terület bauxitperspektívája megnőtt, hiszen bebizonyosodott, hogy a letarolás nem terjedt ki a bauxittal kitöltött karsztos formaelemek mélyzónájára („gyökerére”).

Fentiek eredményeképpen indokolt volt a kutatás következő ütemében az érdekes terület felmérése. A 25×25 m-es hálózatban mért VLF ellenállástérkép (*12/b ábra*) és az ezt kiegészítő néhány más mérés alapján javaslatot tettünk lényegében az összes aljzatbemélyedésnek értelmezett VLF minimum területének kutatófúrással való feltárására. Ezzel párhuzamosan megkezdtük a két bauxittelep lehatárolását is, elsősorban 12×12 m-es hálózatos potenciáltérképezéssel. A bauxit–dolomit határ meghatározására az adott lehetőséget, hogy a bauxittest fala szinte függőleges határfelület, így meglehetősen pontosan térképezhető; szükségességét pedig az adta, hogy egy ilyen kis bauxittest szabálytalan felszíni határát csak fúrásokkal megkutatni költséges lenne.

A fúrások és a mérések végső értelmezésekor (*12/c ábra*) elkülönítettük azokat a (meddő) területrészeket, ahol a dolomit felszínközelségben van, a fúrásokkal meddőnek talált „üres” aljzatbemélyedéseket és a bauxittelepeket (a mérésből és fúrásból együttesen szerkesztve). Egy jellemző szelvényt a *12/d* rajzon mutatunk be. Az értelmezés nehézsége (és a felszínközeli bauxittestek kutatásának másik problémája a gazdaságosság mellett) az volt, hogy a dolomitfeküben

zúzott, agyagosodott, tehát kisellenállású zónákat találtunk (ez a letarolódással valószínűleg együttjárt), amelyek geofizikai mérésekkel csak igen nehezen különböztethetők meg a hasonló alakú és nagyságú bauxittestektől. A szelvény K-i végén ilyen kisellenállású aljzatzónát látunk, a fúrás töredezett dolomitot harántolt. Ezeket a zónákat is jelöltük az értelmezési térképen, de biztos elkülönítésüket csak a fúrások tették lehetővé. Az értelmezési térkép egy részletét axonometrikus ábrázolásban a 12/e rajzon látjuk. A triász fekü mélységén kívül színezéssel ábrázoltuk a bauxittal fedett területeket (piros), a dolomit „kibúvásait” (lila) és a lösszel–dolomittörmelékkel fedett területeket (fekete).

A szelvénymenti mérések (a szelvénytelepítés szubjektivitásából következően) mindig kockázatot jelentenek, de jelenleg csak így biztosítható nagy területek gyors felmérése viszonylag kis költséggel.

A Kisalföld regionális komplex kutatása 1982-ben megkezdődött. A KFH által kezdeményezett és 1983-ban jóváhagyott program szervezője és irányítója a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), amely a korábbi években közösen végzett előkészítő munka eredményeként a geofizikai kutatásokkal a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetet (ELGI) bízta meg.

A geofizikai vizsgálatok általános célja: az ország e jelentős tájegységéről egységes szempontú, komplex vizsgálatokra alapozott geofizikai térképsorozat és értékelés elkészítésével a régió földtani ismeretességének olyan szintre emelése, hogy a gazdasági életnek a földtannal szemben támasztott igényei kielégíthetők legyenek. A kutatás eredményeit elősorban a mezőgazdaság, a környezetvédelem, a mérnöki tervezés, a vízgazdálkodás, a termálvíz kutatás fogja hasznosítani, de kedvező feltételeket teremt a térség szénhidrogén-, széndioxid- és egyéb nyersanyagprognózisainak elkészítéséhez s ezek további kutatásának tervezéséhez is.

A program végrehajtása során az alábbi geofizikai módszereket alkalmazzuk:

- sekélymélységű (~15 m) mérnökgeofizikai vizsgálatokat a földtani térképezés kiegészítésére;
- középmélységű (~500 m) geoelektromos méréseket a pleisztocén és felső pannóniai képződmények vizsgálatára;
- tellurikus, majd a későbbiekben magnetotellurikus és szeizmikus méréseket a mélyszerkezet kutatására.

A mintegy 10 750 km² kiterjedésű terület 6 évre tervezett geofizikai kutatási ütemezése szerint a munka évenként 1–1,5 db M=1:100 000 méretarányú térképlapnyi tereülttel halad előre az alábbi rendszerben:

- a) a terepi mérések elvégzése a tárgyévben;
- b) a mérések elsődleges feldolgozása a téli időszakban;
- c) a szükséges sűrítő, ellenőrző mérések elvégzése a tárgyévet követő terepi időszak elején;
- d) végleges adatfeldolgozás és a geofizikai jelentés elkészítése a tárgyévet követő év során.

* *Hobot J., Nemesi L., Dudás J., Draskovits P., Fejes I.*

A munkát a különböző intézményeknél fellelhető geofizikai és földtani adatok begyűjtésével, elemzésével, meglévő térképek újabb mérésekkel történő kiegészítésével kezdtük. Ezután 1982-ben és 1983 elején a győri (403. számú) térképlapon, valamint az É-i, ÉK-i és K-i irányban szomszédos térképlap-részen mértünk.

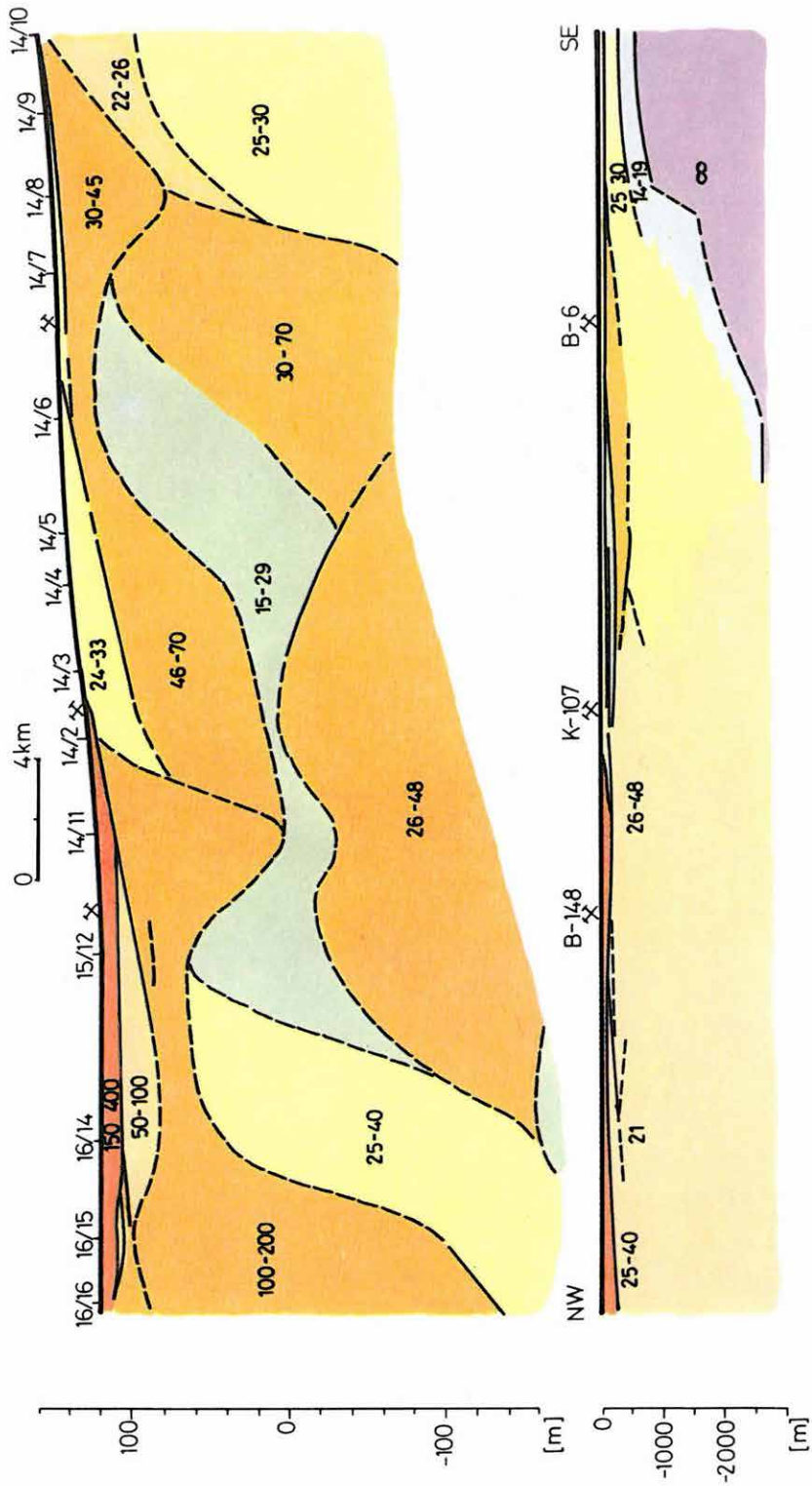
A *mérnökgeofizikai szondázásokkal* a szokásos négy paramétert határoztuk meg: csúcnyomás, össznyomás, természetes gamma aktivitás, gamma-gamma aktivitás. A természetes gamma aktivitásból nyert agyagtartalom, a gamma-gamma aktivitásból számított sűrűségadatok, valamint a nyomásadatokkal jellemzett szilárdság általában lehetővé teszik a harántolt rétegek közettani minősítését. A kismélységű térképező fúrások közötti információsűrítéssel a mérnök-geofizikai szondázások nagymértékben elősegítik a földtani anyag értelmezését.

A *közepes mélységtartományt* VES és GP módszerekkel vizsgáljuk. A 4000 m maximális AB távolságú ellenállás-szondázások a felső 500–700 m-ről adnak információt, míg a GP mérések behatolási mélysége legfeljebb 150–200 m-re tehető.

A jelen geofizikai kutatás nem irányul egyetlen konkrét ásványkincsfajta lelőhelyeinek felderítésére, a felső néhány száz méterben elsősorban a rétegvíz az a nyersanyag, amely egy későbbi fázisban kutatási cél lehet. Ezért végzünk az ellenállás mérések mellett GP méréseket, amelyekről elsősorban nem a felépítésbeli problémák tisztázását, hanem — korábbi, főként vízkutatási tapasztalataink alapján — az erősebben keresztretegzett körzetek kimutatását várjuk. További kiegészítő információk forrása lehet az ellenállás és a polarizálhatóság együttes vizsgálata.

A vizsgált mélységtartományban az üledékes képződmények belső felépítése lényegesen változatosabb, mint a nagyalföldi pannonikumé. A kutatási terület legnagyobb részén nem található olyan összefüggő szint, amely fajlagos ellenállása alapján követhető lenne. Ebből arra következtethetünk, hogy a felső pannóniai összlet vízszintesen és függőlegesen egyaránt rendkívül változó. Az ellenállás-értékek alapján feltehető, hogy a kismélységű részekben a pannóniai összlet, különösen annak alsóbb szakaszai márgásabb kifejlődésűek, a felső pannon rétegek homoktartalma, uralkodó szemcsemérete jóval nagyobb, mint amit a Tiszántúl hasonló képződményeinél tapasztaltunk. Az egyes lencsék, rétegek kiemelkedések, környezetüknél agyagosabb vagy éppen homokosabb zónák kiterjedése és az 5–7 km²/pont mérési sűrűség egymással összemérhető, így a hagyományos szinttérképek vagy szelvények összeállítása igen nehéz. Az elmondottakat jól illusztrálja a bemutatott szelvény (13. ábra).

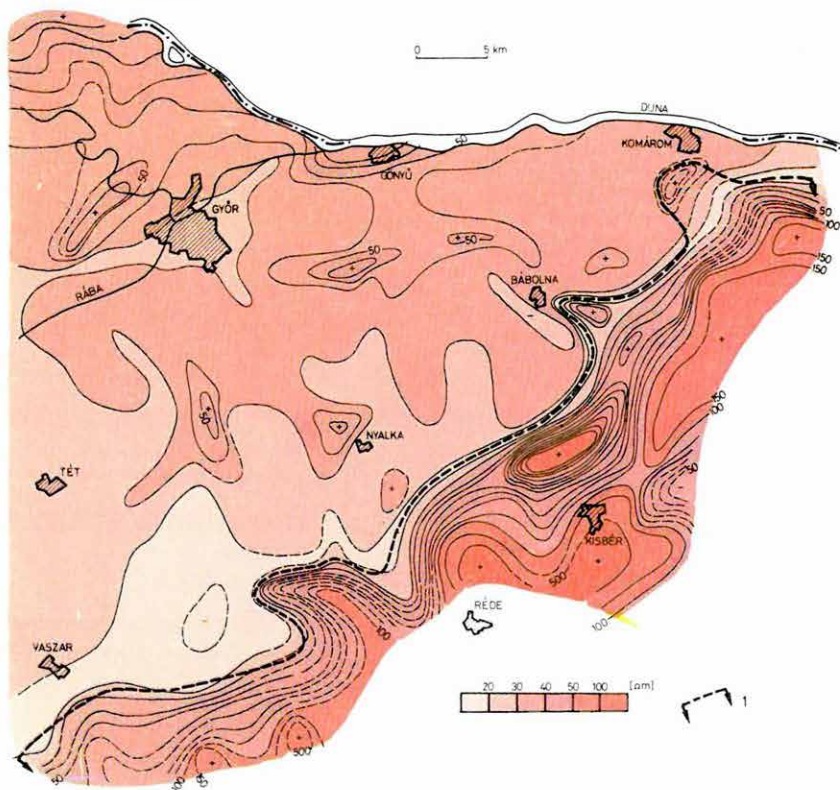
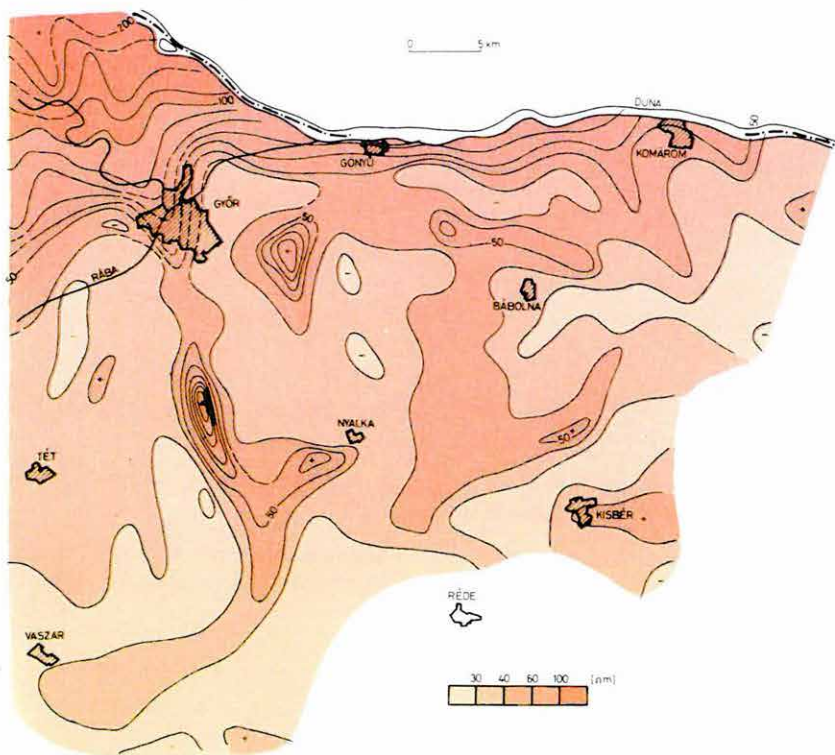
Mindenképpen szükséges azonban, hogy a terület geoelektromos tulajdonságainak változásait térképeken ábrázoljuk, de a fentiek miatt jelenleg csak olyan térképek jöhetnek számításba, amelyek bizonyos mélységtartományra vonatkozó átlagértékeket tartalmaznak. A 14. ábrán a felszíntől 100 m-ig, a 15. ábrán 500 m-ig mutatjuk be a rétegek vastagságával súlyozott átlagellen-



13. ábra. Jellegzetes kisalföldi geoelektromos rétegszelvény a képződmények fajlagos ellenállásával

Fig. 13. Typical geoelectric profile of the Little Hungarian Plain with resistivity values of layers

Рис. 13. Типичный профиль электроразведки по Малой Венгерской впадине с обозначением относительных сопротивлений слоев



14. ábra. Kisalföld: a rétegek vastagságával súlyozott átlagellenállás a felszíntől kb. 100 m mélységig

Fig. 14. Little Hungarian Plain: average resistivity weighted by layer thicknesses for the range of surface to 100 m depth

Рис. 14. Малая Венгерская впадина: средние сопротивления, взвешенные по мощностям слоев в интервале глубин от поверхности до 100 м

15. ábra. Kisalföld: a rétegek vastagságával súlyozott átlagellenállás a felszíntől kb. 500 m mélységig

1 — a geoelektromos aljzat elterjedése az adott mélységtartományban

Fig. 15. Little Hungarian Plain: average resistivity weighted by layer thicknesses for the range of surface to 500 m depth

1 — distribution of geoelectric "basement" in the given depth range

Рис. 15. Малая Венгерская впадина: средние сопротивления, взвешенные по мощностям слоев в интервале глубин от поверхности до 500 м

1 — распространение геоэлектрического фундамента в заданном интервале глубин

állást. A térképek egyik legszembetűnőbb részlete a Győrtől ÉNy-ra található maximum, amely a Szigetköz felé vastagodó kavicsteraszt jelöli. A terület középső részén a térképek a felső pannonikumra jellemző 25–50 Ω m közötti változékonyságot tükrözik. A terület D-i, DK-i részén húzódó csökkent ellenállású sáv a viszonylag kisebb mélységű aljzatra települt agyagos–márgás alsó pannóniai képződményeket jelzi. Az 500 m mélységig terjedő átlagellenállás-térképen a kis ellenállású sávtól D-re, DK-re látható ellenállás-növekedés már az aljzat hatása. Ezt a területrészt vastag szaggatott vonallal határoltuk le, hogy megkülönböztessük a Szigetköz hasonló számértékkel jellemzett, de egész más kifejlődésű összeleteitől.

A látszólagos polarizálhatóság területi eloszlását az $AB=400$ m tápelektroda-távolságoknál mért értékekből szerkesztett térképen mutatjuk be (16. ábra). Korábbi tapasztalatunk szerint a különböző anyagú és szemcseösszetételű rétegek gyakori váltakozása esetén a polarizálhatóság jelentősen megnő. Úgy véljük, hogy a szigetközi vastag kavicsteraszt és hordalékkúp DK-i elvágódására éppen az ilyen változatosabb rétegzettség jellemző. A Győrön keresztülhaladó polarizálhatósági maximumsáv tehát gyakorlatilag a kavicsteraszt peremét, ill. a változási zónát jelzi. Az ettől ÉNy-ra található polarizálhatóság csökkenés nyilván a vastagodó kavicsos hordalékkúpra jellemző. A vastagnak és homogénnek feltételezett teraszon és hordalékkúpon viszont csak néhány tizedszázalékos gerjeszthetőséget vártunk. Az ezt lényegesen meghaladó értékek arra utalnak, hogy itt a kavics rétegzett, benne különböző közbetelepülések fordulnak elő. Ezt megerősíti, hogy a térkép ÉNy-i sarkában — az átmeneti zónától távol, a Szigetközben — a polarizálhatóság már 1% alatti. A térkép középső részén 1,5–2,5% közötti értékek láthatók, határozott területi rendszert az anomáliák nem jeleznek.

Mint másutt, itt is vizsgáltuk, hogy az ellenállás és polarizálhatóság változásainak együttes vizsgálatából milyen információ nyerhető. Szovjet kutatók különböző szemcseméretű üledékekre vonatkozó diagramokat állítottak össze, amelyeken a litológiai összetétel függvényében ábrázolták a polarizálhatóság és az ellenállás maximum-, minimum- és középértékeit. E diagramok, valamint saját korábbi fúrólukbeli és felszíni méréseink alapján kísérletképpen háromparaméteres nomogramokat szerkesztettünk. Ezek segítségével az egyes mérési pontokon kapott ρ_1-P_1 értékpárokból átlagos szemcseméretet határoztunk meg. E vizsgálatok alapján különböző mélységtartományokra litológiai vázlatokat, s ezekből összesítő térképet (17. ábra) szerkesztettünk, amelyeken az agyagos–homokos–kavicsos képződmények határozottan elkülönülnek. A terület 150 m mélységig három fő litológiai típusú területre bontható. Ezek:

1. A Szigetköz vastag hordalékkúpja, valamint a Duna homokos, kavicsos teraszképződményei. Ezekből hasonló jellegű, de jóval kisebb ellenállással rendelkező sávok nyúlnak ki, amelyek esetleg ősi folyó-szállította törmel-

lékeket, környezetükénél durvább szemcséjű hordalékkúpokat jelölhetnek. A Kisbér környéki kisebb foltok valószínűleg nem teraszképződmények.

2. Kőzetlisztes–finomhomokos medenceüledékek területe, helyenként eróziós eredetű durvább szemcséjű feltöltésekkel, a medence belsejében kisebb hordalékkúp jellegű vonulattal. Ezek egy-két kivételtől eltekintve nincsenek szoros kapcsolatban a jelenlegi domborzattal.
3. Agyagos–kőzetlisztes–márgás kifejlődésű peremi rész, ahol a felső pannóniai összlet alatt a kutatás mélységéig már jól érzékelhetők az alacsonyabb ellenállású alsó pannon üledékek is.

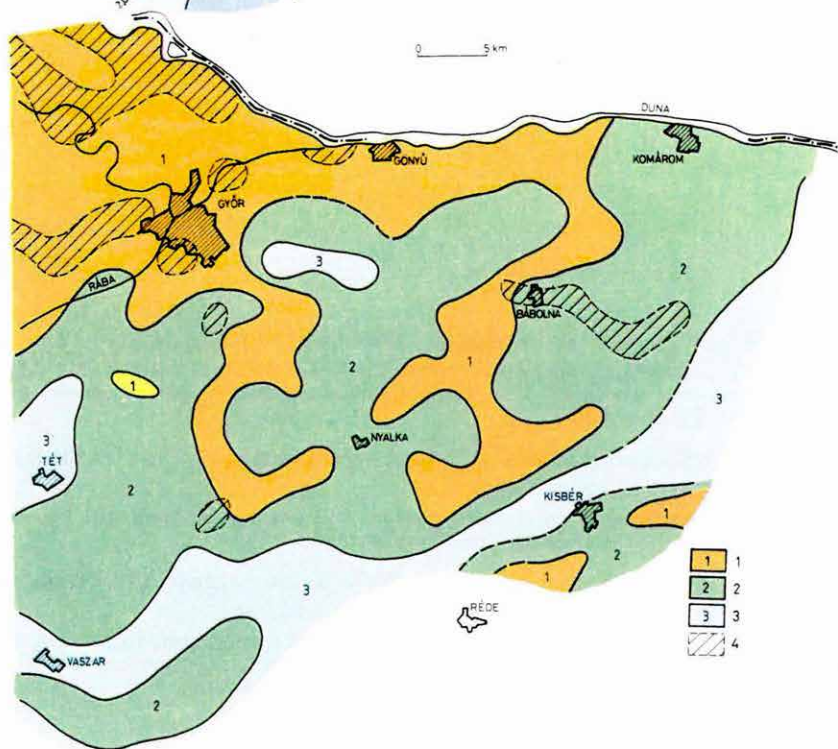
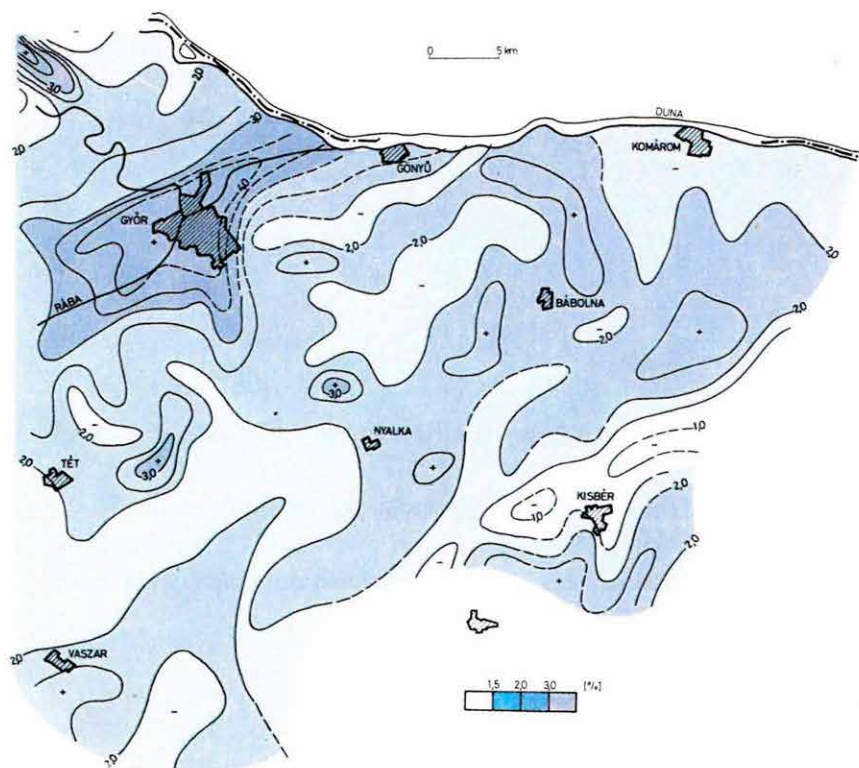
A térképen szaggatott vonallal jelölt területrészekben a ρ_1-P_1 értékpárok kívül esnek a nomogram határain. Itt újabb vizsgálatokra, esetleg a nomogram továbbfejlesztésére van szükség.

A litológiai vázlat anyagát 26 vízkutató fúrás rétegsorával összehasonlítva meglepően jó egyezést kaptunk. Csak 4–5 fúrásban volt jelentéktelen eltérés. A litológiai vázlaton jól lehatárolhatók a víznyerésre, illetve további vizkutatásra legkedvezőbb homokos–kavicsos összleteket tartalmazó területrészek.

A *mélyszerkezet-kutató tellurikus mérések* szükségességét két tényező is indokolja: egyrészt a kisalföldi medence a geoelektromos mélyszerkezet-kutatás szempontjából felmértelen terület (leszámítva a „Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata” c. program keretében a Kisalföldre benyúló szelvényeken lemerített magnetotellurikus szondázásokat). A tellurikus mérések feladata a paleo–mezozoos aljzat mélységének és szerkezeti viszonyainak, az üledékes összlet vezetőképességének kutatása. Másrészt a Bakony hegység területén és annak ÉNy-i előterében korábbi MT szondázásokból megismert nagymélységű, jólvezető képződményekről kívántunk kvalitatív információkat szerezni. Ezért néhány szelvényt a medenceterületeken túl, a hegység területére meghosszabbítottunk.

A korábbi MTS mérések szerint a tellurikus pulzációk ezen a területen nincsenek az aljzat kutatásához megfelelő ún. S-intervallumban, tehát a hagyományos eljárással készített izoarea térkép a kisellenállású üledékösszletnek és a mélybeli jólvezető képződményeknek együttes hatását mutatja. Ezért a méréseket nemcsak a hagyományos totális ellipszis módszerrel dolgoztuk fel, hanem HP 9845 kiszámítógéppel kiszámítottuk és térképszerűen kirajzoltattuk az abszolút ellipsziseket is (18. ábra).

A tellurikus és az itt be nem mutatott gravitációs térképeket összevetve igen hasonló a Vaszar–Kisbér–Komárom ív Győr felé eső oldalán a medence intenzív mélyülésére utaló anomáliakép. A körív külső felén a gravitációs és tellurikus maximumok a felmértség részletességétől függő finomsággal ugyan, de egybehangzóan jelzik a mezozoikum felszínének emelt helyzetét, ezen belül a kisebb–nagyobb kiemelkedések és köztes medencék helyét.



16. ábra. Kisalföld: látszólagos polarizálhatóság $AB=400$ m tápelektroda-távolságnál

Fig. 16. Little Hungarian Plain: apparent polarizability with $AB = 400$ m electrode distance

Рис. 16. Малая Венгерская впадина: кажущаяся поляризуемость при раз-носе электродов $AB=400$ м

17. ábra. Kisalföld: összesítő litológiai vázlat kb. 150 m mélységig

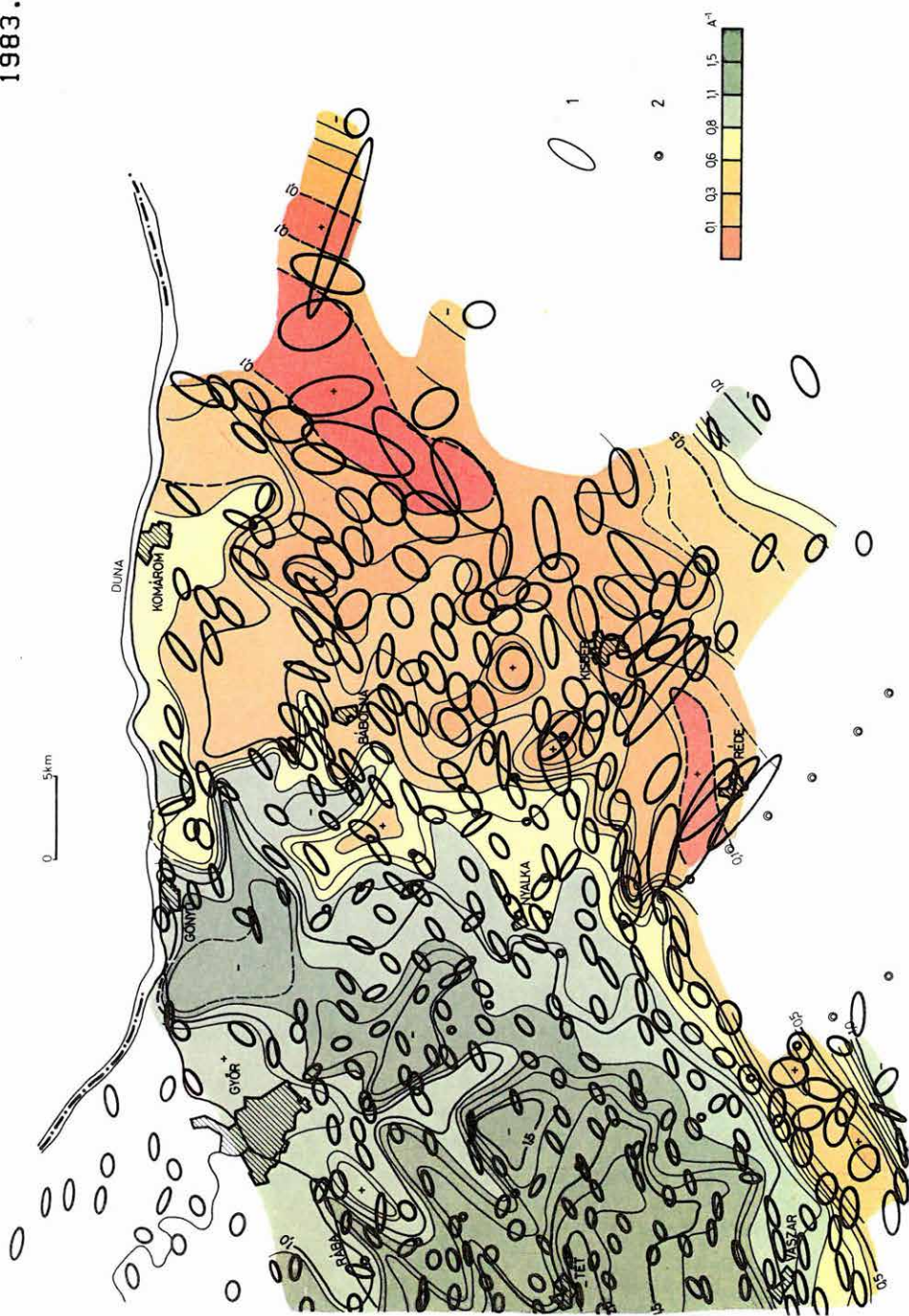
1 — szigetközi hordalékkúp, valamint homokos, kavicsos teraszképződmények; 2 — kőzet-lisztes-finomhomokos üledékek; 3 — agyagos-kőzetlisztes-márgás képződmények; 4 — egyelőre problematikus területek

Fig. 17. Little Hungarian Plain: summarizing lithological sketch for the range of surface to 150 m depth

1 — alluvial cone and sand-gravel terrace sediments; 2 — fine grained sand, grit; 3 — argil-laceous grit and marl; 4 — areas for further exploration

Рис. 17. Малая Венгерская впадина: сводная литологическая схема для интервала глубин от поверхности до 150 м

1 — конусная осыпь в области Сигеткёз, а также песчаные, гравийные террасовые фор-мации; 2 — алевритовые и тонкозернистые песчаные осадки; 3 — глинистые-алеврито-вые-мергелистые формации; 4 — пока проблематические области



18. ábra. Kisalföld: tellurikus izoarea térkép az anizotrópia-ellipszisek feltűntetésével

1 — anizotrópia-ellipszis; 2 — magnetotellurikus mérési pont

Fig. 18. Little Hungarian Plain: telluric isoarea map with anisotropy ellipses

1 — anisotropy ellipse; 2 — magneto-telluric point

Рис. 18. Малая Венгерская впадина: теллурическая карта изоареал с эллипсами анизотропии

1 — эллипс анизотропии; 2 — пункт магнетотеллурического измерения

Ugyanakkor lényeges különbségeket láthatunk a Vasza–Kisbér vonaltól DK-re. Itt a vezetőképesség olyan nagy, mint a több ezer méter vastag kisellenállású üledékekkel kitöltött medencék esetében. Ilyen medence híján a tellurikus értékek kialakulásában a mélybeli jólvezető képződményeknek kell közrejátszaniuk.

Győr körzetében a tellurikus maximumok egybeesnek a gravitációs minimumokkal. Az egyéb geofizikai és fúrési adatok is az aljzat határozott mélyülésére utalnak. Ezért a tellurikus maximumok okát itt nem az üledékösszlet vastagságának csökkenésében, hanem ellenállásának növekedésében kell keresni. Hangsúlyozzuk azonban, hogy itt nemcsak a 200–300 m vaŕtag Duna-hordalék ellenállásával kell számolni.

A magnetotellurikus modellezés elméletéből ismerjük, hogy kétdimenziós dőlt aljzat esetén a dőlés irányú áramokból (az abszolút ellipszisek kistengelyének iránya) a nagyellenállású aljzat felszínéig terjedő összletről kapunk információt, míg a csapás irányú áramok az aljzaton belüli jólvezető képződményeket is érzékelik. A hagyományos tellurikus izoarea térképet összevetve az itt be nem mutatott, de az aljzatról elvileg jobb képet adó, abszolút ellipszis kistengely-arány térképpel, mindkét térképen minden jelentősebb tellurikus anomália egyaránt megtalálható. Ez azt bizonyítja, hogy a relatív vezetőképesség-változásokat elsősorban az üledékösszlet vastagságának és fajlagos ellenállásának változása eredményezi. A nagy mélységekben található kis ellenállású képződmény vezetőképessége, amely az izoarea térképen is érezteti a hatását, kisebb változatosságra enged következtetni. A fiatal üledékes összlet és a harmadkor előtti aljzat geoelektromos tulajdonságainak megismerését a folyamatban levő magnetotellurikus mérések jelentősen növelhetik.

*Az Alsótelekes környéki evaporit előfordulás geofizikai vizsgálata**

Az 1981. illetve 1982. Évi Jelentésben ismertettük az Alsótelekes környékén, evaporit kutatási céllal végzett geoelektromos és szeizmikus mérések eredményeit. Bevezetőül röviden összefoglaljuk legfontosabb megállapításainkat:

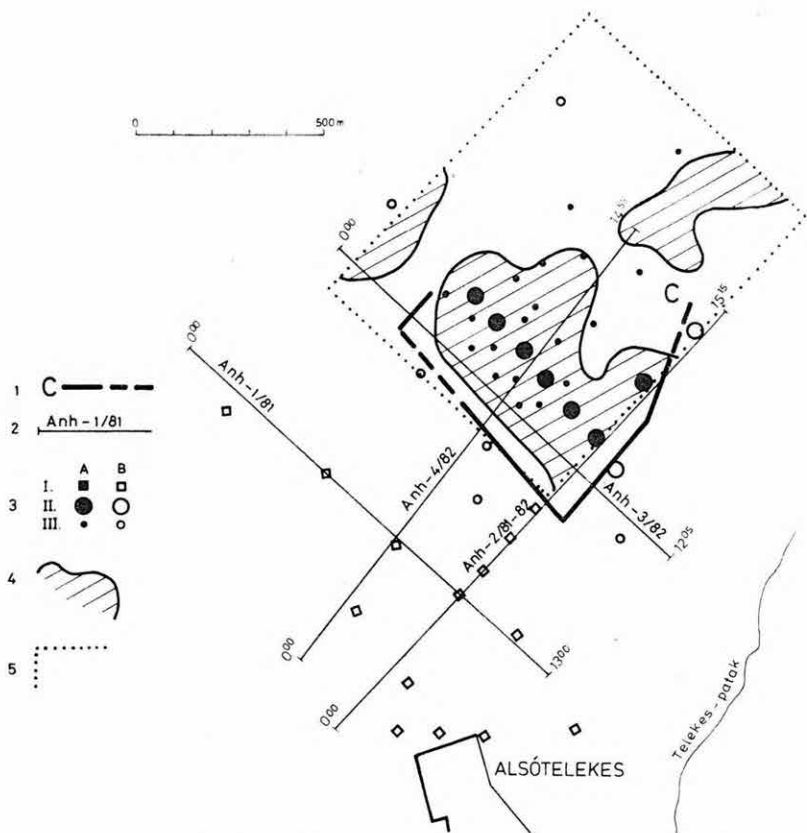
- a) Vertikális elektromos szondázással a nagy ellenállású, evaporitos–karbonátos aljzatra települő pannon–miocén összlet vastagságát lehet meghatározni.
- b) A szeizmikus reflexiós időszelvény jellemzői és a fúrások együttes vizsgálatából az a következtetés vonható le, hogy nagy vastagságú, nyugodt településű gipsz és anhidrit rétegek a tektonikailag zavartalan részeken találhatóak. Ezt a megállapítást a szeizmikus mérések alapján telepített fúrások igazolták, így kijelölhettük azt a C-vel jelölt területrészt (19. ábra), amely várhatólag a legkedvezőbb az evaporit bányászat szempontjából (a kijelölés módja az 1982. Évi Jelentés 25. ábráján látható).

Az Anh–2/81 szeizmikus szelvény (20/a és 20/b ábra) ÉK-i irányú meghosszabbításával sikerült ezt a C-vel jelölt egységet a szelvény mentén lehatárolni. A kedvező településűnek ítélt területen az időszelvényeken merev blokkra utaló, hosszú, folytonos, ÉK felé emelkedő és csupán néhány m-es elmozdulású mikrotektonizáltságra utaló beérkezések jelölhetők ki (világos lila). Ezen összlet felett gyűrődéses, préselődéses evaporit tektonikára utaló beérkezések láthatók. Az At–15 fúrás adatai alapján ezek nagy vastagságú gipsz, illetve anhidrit rétegekről származnak. Ennek alapján jelöltük ki azt a mintegy 400 m hosszú, ÉK felé emelkedő merev blokkot, amelyen a nagy vastagságú evaporit rétegek települése várható.

Ezen összefüggő blokk határai és jellemzői az amplitúdó nagyság szerint színezett migrált időszelvényen még jobban megfigyelhetők. E merev blokk határán mélyült az At–16 fúrás. Ebben még kedvező mélységben és vastagságban, de már dolomit és agyagpala közbetelepülésekkel fordul elő az evaporitos összlet, amelynek fekéje dolomit.

ÉK felé a szelvény szeizmikus jellemzői megváltoznak (D-vel jelölt szerkezeti egység) és az At–18 fúrás már más kifejlődést is mutat: 87 és 98 m között agyagpalás gipszet, illetve gipszet harántolt, alatta pedig homokkő következik.

* Albu I., Nagy E. (MÁFI), Verő L., Zelenka T. (OÉÁ).



19. ábra. Az alsótelekesi anhidrit-kutató geofizikai mérések és fúrások helyszínrajza és eredménytérképe

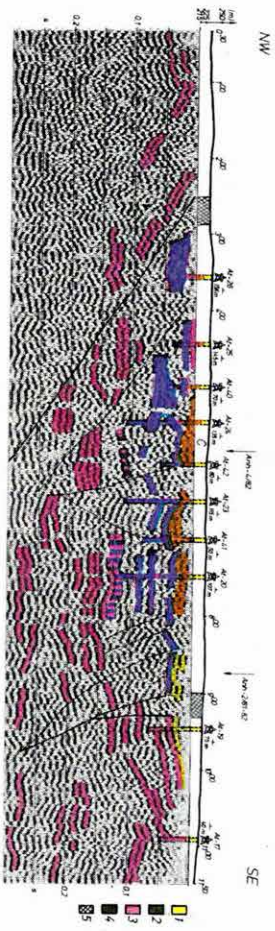
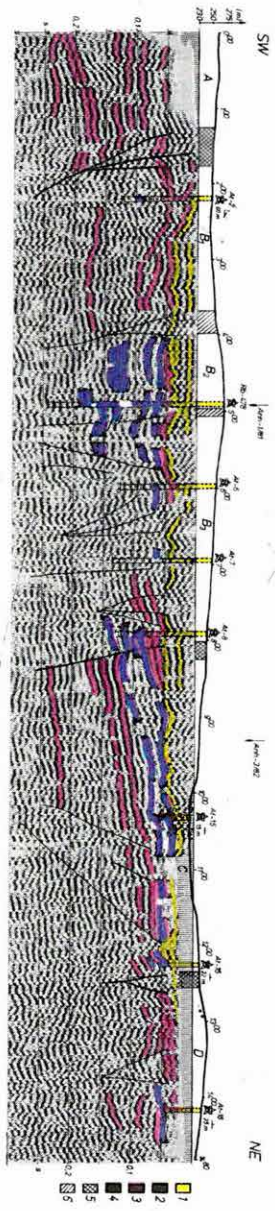
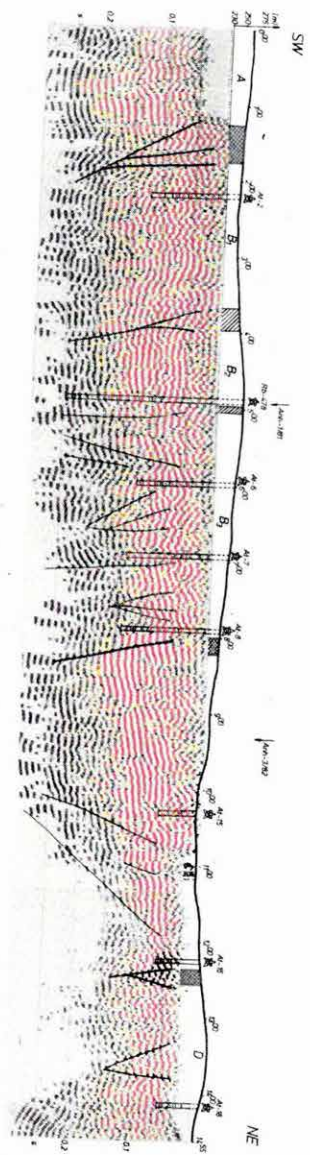
1 — az evaporit legkedvezőbb előfordulási területe és határvonala szeizmikus mérések alapján; 2 — szeizmikus szelvény; 3 — A oszlop: külszíni bányászatra kedvező, B oszlop: külszíni bányászatra nem kedvező, I: 1982. előtti fúrás, II: 1982. évi fúrás, III: 1983–84. évi fúrás; 4 — a neogén fedő vastagsága 50 m-nél kisebb (geoelektromos mérések alapján); 5 — részletező geoelektromos mérések területe

Fig. 19. Location map and results of anhydrite exploration in Northern Hungary

1 — area of undisturbed gypsum and anhydrite deposits determined by seismics; 2 — seismic reflection line; 3 — column A: favourable for open pit mining, column B: unfavourable for open pit mining, I: drilling before 1982, II: drilling in 1982, III: drilling in 1983–84; 4 — thickness of Neogene cover less than 50 m (according to geoelectric data); 5 — area of detailed geoelectric survey

Рис. 19. Карта ситуации и результаты разведочных работ на ангидриты в Северной Венгрии

1 — площади с ненарушенными гипсами и ангидритами, выявленные сейсморазведкой; 2 — профили сейсморазведки МОВ; 3 — столбец А: выгодные для открытых разработок, столбец В: невыгодные для открытых разработок, I: скважины до 1982 г., II: скважины 1982 года, III: скважины 1983—84 гг.; 4 — мощность неогенового чехла не превышает 50 м (по данным электроразведки); 5 — участок детальной электроразведки



20. ábra. Az Anh-2/81-82 reflexiós időszelvény (a) és amplitúdó szerint színezett migrált változata (b)

1 — pannon képződmények; 2 — miocén képződmények; 3 — a tektonikai kép szemléltetésére kiemelt reflexiós beérkezések, litológiai és rétegtani azonosítás nélküli; 4 — a tiszta evaporitos összet; 5 — a szeizmikus időszelvény ellátó jellegű szakaszainak elkülönítésére használt jelölés; 6 — az 5. pontban meghatározott szakaszok további bontására használt jelölés

Fig. 20. Anh-2/81-82 reflection time section (a) and its migrated version coloured according to amplitudes (b)

1 — Pannonian; 2 — Miocene; 3 — reflections without stratigraphic identification, marked for the illustration of the tectonic set-up; 4 — evaporite; 5 — symbol to separate parts of differing seismic characteristics; 6 — symbol to divide parts of similar characteristics

Рис. 20. Anh-2/81-82 — временной разрез МОВ (а) и мигрированный вариант (б) с раскраской по амплитуде

1 — паннонские отложения; 2 — миоценовые отложения; 3 — выделенные отраженные площадки для иллюстрации тектонической картины, без литолого-стратиграфической корреляции; 4 — чисто эвапоритовая толща; 5 — обозначения, используемые для разделения участков различного характера на сейсмических временных разрезах; 6 — обозначения для дальнейшего разделения участков, выделенных и в п. 5.

7

21. ábra. Anh-3/82 reflexiós migrált időszelvény (a jelölés azonos a 20. ábrával)

Fig. 21. Anh-3/82 migrated times section. Legend as on Fig. 20

Рис. 21. Временной разрез Anh-3/82 с миграцией. Условные обозначения см. на рис. 20

Az előbbivel párhuzamos Anh-4/82 reflexiós szelvényen is kijelölhető a C szerkezeti egység, ÉK felé azonban nem határolható le. A két szelvény alapján adtuk meg a külszíni bányászat számára a legreményteljesebb, É-ÉNy felé szélesedő zónát.

Ennek a zónának ÉNy-DK irányú metszetét mutatja az Anh-3/82 reflexiós szelvény (21. ábra). A C szakaszon a gipsz-anhidrit összlet ÉNy felé haladva egyre inkább felszínközelbe kerül. A legkiemeltebb részen a szeizmikus mérésekből a fedővastagság nem határozható meg; annak ellenére, hogy nagyfrekvenciás reflexiós mérést alkalmaztunk, amely kimondottan a kis mélységű szintek követésére alkalmas. Ugyanakkor a merev blokkot jelző összlet ebben az irányban nagyobb elmozdulásokat szenvedett, mint az Anh-2 szelvény mentén.

A szelvény ÉNy-i végén (2° körül) megfigyelhető meredek dőlésű reflexiók nagy valószínűséggel tektonikai síkról származnak. Feltehetően ez a sík jelenti a C szakasz ÉNy-i határát is. Ezt a feltevést az Anh-3/82 szelvény 0° pontjától ÉK-re 200 m-re az azóta mélyített fúrás igazolta.

A felszíni bányászat számára nemcsak a várható nyersanyag vastagsága, hanem a meddő fedőösszlet vastagsága is igen lényeges adat. 1983-ban a szeizmikus mérések és fúrások alapján legkedvezőbbnek ítélt területen, illetve a lehatárolás érdekében annak szélesebb peremén, 100×100 m-es hálózatban vertikális elektromos szondázásokat végeztünk. A várható szerkezeti torzító hatások felismerésére minden ponton két irányban mértünk. A terület nagy részén a nagy ellenállású réteg — evaporitos vagy karbonátos aljzat — felett 10–20 Ω m-es, agyagos-homokos összlet települ, csak a terület É-i sarkában nagyobb a fedő fajlagos ellenállása. Ennél is fontosabb azonban, hogy a terület jelentős részén 50 m-nél kisebb fedővastagság adódott. Mint az a 19. ábrán látható, a már fúrásokkal is részben feltárt és a geofizikai mérések alapján legkedvezőbb területrészen számos fúrás mélyült és ezek mind a kis, helyenként 20 m-nél is kisebb fedővastagságot és vastag, viszonylag nyugodt településű evaporitos összletet mutatták.

A geofizikai kutatás számára újat jelentő feladatot tehát sikerült megoldani. A fúrások kutatás szükséges mind a kezdeti, mind a befejező fázisban, hiszen az értelmezés nagymértékben támaszkodott a fúrásokra, de bebizonyosodott, hogy a geoelektromos és szeizmikus mérések együttesen hatásosan tudják irányítani a fúrások kutatást.

Az Alsótelekes környéki evaporit lelőhely feltárása még nem fejeződött be. Most már kimondottan a külszíni bányászat megindításához kell a geofizikának adatokat szolgáltatnia (fedővastagság a már felmért terület egy kisebb részén, még részletesebb tektonikai kép az evaporitos összletről), és geofizikai mérésekkel kell tisztáznunk, hogy É-ÉK felé folytatódik-e a kedvező kifejlődésű evaporitos összlet. Az ebben az irányban mélyített fúrások kedvező adatokat szolgáltatottak.

1983. évi tevékenységünket „Az ország természeti erőforrásainak átfogó tudományos vizsgálata” kutatási főirány keretébe tartozó „Országos alapszelvény program” részeként a KFH, ill. a MÁFI megbízásából folytattuk.

A Dunántúli-középhegységben az MK-1/82 szeizmikus vonalon Devecser és Zánka között végeztünk magnetotellurikus méréseket, a jólvezető zóna D-i kiterjedésének meghatározására és a szeizmikus szelvény értelmezésének elősegítésére. Az MTA GGKI öt ponton nagymélységű magnetotellurikus mérést is végzett [ÁDÁM 1983]. Tellurikus méréseket az MK-3 vonaltól ÉK-re végeztünk. Megkezdtük a Zagyva árokban haladó, Szécsényig tartó ÉK-6 vonal mérését.

A Mecsekben és a Villányi-hegység térségében mért MV-1 és MV-2 vonalon a földtani értelmezés elősegítésére magnetotellurikus méréseket végeztünk.

A régebbi anyagok közül az SzCSz-3 programrendszerrel elvégeztük az MK-1/80-81, MK-1/79 és az MV-1, MV-2 szelvény 10 s-ig terjedő újrafeldolgozását.

A Dunántúli-középhegység paleozoos-mezozoos medencealjzata alatt található jóenergiájú reflexiós határfelületek és jólvezető képződmények kutatásával részletesen az 1982. Évi Jelentésben foglalkoztunk. Jelen beszámolóinkban a tárgyalt témához szorosan kapcsolódó MK-1 szelvény eredményeit kívánjuk összefoglalni. A szelvény egyes részleteit a megelőző évek Évi Jelentéseiben mutattuk be. Az MK-1/80-81 és az MK-1/79 szelvény újrafeldolgozása és a magnetotellurikus mérések befejezése most jó alkalmat ad a szelvény egészének bemutatására. Ezenkívül bemutatjuk a Kisalföld K-i medencéjében és a Középhegység ÉNy-i peremén készített tellurikus izoarea térképet.

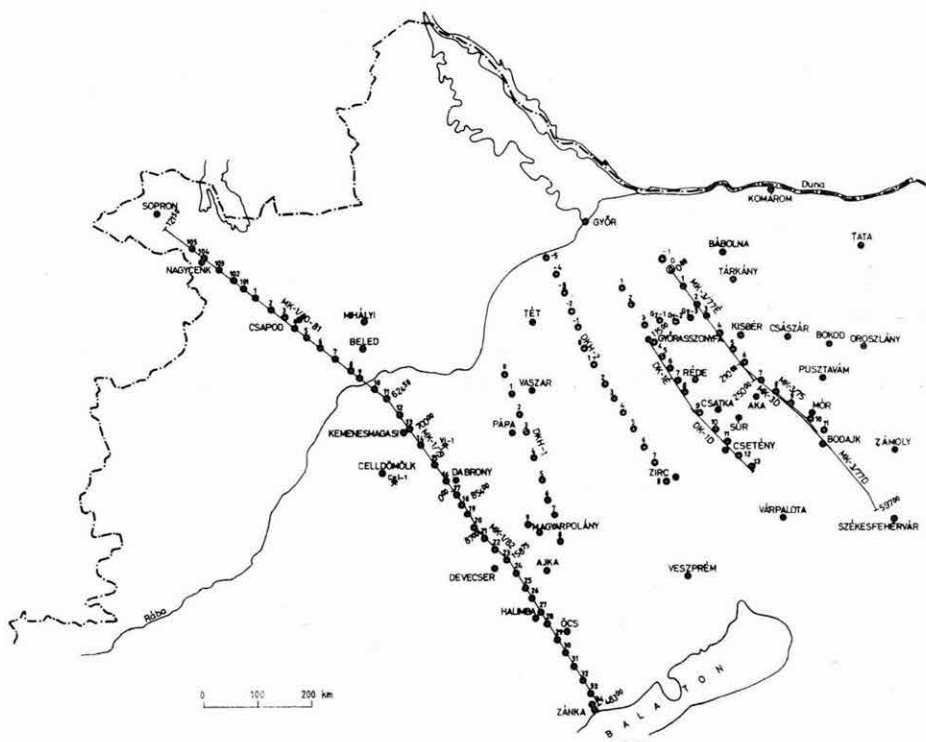
1.4.1 Az MK-1 vonalon végzett magnetotellurikus és szeizmikus mérések eredményei

A Dunántúli-középhegység kialakulásának, mélyszerkezeti viszonyainak megismerése a hazai földtani kutatás kiemelt feladata. Ehhez kapcsolódik a

* Ádám O. (KFH), Haas J. (MÁFI), Nemesi L., Redlerné Tátrai M., Ráner G., Varga G.

kisalföldi neogén medence paleozoos aljzatával való érintkezés, ill. a Rába-vonal jellegének meghatározása. A mélyszerkezeti viszonyok megismerésében jelentős a geofizikai vizsgálatok szerepe. A „Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata” keretében mért MK-1 vonal ehhez kívánt adatokat szolgáltatni. A vonal mérése több éven át folyt, ennek megfelelően a mérési és feldolgozási paraméterek is változtak, amelyekkel a mérésekről készült jelentések részletesen foglalkoznak, lényegüket az Évi Jelentésekben is közzöltük.

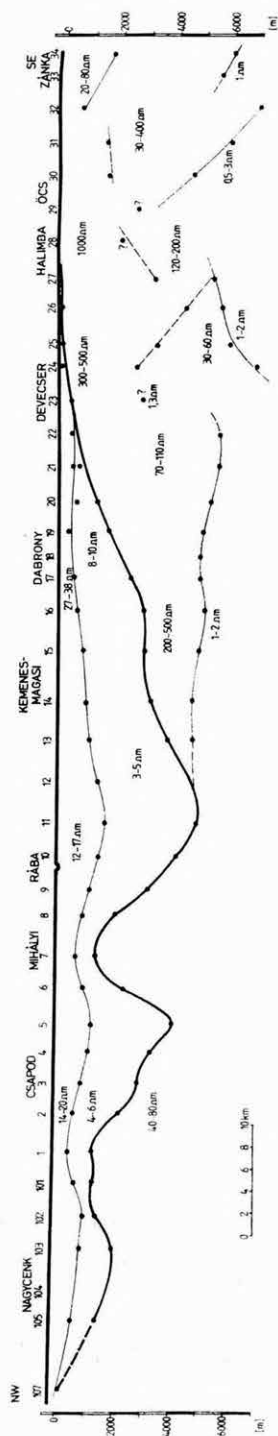
A mérések helyszínvázlatát a 22. ábrán mutatjuk be. A 23. ábrán a magneto-tellurikus mérések eredményeit foglaltuk össze. A robbantásos rezgéskeltéssel 10 s-ig mért MK-1/80-81 és MK-1/79 szelvény (Nagycenk-Dabrony) a 24. ábrán látható. A Dabrony és Zánka közötti szakaszt vibroszeiz módszerrel mértük 5 s-ig (25. ábra).



22. ábra. A földtani alapszelvények szeizmikus és magnetotellurikus méréseinek helyszínrajza

Fig. 22. Location map of seismic and magneto-telluric measurements along geological base lines

Рис. 22. Карта ситуации сейсмических и магнито-теллурических измерений вдоль опорных геологических разрезов



23. ábra. MK-1 magnetotellurikus szelvény

Fig. 23. Magneto-telluric profile MK-1

Рис. 23. Магнито-теллурический профиль МК-1

A nagyecenki és a csapodi medencében, valamint a mihályi kiemelkedés területén a $\rho > 35 \Omega\text{m}$ -es összlet felszíne megegyezik a sötétszöld színnel jelölt jellemző reflexióval és a neogén medence aljzatát jelöli ki. A mihályi kiemelkedés területén a grazi paleozoos sorozathoz tartozó képződmények képezik az aljzatot (felső kelet-alpi takaró); a csapodi és nagyecenki medencében viszont a fúrások a soproni kristályos pala összlet „grobgneisz” kifejlődésével azonosítható képződményeket tártak fel (alsó kelet-alpi takaró). A szelvény ezen szakaszán a kéreg középső része töredezett, változó dőlésű reflexiók jellemzik (kék színnel jelölt beérkezések). Ausztria területén a párhuzamos földtani szelvényeken a középső és a felső kelet-alpi takaró alatt hasonló mélységben pennini képződményeket tételeznek fel [Der geologische Aufbau Österreichs, Profile durch die Ostalpen, 98–99. old.].

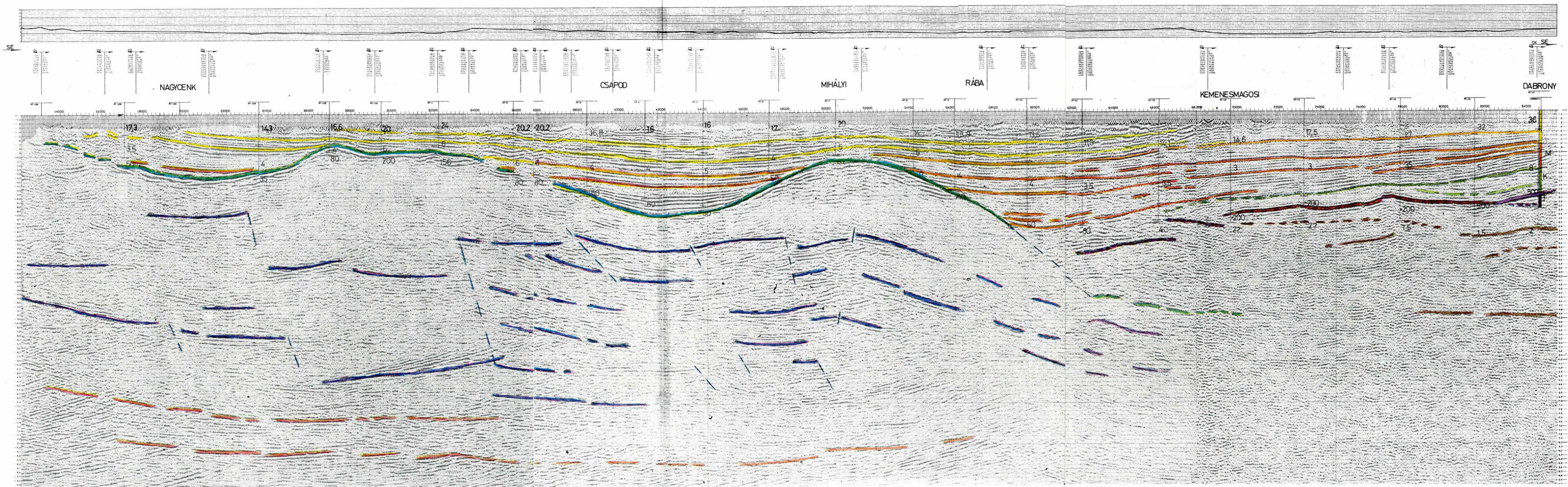
A Mohorovičić diszkontinuitás mélységére a kéregkutató refrakciós mérésekből csak a mihályi kiemelkedéstől DK-re van adatunk (1980. Évi Jelentés, 40. ábra). A szelvény elején 28 km-es mélységet tételeznek fel. Ebből a mélységből a Mohorovičić diszkontinuitásra jellemző reflexiót nem kaptunk. A 7–8 s körüli nyugodtabb, halványpirossal jelölt beérkezéseket a Mohorovičić diszkontinuitás feletti, a kéreg alsó részére jellemző reflexiókként értelmeztük.

A mihályi kiemelkedést DK-en egy meredek dőlésű tektonikai határ zárja. A DK-re levő szakasz mélyebb reflexiós szintjei dőlésük, jellegük alapján a mihályi kiemelkedés alatti szintektől eltérnek.

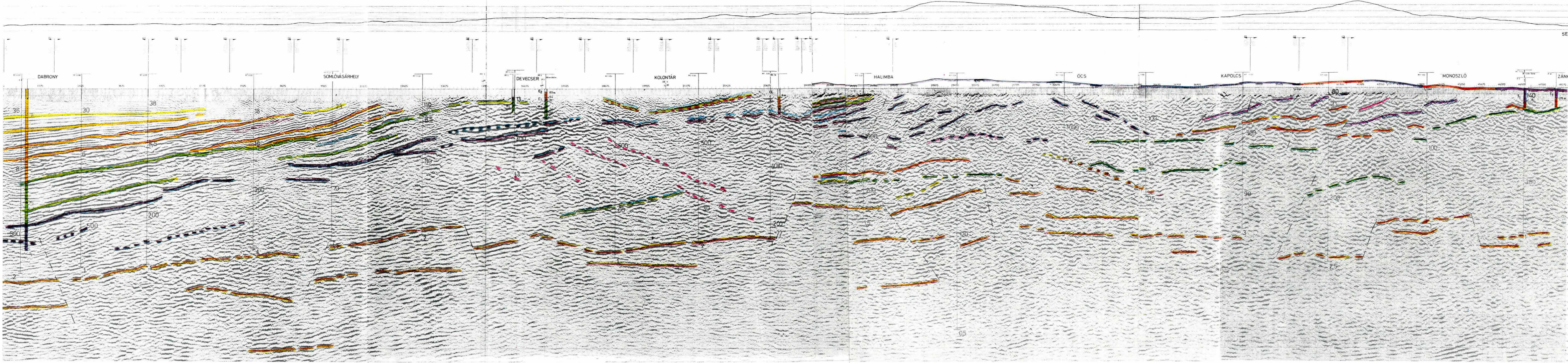
Az MT–11 és MT–12 pont alatt az aljzatra jellemző ellenállás a DK-re levő szakasztól eltér, a szeizmikusan követett aljzat is bizonytalanává válik.

A Kemenesmagasi és Zánka közé eső szakaszt a jólvezető képződmények megjelenése jellemzi. A jólvezető képződmények felszínét, illetve felszíne alatti reflexiókat sötétbarna színnel jelöltük. Jóenergiájú reflexiós szintekkel való azonosításuk Dabrony és Halimba között kedvezőbb, Halimba–Zánka, illetve Kemenesmagasi és Dabrony között bizonytalanabb. Ha a szelvényt a földtani adatokkal vetjük össze, akkor normális kifejlődésű rétegsorok esetén (26. ábra) a jólvezető képződmények felszíne ismert rétegtani szinttel nem azonosítható. Ezért a jólvezető képződmények és a felette levő összlet között tektonikus érintkezést tételezünk fel.

A Dabrony–1 fúrásnál 2,3 s-nál egy közel vízszintes felület van, amin a felette levő triász összlet kiékelődhet. A földtani rétegsor szerint 4000 m-ig nincs semmiféle változás, legfeljebb a szeizmokarotázis adatok utalnak erre. A fúrás közelében levő aljzatváltozás lehetőségére utal a Celldömölk–1 fúrás átértékelése, a kréta képződmények alatt a fúrás perm vagy alsó triász összletben állt meg. Ezért a Kemenesmagasi és a Dabrony–1 fúrás közötti szakaszon perm vagy idősebb képződmények megjelenése is feltételezhető (lila-barna szint). Dabrony és Halimba között a neogén medence aljzata DK-i irányban emelkedik. A $\rho > 200 \Omega\text{m}$ -es összletet a triász–kréta karbonátos képződményekkel azonosíthatjuk. Devecsertől DK-re piros színnel jelöltünk néhány, feltehetően

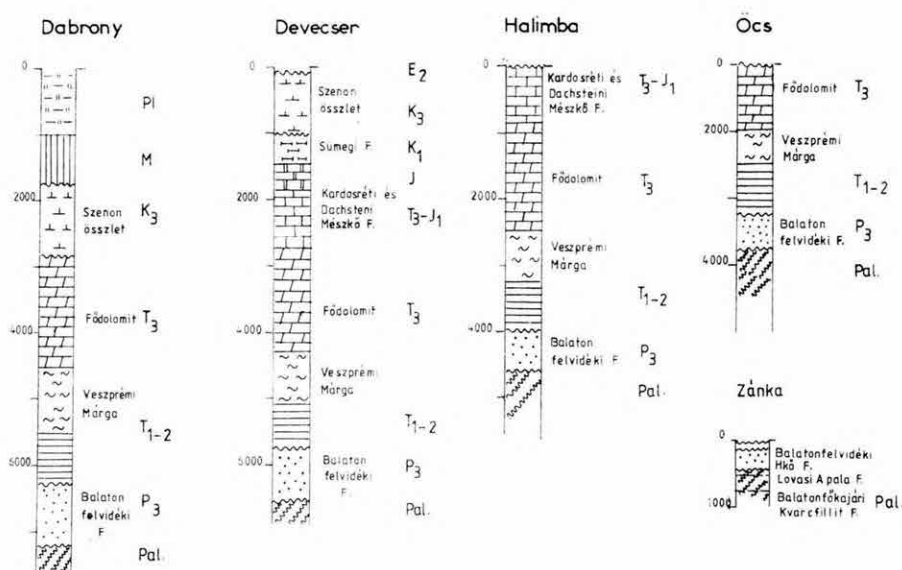


24. ábra. MK-1/80-81-79 migrált reflexiós időszelvény
Fig. 24. MK-1/80-81-79 migrated time section
Рис. 24. Временной разрез МК-1/80-81-79 с миграцией



25. ábra. MK-1/82 migrált reflexiós időszelvény
Fig. 25. MK-1/82 migrated time section
Рис. 25. Временной разрез МК-1/82 с миграцией

tektonikus síkról származó beérkezést. Itt a $\rho > 400\text{--}500 \Omega\text{m}$ -es összlet alatt kisebb ellenállású ($\rho > 30 \Omega\text{m}$) összletet különítettünk el. Az elválasztó határ a pirossal jelzett dőléshez hasonló.



26. ábra. A rétegvastagságok alapján szerkesztett normál rétegsorok (szerkesztette: Haas J.)

Fig. 26. Generalized stratigraphic columns (constructed by J. Haas)

Рис. 26. Сводные стратиграфические колонки (составил Й. Хаас)

A Halimba–Zánka közötti szakasz értelmezésénél a vonal déli részén levő fúrásokra és a felszíni földtani térkép adataira támaszkodtunk. A szeizmikus szelvény önmagában itt nem biztosított könnyű értelmezést. A magnetotelurikus mérések eredményei csak korlátozottan javították értelmezési lehetőségeinket, így a helyes megoldástól még messze vagyunk. Halimba és Öcs között az MT 27–31 pontokon $\rho = 300\text{--}1000 \Omega\text{m}$ -es ellenállás a Dachsteini Mészkö–Földolimit összletet jelzi. Az alatta levő ellenállások erősen változóak, a szomszédos pontok között is nezen hasonlíthatók össze. Így pl. az MT–29 ponton, amit ellenőrizni kívánunk, közvetlenül az $1000 \Omega\text{m}$ -es összlet alatt kis ellenállású képződmény van. Az MT–27 és MT–28 pont között is nagy a változás, az $1,5\text{--}2,0 \text{ s}$ között jelölt szintet itt nem sikerült magnetotelurikus adatokkal alátámasztani. A litéri feltolódást a 41 925 pont környezetében jelöltük be.

A hazai földtanban a takarós szerkezetek ismét egyre inkább elfogadottá és helyenként bizonyítottá válnak. Az MK–1 szelvény értelmezésébe ezek az elképzelések viszonylag könnyen beilleszthetők.

A kéreg alsó és középső részének tanulmányozása világszerte sok új eredményt hozott. A Mohorovičić diszkontinuitás és a paleozoos–mezozoos aljzat között kimutatott geofizikai határfelületek értelmezése sokrétű. Földtani szintként, tektonikus határként, fázisátmenetként, metamorf hatásként, benyomulásokhoz kapcsolódó jelenségként való értelmezéssel találkozunk. Amíg fúrási vagy más adatokkal a különböző elképzeléseket megbízhatóan nem sikerült igazolni vagy cáfolni, addig elsődleges feladatunknak az adatok megbízhatóságának növelését tartjuk. Ez további széles körű módszertani fejlesztést és ellenőrző méréseket igényel. Méréseink eredményei jól kijelölik ezzel kapcsolatos feladatainkat.

1.4.2 Tellurikus mérések eredményei a Kisalföld K-i medencéjében és a Dunántúli-középhegység ÉNy-i peremén

A jólvezető képződmények jelzésére — a magnetotellurikus mérések előkészítéseként — a Dunántúli-középhegység területén néhány szelvény mentén tellurikus méréseket végeztünk. A 27. ábrán a tellurikus izoarea térképet mutatjuk be, kiegészítve a kisalföldi program keretében végzett mérések eredményeivel. A térképet megbízhatósága, értelmezése és témaköre szerint két részre oszthatjuk (27. ábra 4. sz. vonala). E vonaltól É-ra és ÉNy-ra a „Kisalföld regionális komplex kutatása” c. program keretében végzett mérések nagyobb pontsűrűségűek (kb. 4 km²/pont), nagyobb megbízhatóságúak és az anomáliák okát elsősorban a neogén üledékes összlet vezetőképeség-változásaiban kell keresni. E vonaltól a Dunántúli-középhegység felé eső részen a „Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata” c. program keretében végzett mérések ritka

27. ábra. Tellurikus izoarea térkép a Kisalföld K-i medencéjében és a Dunántúli-középhegység ÉNy-i peremén

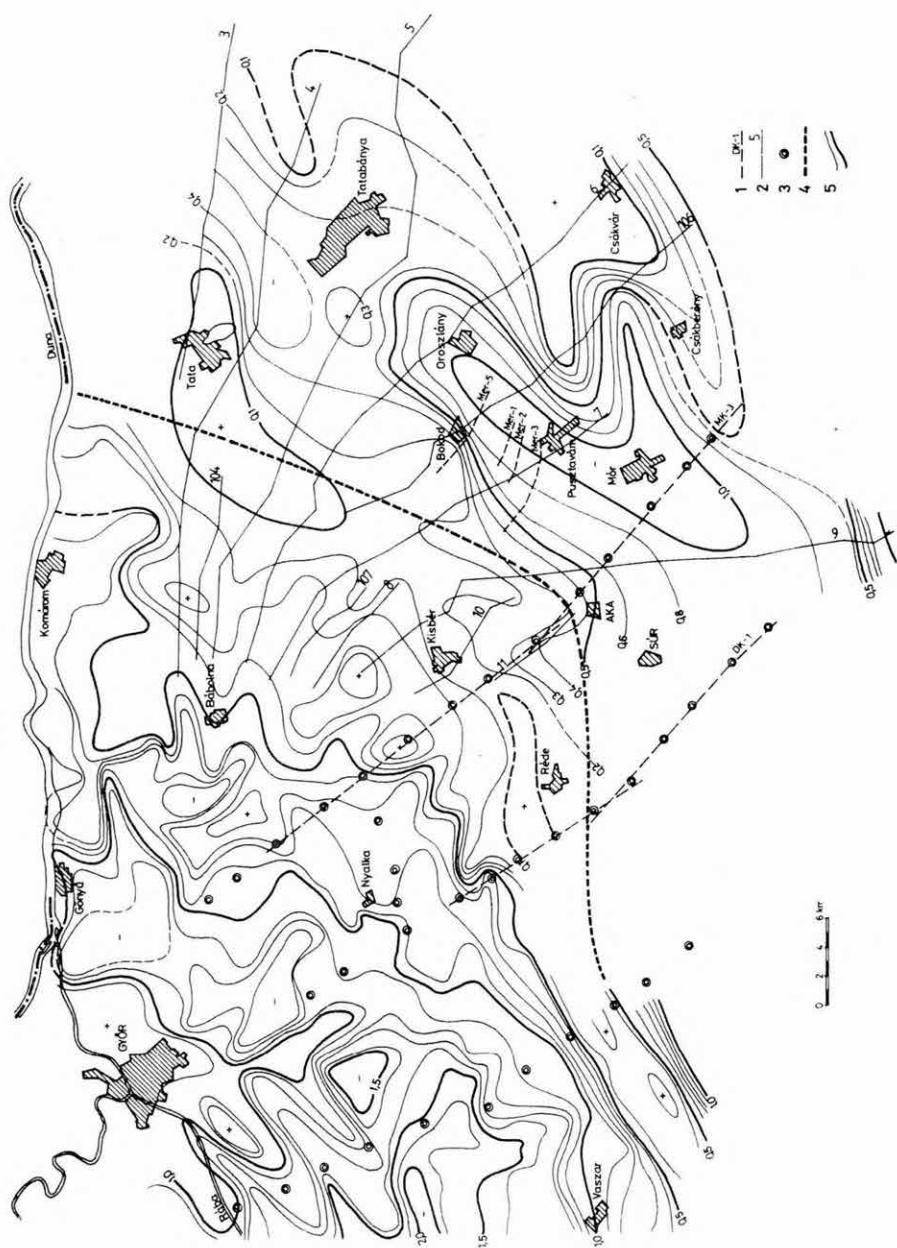
1 — szeizmikus reflexiós vonal; 2 — tellurikus szelvény; 3 — magnetotellurikus szondázási pont; 4 — a térképet megbízhatósága és értelmezése szerint kettéválasztó vonal; 5 — A⁻¹ izovonal

Fig. 27. Telluric isoarea map of the eastern part of the Little Hungarian Plain and the north-western rim of the Transdanubian Central Range

1 — reflection seismic line; 2 — line of telluric measurements; 3 — magneto-telluric sounding; 4 — line dividing the area according to reliability and interpretation; 5 — A⁻¹ isoline

Рис. 27. Теллурическая карта изоареал восточной части Малой Венгерской впадины и северо-восточных окраин Задунайского Среднегорья

1 — линия сейсморазведки МОБ; 2 — линия теллурических измерений; 3 — станция магнито-теллурического зондирования; 4 — линии, разделяющие площади по надежности и интерпретации; 5 — изолиния A⁻¹



hálózatúak (8–15 km²/pont), az ipari zavaró áramok miatt sokkal nagyobb a mérési és feldolgozási hiba. A méréseket aljzat kibúvásokon, vagy csak néhány száz méter vastagságú üledéssel fedett területeken végeztük, így a tellurikus anomáliák elsősorban a harmadkor előtti aljzat vezetőképesség-anomáliáit jellemzik. Így pl. az MK–3 vonaltól ÉK-re a Mór–Oroszlány vonalában levő anomália az aljzat jólvezető képződményeivel van összefüggésben. Érdekes a tellurikus anomália Mórtól K-re levő leágazása. Az anomálián 1984-ben magnetotellurikus méréseket végzünk.

Irodalom

ÁDÁM ANTAL, 1983: Jelentés az 1983. évi nagymélységű magnetotellurikus kutatásokról az MK–1 földtani alapszelvény mentén. MTA GGKI Adattár.
Der geologische Aufbau Österreichs, 1980. Wissenschaftliche Redaktion: Oberhauser. Springer Verlag Wien, New York.

1.5 SZERKEZETKUTATÓ MÉRÉSEK KECSKEMÉT D-KISKUNFÉLEGYHÁZA-ALPÁR KÖRNYÉKÉN*

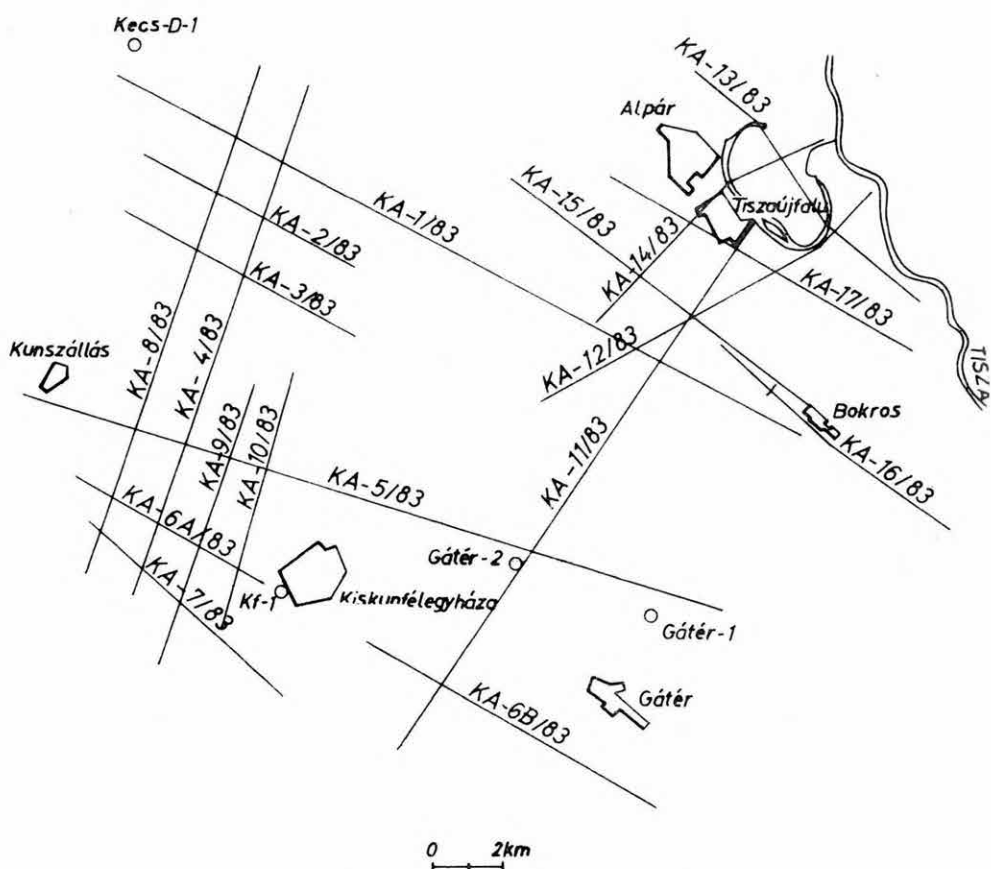
1983-ban az OGKT megbízásából reflexiós szeizmikus méréseket végeztünk a Kecskemét D–Kiskunfélegyháza–Alpár kutatási területen. A szeizmikus méréseket közvetlenül megelőzve a területen kiegészítő TE és MTS mérések is voltak. A geofizikai mérések célja szerkezetkutatás volt és a teljes rétegsor feldejtése, lehetőleg a preausztriai medencealjzat mélységéig. A szeizmikus mérési hálózat elrendezéséből is látszik, hogy a kutatás a Kecskemét D–1 mélyfúrás és Kiskunfélegyháza közötti részre, továbbá az Alpár-környéki területre összpontosul (28. ábra).

A terület földtani felépítését csak nagy vonalakban vázoljuk. Szerkezetföldtani szempontból a kutatási területre jellemző fő szerkezeti irány az ÉK–DNy-i, amit a gravitációs maradékanómália térkép és a korábbi szeizmikus mérések is alátámasztanak. A kecskeméti mélyfúrások — beleértve a terület ÉK-i szélére eső Kec–D–1 fúrást is — 1100–1200 m mélységben egyöntetűen paleozoos gránitot tártak fel mintegy 1100 m vastag neogén sorozat alatt. E fúrásokban a paleozoos gránit felett a mezozoos képződmények hiányoznak, a miocén képződmények vékonyak, vagy hiányoznak.

Az ausztriai orogén fázist bevezető alsó kréta diabáz vulkánosság nyomai a Kec–D–1 fúrásban megtalálhatók. Hasonló kőzetek ismertek pl. a jászkara-jenői és szolnoki fúrásokból is. A földmágneses térkép (29. ábra) anomáliavonulata ezt a vulkáni működést jelzi.

A Kiskunfélegyháza–1 fúrás 2539 m-ben, pliocén összlet alatt közvetlenül, flis jellegű felső kréta–paleogén összletet tárt fel. A gátéri fúrások 2505, illetve 2444 m vastag pliocén sorozat alatt vastag miocén rétegeket tártak fel, a Gátér–2 fúrás 2657 m-ben a micén korú rétegek alatt felső kréta kalcit-eres agyagmárgát és breccsát harántolva fejeződött be.

* Nemesi L., Polcz I., Szeidovitz Zs.



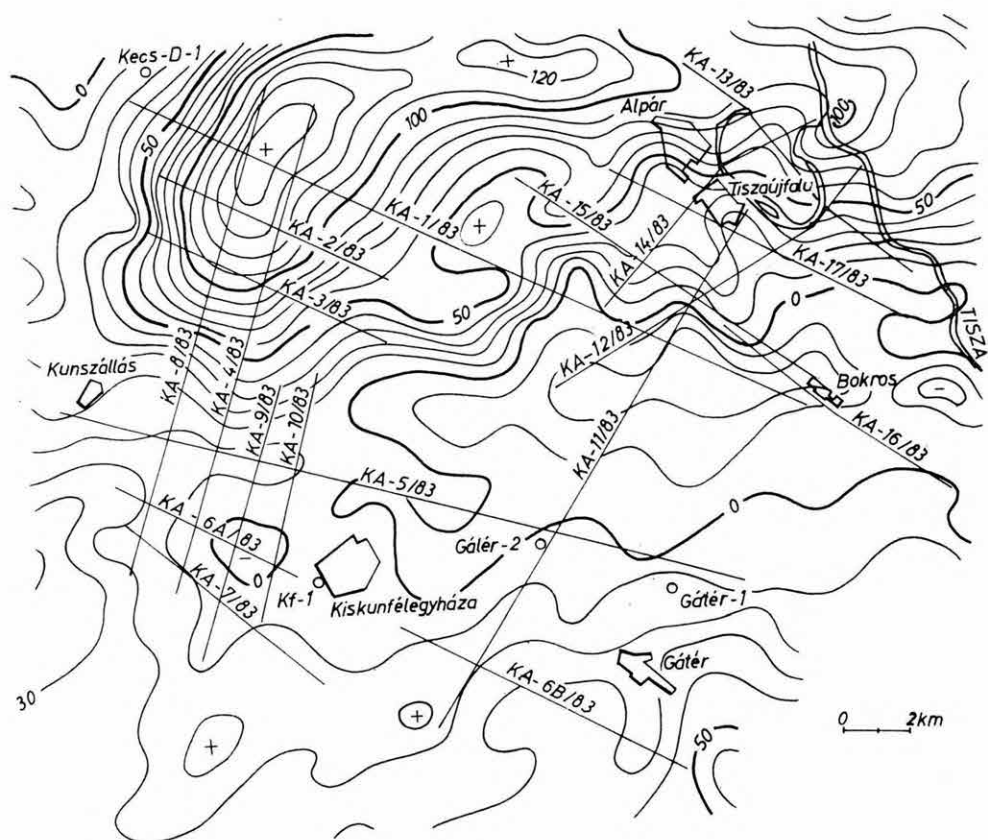
28. ábra. A szerkezetkutató szeizmikus mérések helyszínrajza

Fig. 28. Location map of seismic survey for structural exploration

Рис. 28. Карта ситуации структурной сейсмозвездки

Korábban végzett geofizikai mérések

1966-ban az ELGI — kőolajipari megbízásból — komplex geofizikai méréseket végzett a Kecskemét–Tiszakécske–Kunszentmárton–Kiskunfélegyháza területen. A mérőkomplexum gravitációs, mágneses, geoelektromos TE+DE valamint szeizmikus reflexiós és refrakciós méréseket foglalt magában. Az eredményeket az 1966. és 1967. Évi Jelentéseinkben is összefoglaltuk. Mai szemmel nézve meg kell állapítani, hogy ezek a tizennyolc évvel ezelőtti mérések — az akkor ismert analóg geofizikai kutatási színvonalnak megfelelően — jók.



29. ábra. Földmágneses ΔZ -anomália térkép

Fig. 29. Geomagnetic ΔZ anomaly map

Рис. 29. Карта магнитных аномалий ΔZ

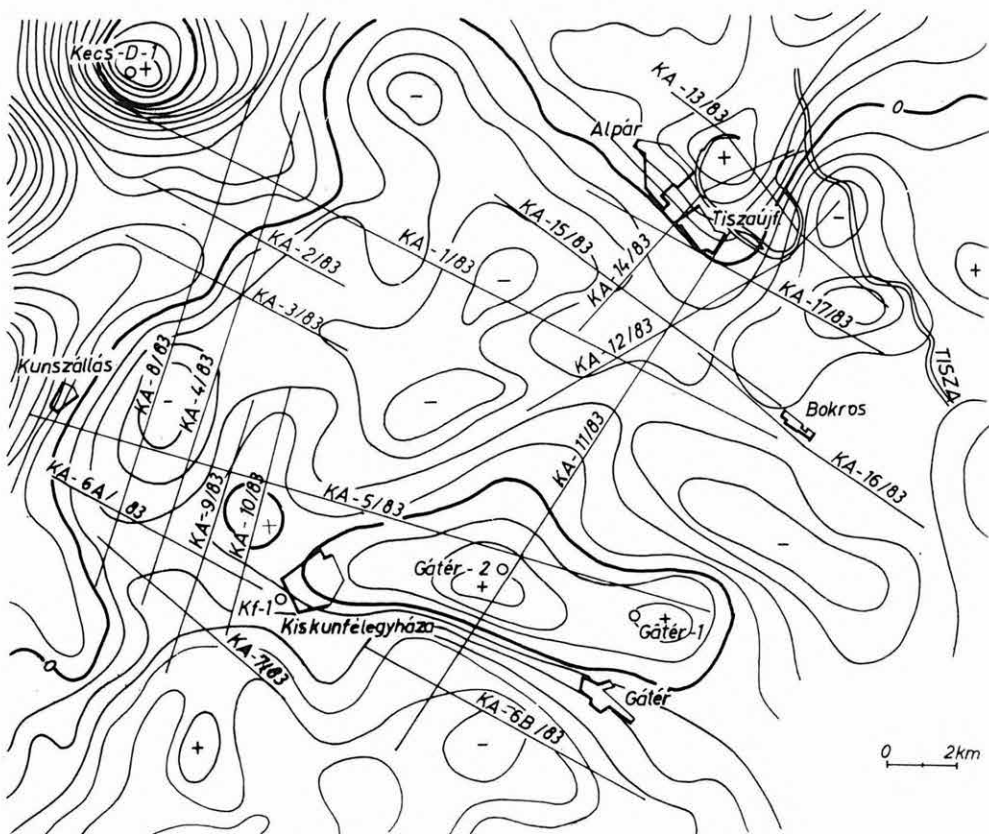
A terület továbbkutatásában igen jelentősek voltak a Geofizikai Kutató Vállalat (GKV) 1974–1975 és 1978–1979 közötti időszakra eső analóg, illetve digitális mérései, majd vibroszeiz módszertani kísérletei. Ezek tették lehetővé a neogén rétegsor belső szerkezetének pontosabb vizsgálatát és a pannóniai medencealjzat megbízható térképezését. A mezozoos összlet elterjedéséről, a terület tektonikai viszonyairól azonban összefüggő térkép nem készült. A mélyfúrások szeizmikus szelvényekkel való korrelálása a pannóniai aljzat alatt csak részben sikerült.

Az ELGI régebbi graviméteres méréseinek adataiból a GKV elkészítette a

terület szűrt gravitációs maradék-anomália térképét (Meskó-féle Rez M-4 szűrés, $s=1$ km, 30. ábra). A bemenő adatmátrix a graviméteres mérési pontok interpolációjával készült.

A maradék-anomália térképen határozott maximum van a Kec-D-1 fúrás környezetében és Kunszállástól Ny-ra. E két anomáliát összekötő tengelyre merőleges irányban Kiskunfélegyháza-Gátér vonalában hosszan elnyúló pozitív anomália-sáv rajzolódik ki, Tiszaújfaló irányában lefűződő nyúlvánnyal. A negatív anomáliák főként a kutatási terület belső részét töltik ki.

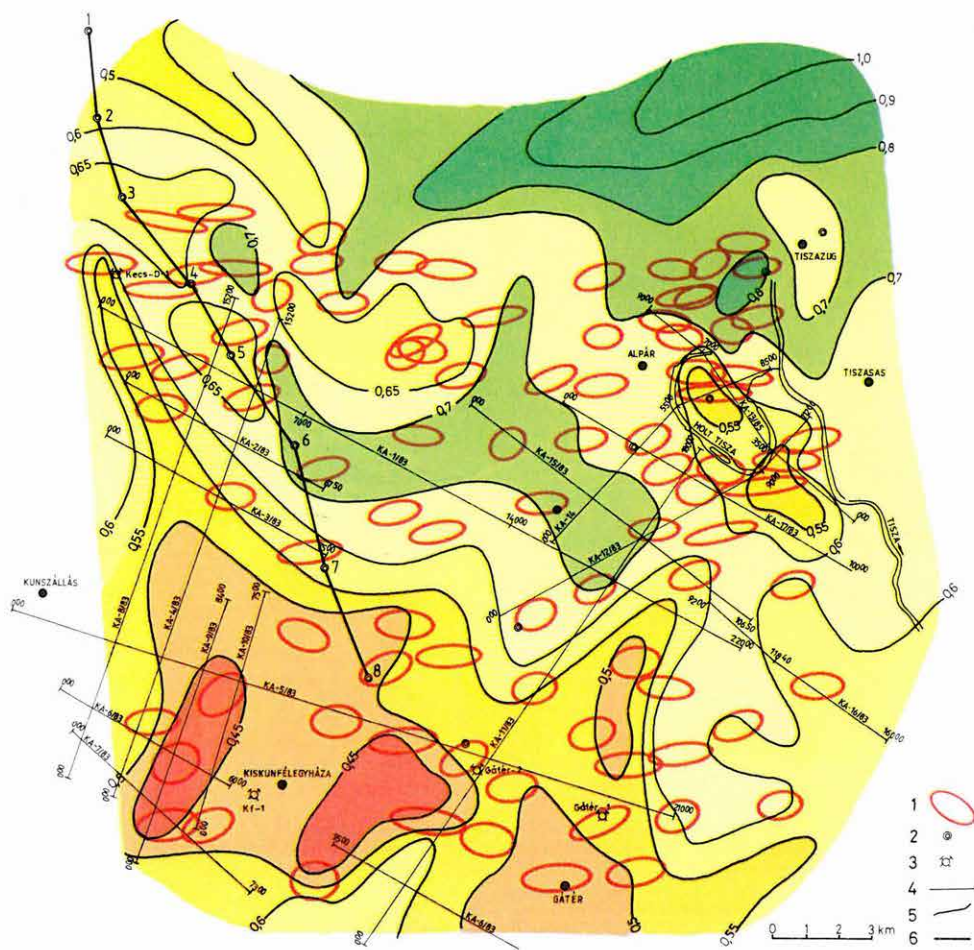
A földmágneses ΔZ anomália térkép (29. ábra) arculatát a K-ről DNy-ra ívelő pozitív mágneses anomália határozza meg. Ez az anomália a kréta diabáz kőzetanyagú vulkáni testek hatását tükrözi. A hatószámítás becslése szerint a ható mélysége 2-3 km körüli [POSGAY 1966].



30. ábra. Gravitációs maradék-anomália térkép

Fig. 30. Gravity residual anomaly map

Рис. 30. Карта остаточных гравитационных аномалий



31. ábra. Tellurikus izoarea térkép

1 — tellurikus anizotrópia ellipszisek; 2 — magnetotellurikus mérési pont; 3 — mélyfúrás;
4 — szeizmikus vonal; 5 — tellurikus izoarea vonal; 6 — a 32. ábrán látható magnetotellurikus szelvény nyomvonala

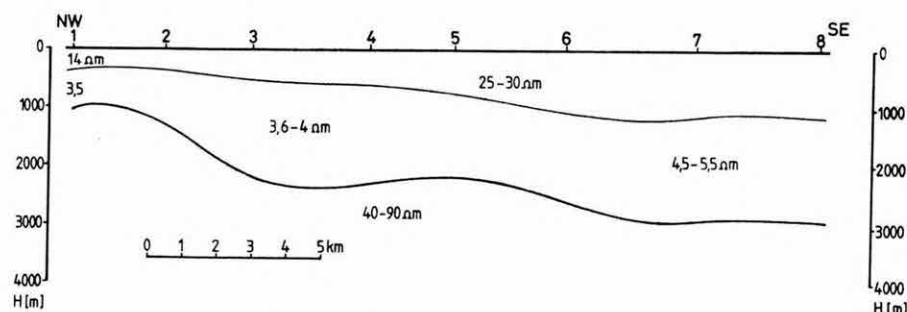
Fig. 31. Telluric isoarea map

1 — telluric anisotropy ellipses; 2 — magneto-telluric point; 3 — borehole; 4 — seismic line;
5 — telluric isoarea contour line; 6 — location of magnetotelluric profile of Fig. 32

Рис. 31. Теллурическая карта изоареал

1 — эллипсы теллурической анизотропии; 2 — пункты магнитотеллурических зондирований; 3 — буровые скважины; 4 — линии профилей сейсморазведки; 5 — изолинии теллурических изоареал; 6 — линия магнито-теллурического профиля, приведенного на рис. 32

Az 1983. évi tellurikus és magnetotellurikus méréseket is a GKV megbízásából végeztük. A közel 500 km²-es területen — kvázihálózatban — 91 tellurikus (TE) és két szelvényben 15 magnetotellurikus állomást (MTS) telepítettünk. A korábbi, 1965. évi mérésekkel együtt is csak kb. 3,5 km²/pont állomássűrűségű a geoelektromos információ-sűrűség. A Kecskemét–1 fúrásnál található gravitációs maradék-anomália DK-i nyúlványa a tellurikus térképen (31. ábra) önálló záródó anomália, az alpári terület pozitív gravitációs maradék-anomáliája is szoros korrelációt mutat a tellurikus térképpel. A tellurikus anizotrópia ellipsziseket a nagyalföldi mérések során most először sikerült megrajzoltatni HP 9845-ös számítógéppel. Más területeken egyértelmű összefüggést találtunk az ellipszisek irányítottága, elnyúltsága és a nagy ellenállású aljzat szerkezeti viszonyai között (a nagytengelyirányok pl. a nagyszerkezeti vonalak csapásirányában állnak; vízszintesen rétegzett modell esetén körök stb.). Ezen a területen a tellurikus képet a szerkezeti viszonyokon túl jelentősen befolyásolja az üledékes összlet fajlagos ellenállásának nagymértékű, közel É–D irányú változása. Ilyen jelentős változás az Alföld más területén nem ismeretes. Ez a magyarázata annak, hogy a Kecskemét és Kiskunfélegyháza környéki relatív vezetőképesség értékek az izoarea térképen közel azonosak, holott a neogén összlet az utóbbi helyen több mint kétszer vastagabb az előbbinél. A fenti megállapításokat szemlélteti az I. MTS szelvény (32. ábra). A felszíntől számított első réteghatár valószínűleg a felső pannon fekével azonosítható. Már e legfelső elektromos réteg fajlagos ellenállása D felé jelentősen megnő. A második réteg felülről az alsó pannon és miocén (esetleg felső kréta–paleogén) összletet foglalja magában. E kis ellenállású összlet fajlagos ellenállása ÉNy-ról DK felé nő, de jelentősebb változás csak az 5. pont után következik be. E réteg fekévelése a Kecskemét környékén levő 1100 m-től 3000 m-ig növekszik. Feltűnő az aljzat szokatlanul kis fajlagos ellenállása (gyakran csak 40–50 Ωm).



32. ábra. Magnetotellurikus szelvény

Fig. 32. Magneto-telluric profile

Рис. 32. Магнито-теллурический профиль

Az 1983. évi szeizmikus reflexiós mérések szelvényhossza mintegy 170 km volt; $24 \times 100\%$ fedésű közös mélységpontos rendszerben, egyirányú észleléssel mértünk. A teljes terítéshossz 2950 m, offset 50 m, csatornáköz 50 m volt. A mérésnél DFS-V típusú, 60 csatornás, Texas Instruments gyártmányú műszert használtunk. Az energiakeltés átlagosan 7 kg Paxit-IV robbanóanyaggal történt, 16–21 m mély lyukakból (az Alpár környéki méréseknél a kedvezőtlen energiakeltés miatt 26–36 m mélységű robbantólyukakra is szükség volt). A felszíni zavarhullámok csillapítására csatornánként 20 db GSC 11D típusú digitális szeizmométert csoportosítottunk $\Delta x = 5$ m-es távolságokkal. A koherens zavarok hullámhossza 10 és 40 m között változott.

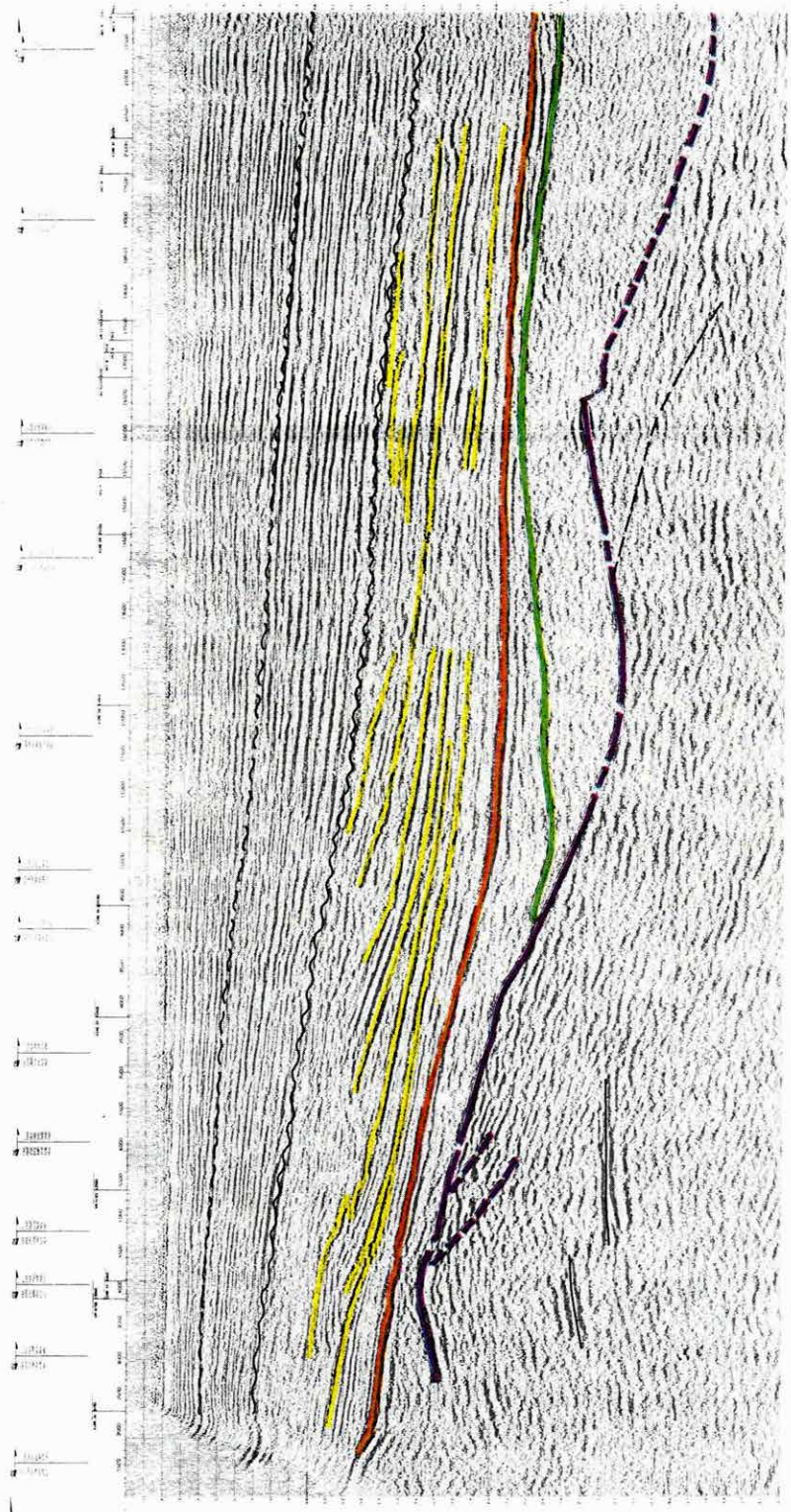
A szeizmikus mérések vonatkozási szintjének a tengerszint feletti +50 m-t választottuk. A mérési anyag feldolgozásához szükséges statikus korrekció számítása céljából sekély lyukszelvényezéseket végeztünk a vonatkozási szint és a felszín közötti idő meghatározására.

A felvételeket az ELGI számítógép centrumában az SzCSz-3 programcsomaggal dolgoztuk fel. A feldolgozás lépéseire itt külön nem térünk ki részletesen (l. 2.1.1 fejezet). A kész időszelvények közül a hullámegyenlet-migrációval kidolgozott példányokat használtuk az értelmezéshez. A következőkben bemutatunk néhány szelvényt a szeizmikus reflexiós mérés anyagából.

A KA-1/83 szelvény (33. ábra) a Kecs-D-1 mélyfúrás közeléből indul és DK-i irányban szeli át a kutatási területet. Ez a mérési program leghosszabb szelvénye, összekötő a Kecskemét-déli és az alpári terület között. A narancs-sárga színnel jelölt összefüggő reflexiós vezérszint a pannóniai medencealjzattal azonosítható, DK-i irányban jelentősen elmélyül. Belső szerkezetét tekintve a pannóniai üledékösszletben egy biztos települési diszkordancia jelölhető ki, ezt hullámos vonallal rajzoltuk a szelvényre. Ez alatt találjuk a szelvény legkiemelkedőbb jellegzetességét: az ÉNy-felé egyre feljebb ívelő — világossárga színnel jelölt — összetartó ferde települést, ami a progradáló deltafront lera-kódási mechanizmusát tükrözi igen szépen. A tengeri üledékképződés befejeződése utáni fázist litorális és terrigén üledékfelhalmozódás jelzi. Ez a reflektáló energiában szegény, főleg jellegtelen vastag fedőösszlet a szelvényben teljes terjedelmében felismerhető és elválasztható; szeizmikus „jelszövet” szerkezete alapján két külön részre bontható (szaggatott hullámvonal).

A másik jelleghatár közel a pannóniai aljzat alatt jelölhető ki. Itt viszonylag vékony miocén korú reflexiós rétegsor követhető, alatta alacsony energiaszintű jellegtelen összlet tűnik fel és DK-i irányban tekintélyesen kivastagodik. Ez a sorozat feltételezhetően a felső kréta–paleogén közettömeget képviseli (világos zöld színezés).

A lila színnel jelölt határfelület a felülről nézve egységes preausztriai medencealjzatot képviseli. A jórészen reflexiómentes, kaotikus fedőösszlet és a hirtelen megjelenő kisméretű jelszövetű dinamikus hullámkép szétválása elősegíti az idős aljzat követését. Az aljzaton belüli rétegződést fekete színnel jelöltük.



33. ábra. KA-1/83 migrált reflexiók időszelvény

Fig. 33. KA-1/83 migrated time section

Рис. 33. Временной разрез КА-1/83 с миграцией

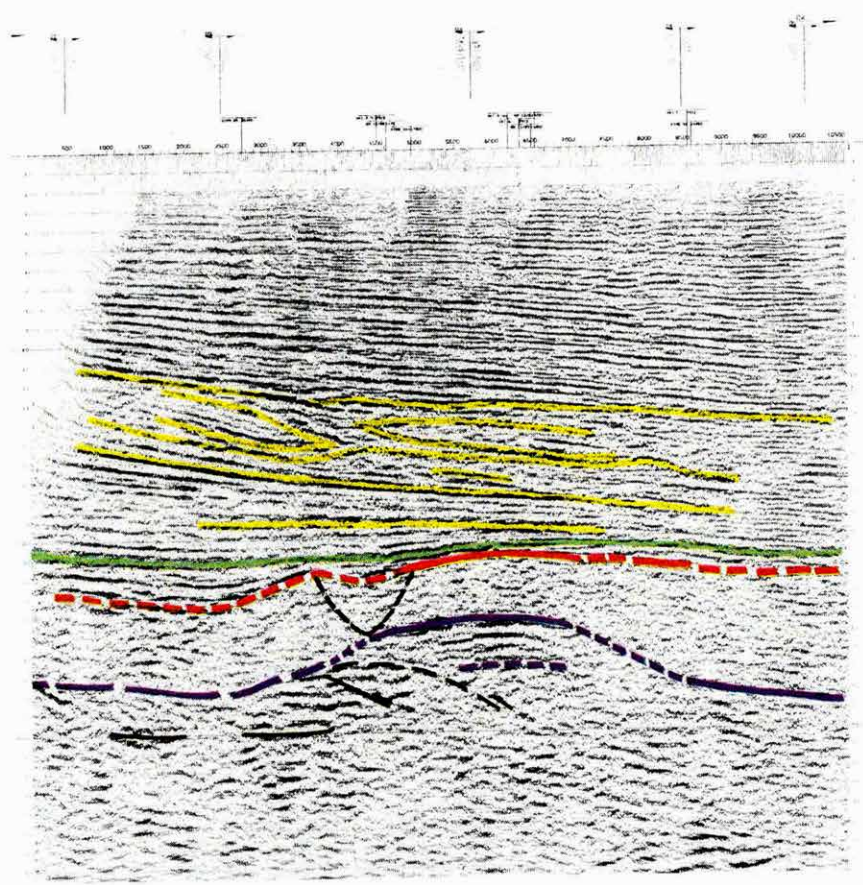
A KA-1/83 szelvényre merőlegesen mértük a KA-8/83 szelvényt (34. ábra). A pannóniai üledékösszlet belső szerkezete itt is változatos képet mutat. Az összetartó ferde településen kívül feltűnő a reflexiószegény és erős amplitúdójú, hosszan követhető, párhuzamos reflexiókkal jelentkező sorozatok váltakozása. A pannóniai medencealjzat (narancssárga szint) dél felé elmélyül. A lila színrel jelölt preausztriai medencealjzat erősen taktionizált (a szelvény metszi a területen feltételezett egyik feltolódási vonalat). A szelvényen az értelmezés két változatát tüntettük fel.

A KA-11/83 szelvény (35. ábra) a mérési terület déli részét köti össze az alpári területtel. A szelvényen feltüntettük a közelben mélyített Gátér-2 fúrás rétegsorát. A gátéri fúrásokat a már régebben ismert kiemelkedésre telepítették. Sajnos 3600 m-ben, felső kréta összletben megállt a fúrás, valószínűleg 150 m-en belül elérték volna a medencealjzatot. A pannóniai üledékösszlet vastagsága tetemes, a fúrásnál 2444 m, déli irányban erősen növekszik. A miocén összlet alsó határa (zöld szint) nem követhető össze jó reflexiós jelsorozattal. A felső kréta összlet reflexióban szegény. A preausztriai medencealjzat (lila szint) jelölését az erőteljes reflexiókötegek megjelenéséhez kötöttük.

A KA-15/83 (36. ábra) az alpári terület egy jellegzetes szelvénye. Az alsó pannóniai összletben az összetartó ferde település itt is megfigyelhető; a pannóniai medencealjzat (narancssárga szint) ebben a szelvényben nem olyan éles, hosszan követhető mint pl. a KA-1/83-ban. A felső kréta összlet itt is reflexiószegény, a medencealjzatban végbement mozgások hatása a zöld szint lefutásában is észrevehető. A szelvény metszi a mérési terület másik, ÉK-DNy-i irányú feltételezett feltolódási vonalát.

A szelvényeken bejelölt határfelületek közül kettőt térképeztünk: a narancssárga szintet, amely a pannóniai medencealjzat időtérképe (37. ábra) és a lila szintet, amely a preausztriai medencealjzatának időtérképe (38. ábra). A KA-8/83 szelvényen a mélyebben bejelölt lila szintet térképeztük. Az idővonalak értékköze mindkét térképen 50 ms. A lila szint térképén a szintvonalak sürűsödése mutatja az alpári területen követhető feltolódási vonal helyét.

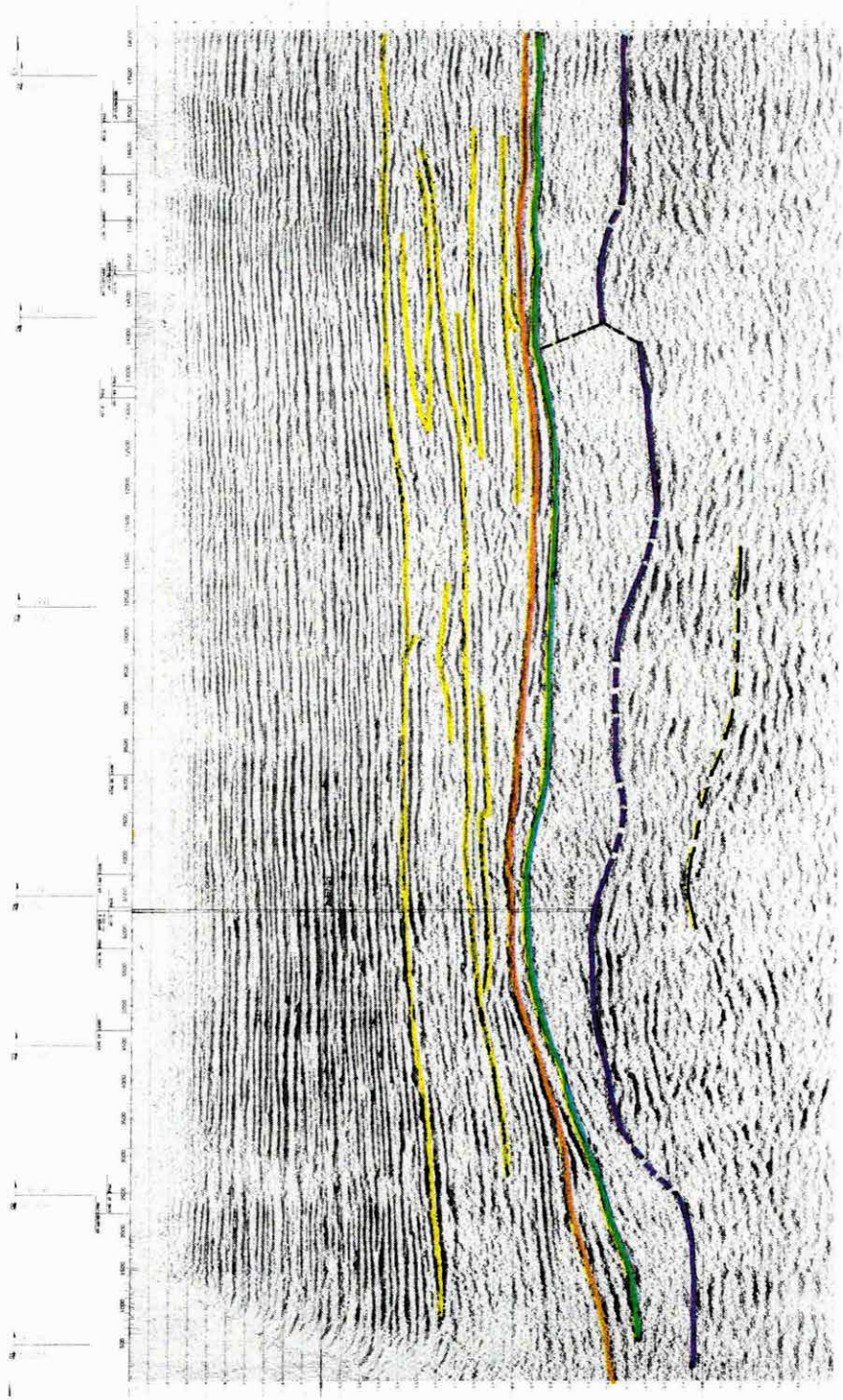
A mérés folytatódik 1984-ben is; az alpári vonalaktól É-ra, a jászkarajenői fúrásokig terjesztjük ki a mérési területet, dél felé pedig a bugaci fúrásokig húzódnak a tervezett vonalak.



34. ábra. KA-8/83 migrált reflexiók időszelvény

Fig. 34. KA-8/83 migrated times section

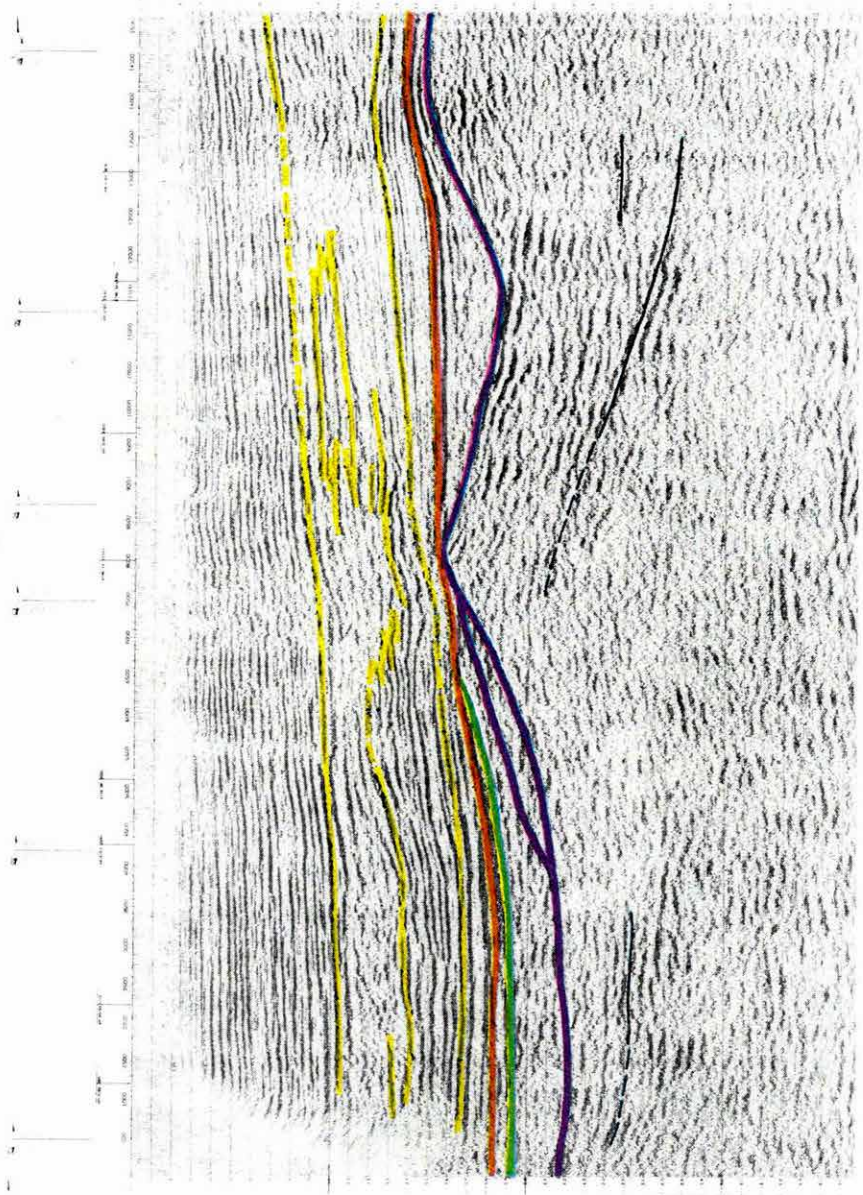
Рис. 34. Временной разрез КА-8/83 с миграцией



35. ábra. КА-11/83 migrált reflexiók időszelvény

Fig. 35. КА-11/83 migrated time section

Рис. 35. Временной разрез КА-11/83 с миграцией

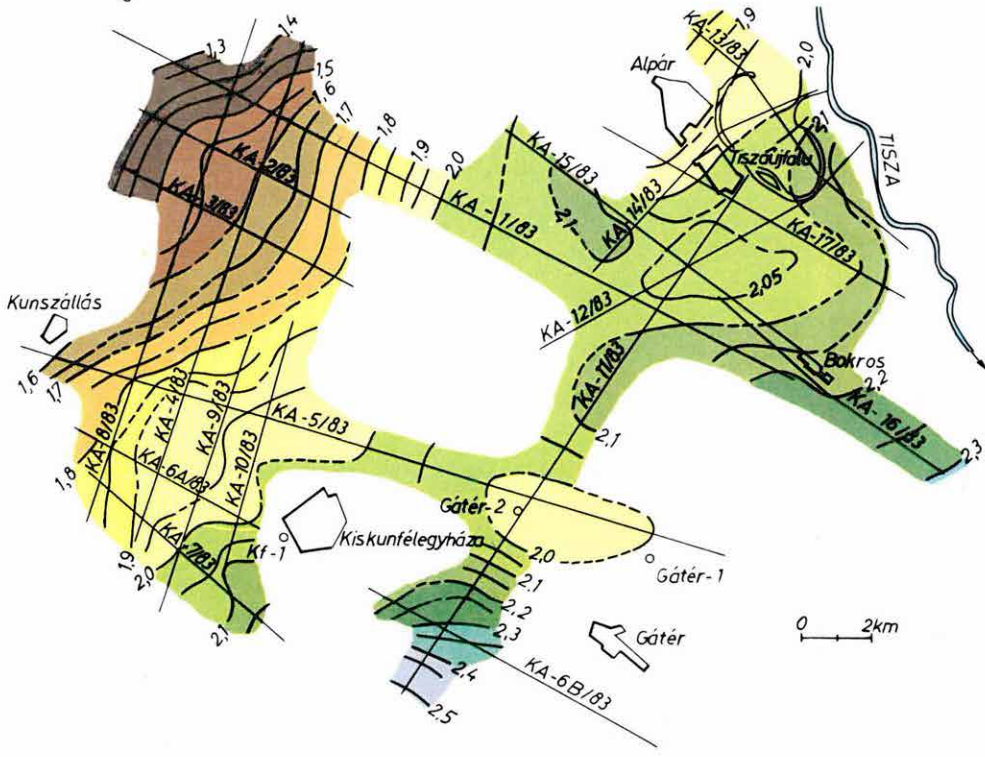


36. ábra. KA-15/83 migrált reflexiós időszelvény

Fig. 36. KA-15/83 migrated time section

Рис. 36. Временной разрез КА-15/83 с миграцией

Kecs-D-1

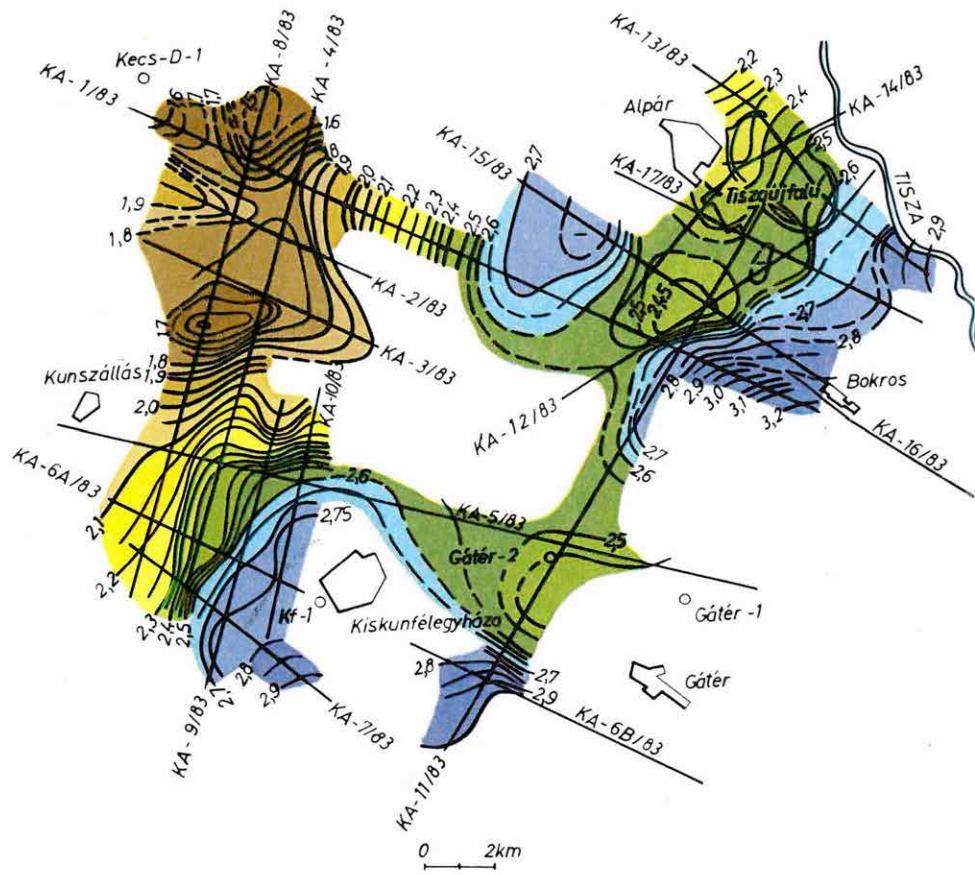


0 2km

37. ábra. A pannóniai medencealjzat időtérképe

Fig. 37. Time contours of the Pannonian basin floor

Рис. 37. Карта изолиний времен отражений от фундамента Паннонской впадины



38. ábra. A preausztriai medencealjzat időtérképe

Fig. 38. Time contours of the pre-Austrian basement

Рис. 38. Карта изолиний времен отражений от доавстрийского фундамента

2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS

2.1.1 SzCSz-3 programrendszer az ELGI szeizmikus feldolgozásában*

1981-től a szeizmikus mérési adatok feldolgozását R-35 típusú ESZR számítógépre alapozott számítóközpontunkban az SzCSz-3 programrendszer felhasználásával végezzük (l. 1981. Évi Jelentés). A rendszert a Szovjetunió Kőolajipari Minisztériumának Központi Geológiai Expedíciója (CGE) dolgozta ki, együttműködve a KGST tagországok geofizikai intézményeivel. A rendszer feladata: szeizmikus mérési adatok feldolgozása OS operációs rendszerrel ellátott ESZR számítógépen. A programrendszer tetszőleges észlelési rendszer esetén is lehetővé teszi a mérési adatok feldolgozását. A felhasznált részére az alábbi lehetőségeket biztosítja:

Kiválasztott csatornasorozatok feldolgozásának vezérlése

Vezérlőparaméterek:

- közös koordináta típusa
 - SP robbantóponti
 - OP geofonponti
 - DP közös referencia pont (mélységpont) szerinti gyűjtések lehetősége;
- választott szelvényintervallum (INTX) és lépésköz (DX);
- robbantópont (SP) és geofonpontok (OP) távolságértékei (L_i) szerinti megkülönböztetés;
- időintervallum (INTT);
- időbeli lépésköz (DT: 1, 2, 4, 8 ms);
- adatformátum (FTR: I2, I4, R2, R4).

Az alapprogramok segítségével a csatornák sorozatán az alábbi fontosabb műveletek végezhetők el:

- SP, OP, DP szerint gyűjtött csatornakészletek, „szeizmogramok” létrehozása;

* Timár Z.

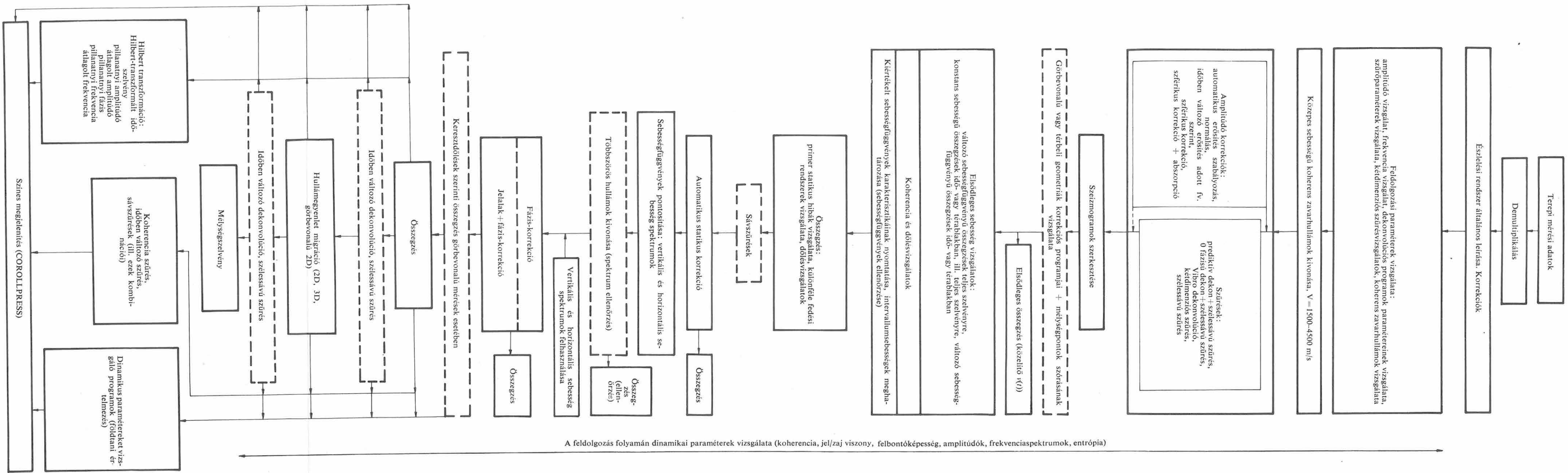
- kiválasztott csatornák válogatása szeizmogramon belül;
- azonos robbantópont–geofon távolsággal rendelkező csatornasorozatok válogatása, ill. összegzése;
- csatornák válogatása és összegzése a koherencia figyelembevételével;
- csatornák gyűjtése és összegzése a reflexiók dőlésének figyelembevételével;
- koherencia- és dőlésvizsgálatok;
- szubrutinok paramétereinek gyors vizsgálata „ismétlő” főprogramokkal (válogatással és összegzéssel);
- koherens zavarhullámok sebességeinek vizsgálata;
- koherens zavarhullámok kivonása robbantóponti szeizmogramokból;
- kétdimenziós szűrés*;
- összegzés megadott vagy automatikusan meghatározott sebességfüggvényekkel, tetszőleges szerinti szelvényszakaszon, ill. időintervallumban;
- statikus korrekciók javítása közös robbantóponti (SP) vagy közös geofonponti (OP) szelvényeken;
- statikus korrekciók javítása közös referenciapont (mélységpont) szerint válogatott szeizmogramokon;
- frekvenciaspektrumok számítása vertikálisan és horizontálisan és ezek megjelenítése sornyomatón;
- közös referenciapont szerint válogatott csatornakészletek létrehozása, és szükség szerint összegzése, fáziskorrekcióval, jelalakkorrekcióval, illetve ezek kombinációjával;
- sebességspektrumok készítése vertikális vagy horizontális csatornakészletekkel;
- többszörös reflexiók eltávolítása;
- koherens jellegek kiemelése az időszelvényen;
- súlyozatlan vagy súlyozott Kirchhoff migráció;
- hullámegyenletes migráció** (2D és 3D).

Az alapprogramok végrehajtása során alkalmazható szubrutinok az alábbi lényegesebb átalakításokat biztosítják:

- szerkesztés (csatornák tetszőleges részeinek „levágása”);
- csatorna kitörlése, polaritás-váltás, lyukszűrés;
- amplitúdómenetek kinyomatása;
- statikus és dinamikus korrekciók végrehajtása és inverz dinamikus korrekció;
- frekvenciaspektrum előállítás csatornánként;

* A GEOSOFTWARE Vállalati Gazdasági Munkaközösség tagjai által készített programok.

** Az ELGI fejlesztési eredményei.



A feldolgozás folyamán dinamikai paraméterek vizsgálata (koherencia, jel/zaj viszony, felbontóképesség, amplitúdók, frekvenciaspektrumok, entrópia)

39. ábra. Az ELGI-ben alkalmazott SzCSz-3 szeizmikus feldolgozási rendszer folyamatábrája

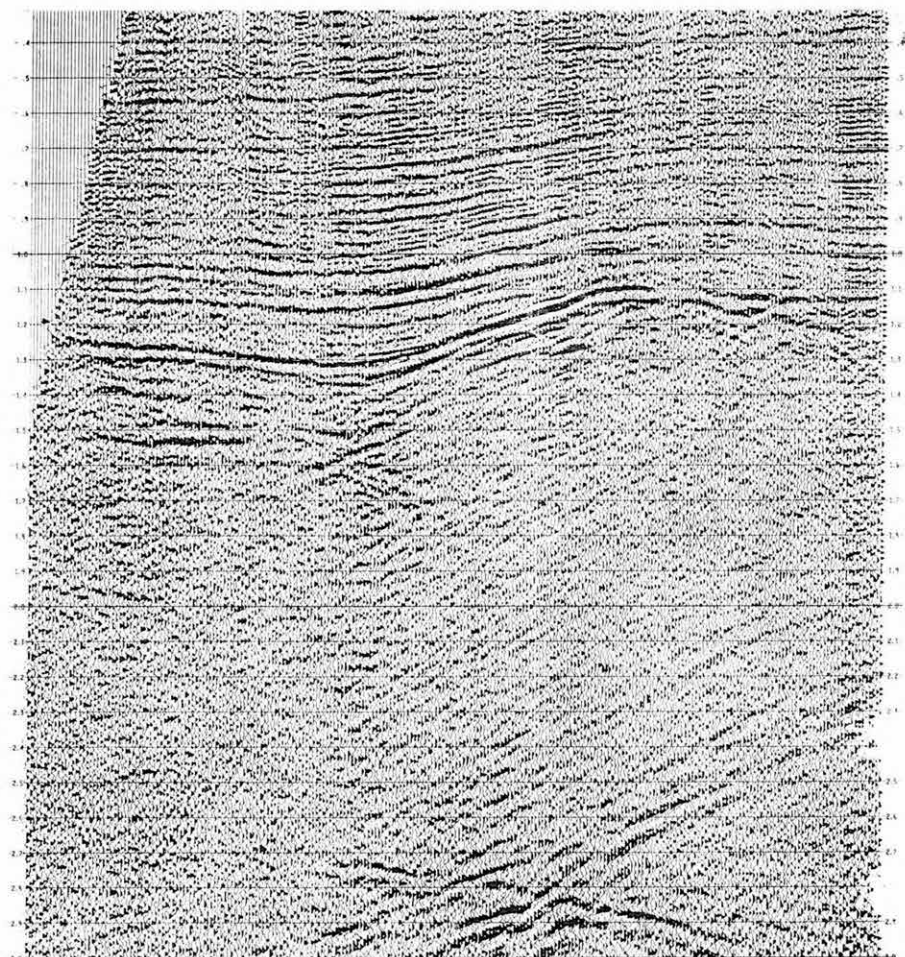
- automatikus amplitúdó-szabályozás;
- csatornák szintjének normalizálása max. amplitúdó, átlag amplitúdó vagy átlag energia szerint, és inverz normálások;
- felszíni hatások szerinti amplitúdó-korrekció;
- szférikus és abszorpciós veszteségeket kompenzáló valódi amplitúdó-helyreállítás;
- adott függvénnyel történő amplitúdó-szabályozás;
- csatornák dinamikus paramétereinek nyomonkövetése a feldolgozás folyamán, adott horizontok mentén (koherencia, jel/zaj viszony, felbontóképesség, entrópia);
- Vibroseis dekonvolúció*;
- időben és a szelvény mentén változtatható sávszűrés;
- időben és a szelvény mentén változtatható dekonvolúció (prediktív, spike, ill. zérófázisú);
- Hilbert transzformáció a pillanatnyi amplitúdó és ennek simított változata, a pillanatnyi frekvencia és ennek simított változata, a pillanatnyi fázisszelvény előállítására;
- görbevonalú és térbeli felvételezés korrekciós programjai**;
- görbevonalú mérési elrendezés és mélységponteloszlás megjelenítése (scatterogram)**;
- koherencia és dőlés szerinti összegzés görbevonalú mérés esetén**;
- időmetszetek készítése** (3D mérés esetén).

COROLLPRESS programok :

- amplitúdó szerinti színezés**;
- látszólagos frekvencia szerinti színezés**;
- scatterogramok színekódolt ábrázolása**;
- időmetszetek színes megjelenítése**;
- dőlés- vagy koherencia szerinti színezés időszelvényen**.

A programcsomag vázlatos ismertetése is mutatja a geofizikus számára nyújtott lehetőségeket: közel 180–200 program biztosítja a feldolgozási- és módszertani feladatok megoldását. A számítóközpont bővítése után (speciális proceszor illesztése, I. 1982. Évi Jelentés) 1983 elején kialakítottunk egy standard feldolgozási gráfot a megoldandó feladatok széles skálájának figyelembevételével (39. ábra). A feldolgozás első lépéseként az egyedi szeizmogramok jellegzetes tulajdonságait vizsgáljuk és kialakítjuk az egyedi felvételek javításához szükséges optimális műveleti- és paramétersorozatot. Minden esetben amplitúdó- és frekvenciavizsgálatokat végzünk, teszteléssel állapítjuk meg a szükséges amplitúdó-kiegyenlítés típusát és paramétereit (általában valódi amplitúdó-helyreállítást alkalmazunk), megvizsgáljuk, szükség van-e dekonvolúcióra és kiválasztjuk a sávszűrés paramétereit. Szükség szerint zavarhullám-analízist

végzünk és alkalmazzuk a zavarhullámkivonó eljárást. Ezután kiválasztott paraméterekkel dekonvolúciót és szélessávú szűrést alkalmazunk. A szerkesztési műveletek után sebességanalízist végzünk és elkészítjük az elsődleges összegzett időszelvényt. (40. ábra) A következő lépésben automatikus statikus kor-

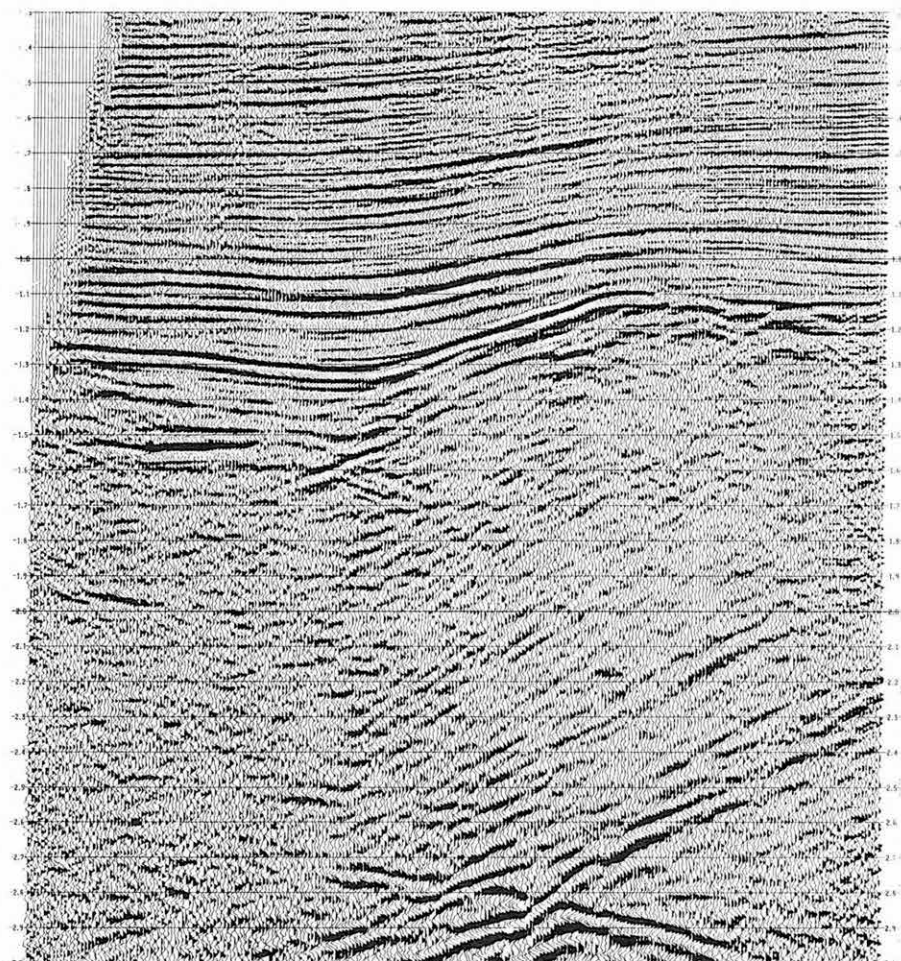


40. ábra. A szerkesztési műveletek, amplitúdó helyreállítás és az előszűrések után végzett sebességvizsgálatok alapján készített elsődleges időszelvény (részlet)

Fig. 40. Raw stack time section (detail) on the basis of velocity analyses made after editing, amplitude recovery and filtering

Рис. 40. Предварительный временной разрез (деталь), построенный на основании введения поправок за установку, коррекцию амплитуд и изучения поведения скоростей после предварительной фильтрации

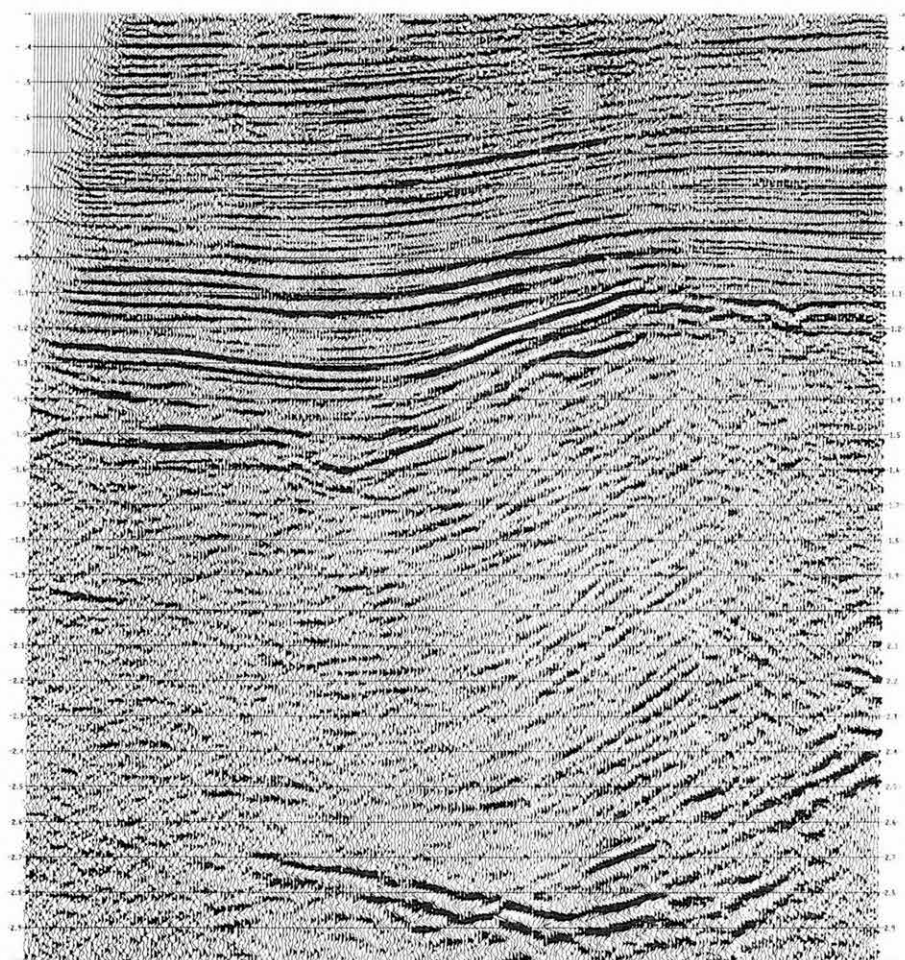
rekciót hajtunk végre. A jelekre „hangolt” sávszűréssel ez a művelet még hatékonyabbá tehető. A továbbiakban a sebességfüggvényeket spektrumvizsgálatokkal tesszük pontosabbá, indokolt esetben a többszörös hullámok kivonását is elvégezzük. Az utolsó fázisban az összegzés előtt, de már a statikus és dinamikus jellegű maradék hibák eltávolítása után, jelalak- és fáziskorrektíós műveletekkel (optimális többszörös hullámok kivonása) javítjuk az összegzés hatékonyságát



41. ábra. A jelalak- és fáziskorrektíós összegzés utáni időszelvény, koherencia szűréssel

Fig. 41. Time section, coherency filtered after a wave-form and phase correcting optimum stack

Рис. 41. Временной разрез, построенный после суммирования формы сигнала и коррекции фаз, с когерентной фильтрацией



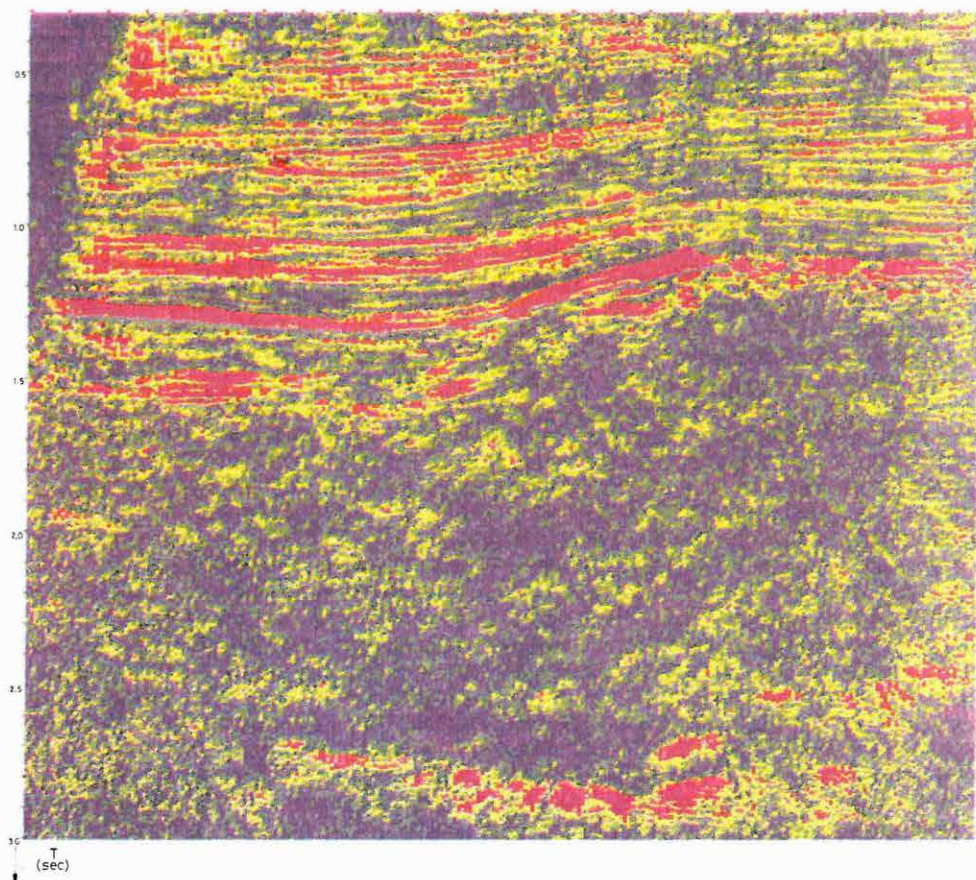
42. ábra. Koherencia szerinti jelkiemelés a migrált időszelvényen

Fig. 42. Signal enhancement based on coherencies of the migrated time section

Рис. 42. Выделение сигнала по когерентности на мигрированных временных разрезах

(41. ábra). Végül hullámegyenletes migrációt és koherencia szerinti jelkiemelést alkalmazunk (42. ábra).

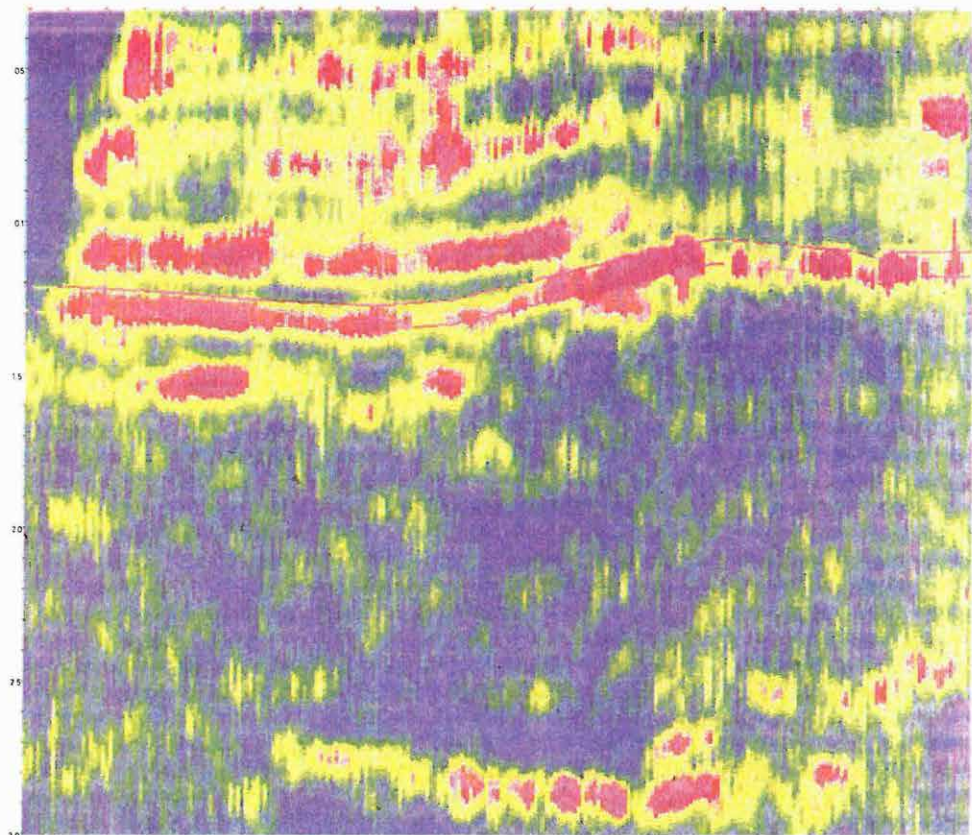
A COROLLPRESS plotter programrendszere lehetőséget ad az amplitúdó és látszólagos frekvencia szerint színezett időszelvények különböző formában történő megjelenítésére, valamint a Hilbert transzformációval nyert pillanatnyi amplitúdó-, frekvencia- és fázisértékek színekkel kódolt ábrázolására (43., 44. ábra) Az ábrák alatti spektrum az ábrázolt paramétereknek a 44. ábrán megjelölt időablakban való változásait mutatja.



43. ábra. Hilbert transzformációval nyert pillanatnyi amplitúdó szelvény

Fig. 43. Instantaneous amplitude section obtained by Hilbert transform

Рис. 43. Профиль мгновенной амплитуды, полученный трансформацией Гильберта



sec



44. ábra. A pillanatnyi amplitúdó szelvény simított változata

Fig. 44. Smoothed instantaneous amplitude section

Рис. 44. Сглаженный вариант профиля мгновенной амплитуды

A szeizmikus interpretáció lehetőségei tovább bővülnek az 1983-ban bevezetett és 1984-ben bevezetésre kerülő „geológiai szelvényprognózis” (PGR) programcsomaggal. Az új rendszer lehetőségeiről és eredményeiről a jövő évi Jelentésben számolunk be.

2.1.2 ESS-01-24 műszerrel készített szeizmikus felvételek beadása R-35 típusú számítógépbe*

Az ELGI-ben kifejlesztett ESS-01-24 típusú digitális, mérnökszeizmikus műszer széles körben használható terepi méréseknél: 16 bites szavakból álló, 16 Kszó terjedelmű memóriája, összegzési lehetősége, 20–2000 Hz frekvenciatartománya, kis súlya univerzális szeizmikus mérőműszerré teszik. Felhasználási körét tovább bővíti az a lehetőség, hogy az újonnan elkészült számítógépes periféria segítségével a mérések kazettán rögzített anyaga közvetlenül bejuttatható az R-35 számítógépbe és ezáltal bekapcsolható a szeizmikus anyagok rutinszerűen folyó feldolgozási folyamatába. A mért anyag minőségének software úton történő javítása és megjelenítése sokat segít az értelmező geofizikusoknak.

A számítógép új perifériája a PK-1 típusú kazettás mágnesszalagos egység. A kazetta beadásához átalakítottuk és kibővítettük az ES-6022 típusú lyukszalagos vezérlőegységét, olymódon, hogy a módosítás után is el tudja látni a normál lyukszalagbemenet vezérlését is. A PK-1 kazettaolvasó üzemeltetését olyan hardware illesztőegység teszi lehetővé, amely fizikailag és logikailag az FS-1501 típusú lyukszalagos csatlakozó felületét modellezi az ES-6022 felé. Ez az egység látja el a kazettás magnetofon vezérlését, az olvasott információ dekódolását, átalakítását és blokkonkénti olvasását a vezérlőből érkező, software úton generált vezérlőjelek hatására. Az információ csatornára kerülése — a belső puffer tár alkalmazásának eredményeként — a magnó sebességétől független, így a berendezés multiplex üzemben működhet. Az adatátvitel sebessége 12 000–40 000 Baud. Az illesztőegység a kazettás adatokat blokkonként fogadja és továbbítja. A blokkok mérete 1–2–4 Kbyte lehet, a választott tárméretnél rövidebb adatblokkokat az illesztőegység '00' karakterekkel egészíti ki. Az illesztőegység méretei és kis teljesítményigénye (LSI, MSI áramkörök) miatt az ES-6022 házában került elhelyezésre és a tápellátást is az eredeti 6022 egység biztosítja.

Software támogatás

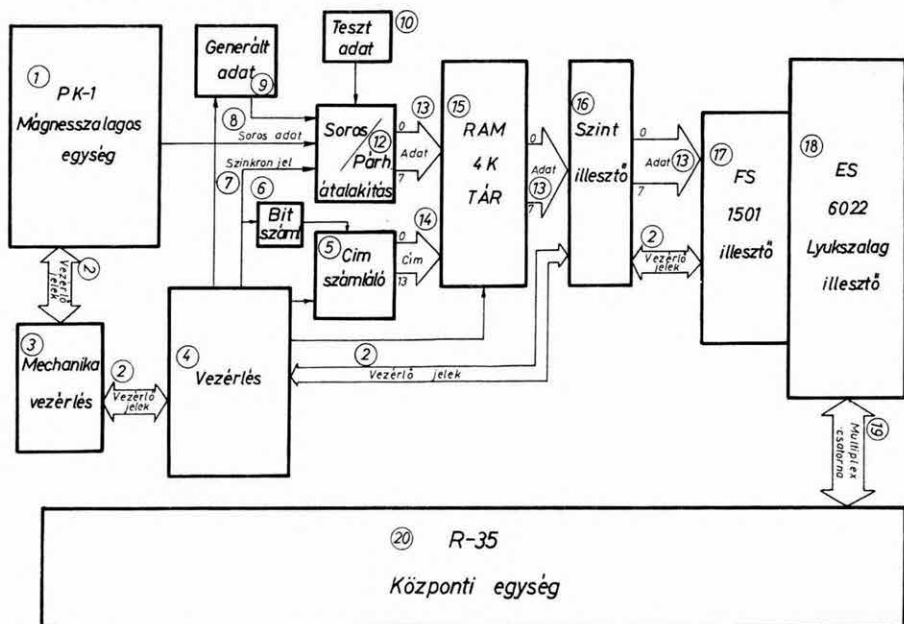
Az illesztőegység vezérlését, az adatok fogadását, ellenőrzését és dekódolását egy erre a célra kifejlesztett program végzi, amely a kazetta FSO formájú adatait (a FORTRAN-IV nyelvű feldolgozó rendszer számára) megfelelő formátummá alakítja és mágnesszalagon rögzíti. A felvitel két menetben történik:

* Holczer P., Széphelyi E., Dianiska L., Cserecsik F.

először a kazettás adatok beolvasása, majd a következő lépésben — meghagyva a kézi beavatkozás lehetőségét — a hibás adatok javítása, ill. törlése következik.

Egy kazettaoldal felvitele 30–60 perc, ezért a program lényeges tulajdonsága, hogy újraindítható. Minden sikeresen felvitt felvételnél (1 fejblokk + 24 adatblokk) a program mágneslemezre írja át a felvétel lényeges információit. Ennek segítségével géphiba, vagy egyéb váratlan esemény utáni újraindításkor a program automatikusan a megfelelő helyre állítja be a visszacsévlés után a mágnesszalagot, majd folytatja az adatok beadását.

A program nyelve: PL/1 és FORTRAN-IV, tárigény: kevesebb mint 128K, lekötött perifériái: ES 6022 (beadás), ES 5017 (kimenet). A PK-1 illesztés blokkvázlata a 45. ábrán látható.



45. ábra. A PK-1 illesztőegység blokkvázlata

Fig. 45. Block diagram of the PK-1 interface unit

1 — cartridge tape drive; 2 — control signals; 3 — drive mechanics control; 4 — interface control unit; 5 — address counter; 6 — bit counter; 7 — synchron signal; 8 — serial information; 9 — generated data; 10 — test data; 12 — serial/parallel transformer; 13 — data; 14 — address; 15 — 4 Kbyte RAM; 16 — sender/receiver circuits; 17 — interface to FS 1501 punched tape input; 18 — punched tape input interface; 19 — multiplexor channel; 20 — CPU of RYAD-35 computer

Рис. 45. Блок-схема устройства сопряжения магнитофона PK-1

1 — кассетный НМЛ PK-1; 2 — управляющие сигналы; 3 — управление механикой; 4 — УС управления; 5 — счетчик адресов; 6 — счетчик разрядов; 7 — синхронный сигнал; 8 — последовательные данные; 9 — генерированные данные; 10 — тестовые данные; 12 — последовательно-параллельный преобразователь; 13 — данные; 14 — адрес; 15 — ЗУПВ с объемом 4 Кбайт; 16 — УС уровней; 17 — УС перфоленточной станции FS 1501; 18 — УС перфоленточной станции ЕС-6022; 19 — мультиплексный канал, 20 — центральный процессор ЭВМ ЕС-1035

2.1.3 R-11 bázisú szeizmikus adatgyűjtő- és feldolgozó rendszer*

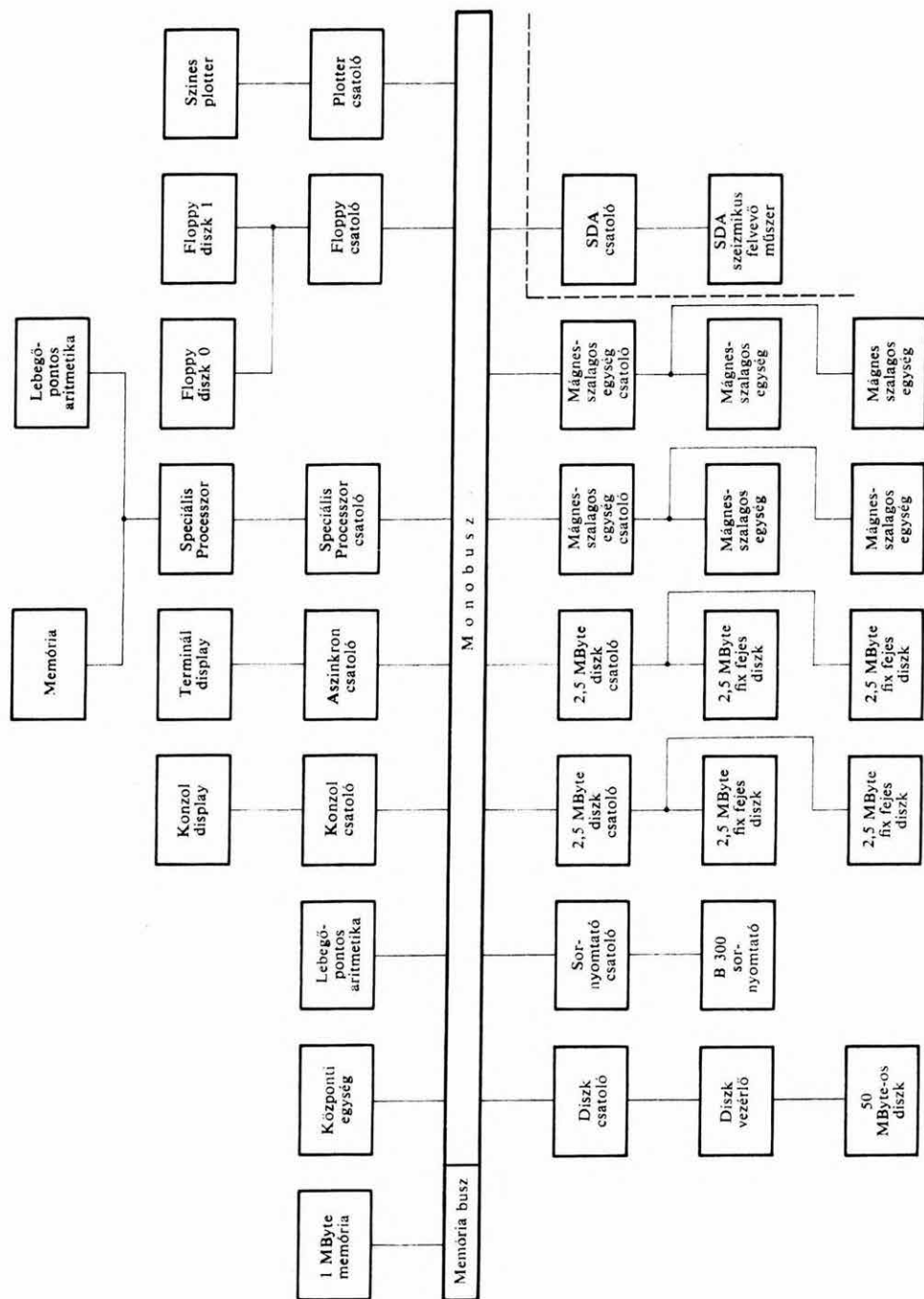
Több éves fejlesztő munka eredményeként elkészült a kisszámítógépes geofizikai feldolgozó központ R-11 bázisú továbbfejlesztése. A munkákat az INTERMORGEO és az OMFB tervek szerint a VIDEOTON-nal kooperálva végeztük. A rendszer hardware kialakításához az R-11 alapgépet a következő geofizikai perifériákkal bővítettük:

- a real-time rendszer geofizikai kialakításához az intézet SDA adatgyűjtőjét (l. ELGI 1980. Évi Jelentése 69. old.) közvetlenül illesztettük a számítógéphez, mint beadó fokozatot (az adatgyűjtő ilyenkor közvetlenül számítógép perifériaként szolgál, programmal paraméterezhető, illetve tesztelhető);
- geofizikai kimenetként illesztettük az ELGI COROLLPRESS-4 színes plotterét, egy illesztés két eszköz váltott kiszolgálására készült, szintén a real-time feladat érdekében. Ugyanakkor a rendszerhez *off-line* plotterek is használhatók;
- a geofizikai specprocesszor lebegőpontos új típusa (l. ELGI 1982. Évi Jelentése 101. old.) szolgál perifériaként az R-11-es real-time rendszer számítási műveleteinek meggyorsítására, a lebegőpontos műveleti egység és a nagy operatív tár révén az eszköz lehetőségei jelentősen megnövekedtek;
- a fenti szorosan vett geofizikai bővítményeken túl a demultiplexáló diszk illesztést is kialakítottuk a korábbi R-10 gyakorlatnak megfelelően, mivel a hardware demultiplexálás igen lényeges időmegtakarítást jelent a feldolgozás folyamán;
- az R-11 alapszámítógép mágnesszalagos illesztése nem képes 64 Kbyte-os tömbnél nagyobb folyamatos adatmennyiség kezelésére, így a terepen regisztrált szeizmikus rekordok közvetlen beolvasására nem alkalmas. Az illesztést bővítettük, hogy a hosszú blokkok váltott bufferes fogadására is alkalmazható legyen.

A számítógép alapperifériái közül a geofizikai rendszerhez a diszkeken, illetve mágnesszalagos egységeken kívül használunk még sornymutatót, a konzol displayen kívül további operátori munkahelyeket, floppy diszket, illetve a programfejlesztéshez — nem mobil változat esetén — nagy diszket is. A hajózó rendszer kialakításához a rendszereket kvázi terepi változatban készíti a VIDEOTON. A rendszer blokkvázlata a 46. ábrán látható.

Az R-11 bázisú geofizikai számítógépre az R-11 eredeti MTM2 operációs rendszeréhez a Videoton Fejlesztési Intézet elkészítette a geofizikai perifériá-

* Kereszti F., Komjáthy J., Lazarovits Gy., Méry T., Molnár Imre, Molnár István, Páhi L., Rácz I.



46. ábra. R11 bázisú real-time szeizmikus feldolgozó rendszer blokkvázlata

kat kezelő programokat, az ELGI-ben kidolgoztuk a tengeri real-time adatgyűjtő és előfeldolgozó programcsomagot, valamint a szeizmikus expressz feldolgozó programrendszert.

A tengeri real-time adatgyűjtő és előfeldolgozó programcsomag

Bemenete: — a mérést leíró és feldolgozást vezérlő paraméterek display-ről;

— szeizmikus felvételek az SDA műszeréről.

Kimenet: — mágnesszalagra felírt csatornafolytonos szeizmogramok a későbbi részletes feldolgozáshoz;

— színes plotterre kiírt egycsatornás vagy stacking szelvény.

A folyamatos (akár több napig tartó) működés alatt az egyes mérési ciklusok indításának lehetőségei:

— a navigációs számítógép vezérlése alapján;

— egyenlő időközönként az R-11 számítógép real-time órája szerint;

— egyenkénti vezérléssel.

A programcsomag 2, ill. 4 ms mintavételezésű, csatornánként 4000 adatot tartalmazó, 24 vagy 48 csatornás szeizmikus felvételek feldolgozására alkalmas. Az SDA műszer beállítási paramétereit, a feldolgozáshoz szükséges adatokat, valamint a mérés időtartama alatti kijelzéseket és operátornak szóló utasításokat a program egyazon display-ről várja, ill. ugyanoda írja ki, így a rendszer feletti felügyelet egyszerű. A mérés alatt a paraméterek bármikor változtathatók, a feldolgozásba új eljárások kapcsolhatók be vagy kapcsolhatók ki. A választható feldolgozási eljárások a végrehajtás szokásos sorrendjében a következők:

— mágnesszalagra felírás;

— csatorna nullázás;

— MUTE;

— dinamikus korrekció;

— összegzés;

— dekonvolúció;

— sávszűrés;

— skálázás;

— kiírás.

A szeizmikus expressz feldolgozó programrendszer

A kifejlesztett programrendszer hasonló a korábbi években az R-10-re kidolgozott programcsomaghoz. (I. 1982. Évi Jelentés 99. old.) A programok megírásakor fő szempontnak tekintettük, hogy a nemzetközi formátumnak

megfelelő, max. 256 csatornás szeizmikus műszer felvételeit fel tudjuk dolgozni, a feldolgozási paraméterek gépbe vitele egyszerű legyen. Az ELGI fejlesztésű perifériák (spec. processzor, COROLLPRESS) lehetőségeit optimálisan kihasználjuk. A rendszernek alkalmasnak kell lennie expedíciók kiszolgálására, és rendelkeznie kell az R-11 operációs rendszerének minden előnyével.

A programrendszer 1/8–16 ms mintavételezésű, maximum 256 csatornás és maximum 8000 adat hosszúságú szeizmikus felvételek feldolgozására alkalmas. Az eddig elkészült feldolgozó eljárások:

- mágnesszalag kezelő programok;
- a mérés geometriáját feldolgozó program;
- MUTE;
- KILL;
- csatorna polaritásának megfordítása;
- átmintavételezés;
- statikus korrekció;
- dinamikus korrekció;
- összegzés;
- sávszűrés;
- dekonvolúció;
- skálázás;
- amplitúdó és frekvencia szerinti on-line vagy off-line kiírás a COROLLPRESS digitális plotteren;
- sebességanalízis;
- automatikus statikus korrekció;
- migráció.

A feldolgozási lépések sorrendje tetszőleges, bármely fázis eredménye mágnesszalagra menthető és később inputként használható. Az algoritmusok végrehajtása vagy az R-11 aritmetikájával, vagy a lebegőpontos speciális processzorral történik. A speciális processzor alkalmazásával a feldolgozási idő ötöd-tized részére csökken.

2.1.4 Bányaszeizmikus műszerfejlesztés*

Szeizmikus műszerfejlesztő tevékenységünk új eredményeként 1983-ban befejeztük a bányavágatokban alkalmazható sújtólégbiztos digitális szeizmikus berendezés (SSS-I) fejlesztési munkáit. Az új műszer típust a KGST Szénbányászati Állandó Bizottsága által ajánlott program szerint fejlesztettük ki, szovjet–magyar közvetlen együttműködés keretében. Szovjet partnerünk a VNIMI (Össz-szövetségi Bányászati Kutatóintézet) ukrainai fiáléja volt. A

* Czifra F.

bányaszeizmikus berendezés fejlesztési munkáit magyar részről a Magyar Szénbányászati Tröszt (majd jogutódai a Szénbányászati Koordinációs Központ és a Nógrádi Szénbányák Vállalat) megbízásából az ELGI végezte a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet és a Mecseki Szénbányák Vállalat közreműködésével.

A fejlesztési munka fő célkitűzései az alábbiak voltak:

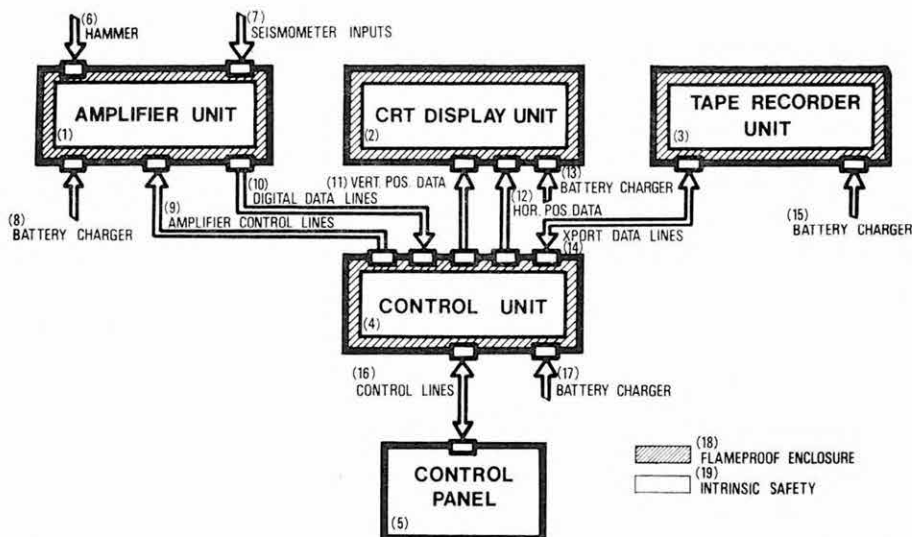
- sújtólégbiztos kivitel;
- hordozható alapegységek;
- félvezető memória alkalmazása az egymást követő felvételek jeleinek összegzésére;
- alacsony fogyasztás (belső telepes táplálás);
- széles átviteli frekvenciatartomány nagy felbontású refrakciós és reflexiós mérések céljára;
- a mérési adatok gyors vizuális ellenőrzése a helyszínen;
- adatrögzítés mágnesszalagra, további feldolgozáshoz.

Az SSS-I típusjelzésű bányaszeizmikus mérőműszer a 47. ábrán bemutatott alábbi fő egységekből áll:

- erősítő egység (1), ami tartalmaz 12 azonos felépítésű, alul- és felülvágó szűrőkkel rendelkező erősítőt, 12-csatornás analóg multiplexert, 10 bites analóg–digitális átalakítót,
- vezérlő egység (4), ami tartalmazza a mikroprocesszorral felépített központi vezérlőt; félvezető memóriát; valamint az erősítő egység (1), a megjelenítő egység (2), a mágneskazettás tároló (3) és a vezérlő pult (5) műszeregységek perifériavezérlőit,
- a megjelenítő egység (2) a szeizmikus felvételek helyszíni ellenőrzésére szolgáló 12-sugaras oszcilloszkóp, amely állókép formájában jeleníti meg a szeizmikus hullámképet,
- mágneskazettás tároló egység (3), amely a műszer által számjegyek alakjában előállított mérési eredményeket ipari kivitelű szabványos Philips típusú mágneskazettán rögzíti,
- a vezérlő pult (5), ez az egység tartalmazza a műszer összes paramétereinek, valamint üzemmódjának beállításához szükséges kezelő- és kijelző szerkezetet.

A mérőműszer működtetése során kezdeményezhető üzemmódok három fő funkció megvalósítását szolgálják (a 48. ábra mutatja be a műszer funkcionális blokkvázlatát).

Ellenőrzés. Amplitúdó- és fázisazonosság ellenőrzése nagy pontosságú belső vizsgálógenerátor (4) használatával. Az 1. üzemmódban az ellenőrzés csak a műszer belső áramköreire terjed ki, míg a 2. üzemmódban a terítéskábelt és a szeizmométereket is magában foglalja.



47. ábra. Az SSS-I bányabeli szeizmikus felvevőműszer általános blokkvázlata
 1 — erősítő egység; 2 — képernyős megjelenítő; 3 — mágneskasszétás tároló; 4 — vezérlő egység; 5 — vezérlő pult; 6 — kalapács; 7 — szeizmométer-csatlakozás; 8; 13; 15; 17 — akkutöltő-csatlakozás; 9 — erősítő vezérlő vonalak; 10 — digitális adatvonalak; 11 — függőleges eltérítés adatvonalai; 12 — vízszintes eltérítés adatvonalai; 14 — mágneskasszétás tároló adat- és vezérlő vonalai; 16 — vezérlő vonalak; 18 — nyomásálló tokozás; 19 — gyújtószikramentes csatlakozópontok

Fig. 47. Block diagram of the SSS-I firedamp-proof seismic digital system

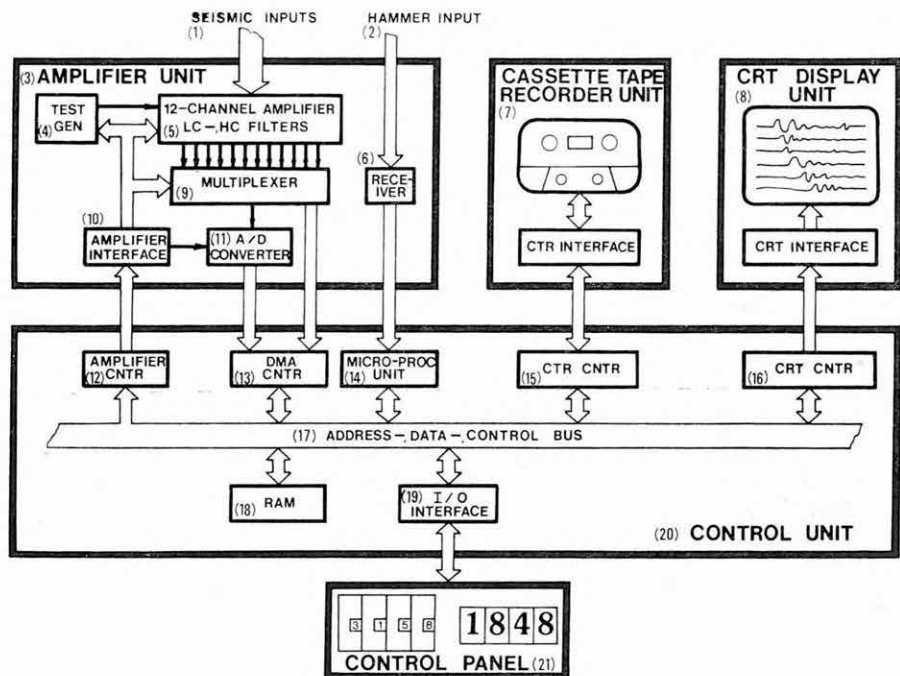
Рис. 47. Общая блок-схема шахтной сейсмической регистрирующей станции ШСС-I

1 — блок усилителей; 2 — дисплей; 3 — запоминающее устройство на магнитной кассете; 4 — блок управления; 5 — пульт управления; 6 — молоток; 7 — стыковка сейсмометра;

8, 13, 15, 17 — стыковки для зарядки аккумуляторов; 9 — управляющие линии усилителя; 10 — цифровые линии данных; 11 — линии данных вертикального отклонения; 12 — линии данных горизонтального отклонения; 14 — линии данных и управления кассетного запоминающего устройства; 16 — управляющие линии; 18 — футляр для высокого давления; 19 — искра-устойчивые разъемы

Felvételkészítés (4. üzemmód). A rezgéskeltés — a sújtólégveszélyes környezetben történő üzemeltetés következtében — kalapáccsal történik. A felvételkedzés folyamata a rezgéskeltést végző kalapáccshoz (2) kapcsolt jeladó által keltett impulzus hatására indul el. A szeizmométerektől a jelek a 12-csatornás erősítő (5) bemeneteire kerülnek; az erősítés 24–108 dB tartományban változtatható 12 dB-es lépésekben, minden csatornára egyedileg beállíthatóan. Alkalmazható szűrések:

alulvágás: 62,5; 125; 500 Hz,
 felülvágás: 250; 500; 1000; 2000 Hz.



48. ábra. Az SSS-I funkcionális blokkvázlata

1 — szeizmométer bemenetek; 2 — kalapács-csatlakozás; 3 — erősítő egység; 4 — vizsgáló generátor; 5 — 12-csatornás erősítő, alul- és felülhívó szűrők; 6 — kalapács-illesztő; 7 — mágneskazettás tároló egység; 8 — katódsugárcsöves megjelenítő egység; 9 — analóg multiplexer; 10 — erősítő periferia vezérlője; 11 — analóg-digitális konverter; 12 — erősítő-vezérlő; 13 — felvételi DMA-csatoló; 14 — központi vezérlő; 15 — kazettás szalagegység-vezérlő; 16 — katódsugárcsöves megjelenítő-vezérlő; 17 — cím-, vezérlő- és adat-busz; 18 — memória; 19 — I/O-csatoló; 20 — vezérlő egység; 21 — vezérlő pult

Fig. 48. Functional scheme of the SSS-I

Рис. 48. Функциональная блок-схема станции ШСС-I

1 — входы сейсмометров; 2 — вход молотка; 3 — блок усилителей; 4 — тестовый генератор; 5 — 12-канальный усилитель, низко- и высокочастотные фильтры; 6 — стыковка молотка; 7 — запоминающее устройство на магнитной кассете; 8 — блок устройства вывода на ЭЛТ; 9 — аналоговый мультиплексор; 10 — блок управления внешними устройствами усилителя; 11 — аналого-цифровой преобразователь кодов; 12 — блок управления усилителя; 13 — стыковка канала прямого доступа; 14 — блок центрального управления; 15 — блок управления кассетным запоминающим устройством; 16 — блок управления устройством вывода на ЭЛТ; 17 — шина адресов, управления и данных; 18 — память; 19 — блок стыковки ввода/вывода; 20 — блок управления; 21 — пульт управления

Az analóg multiplexer (9) tapogatja le sorrendben az erősítők kimeneteit és kapcsolja rá az analóg–digitális átalakító (11) bemenetére. Az A/D konverter felbontása 10 bit (beleértve az előjelet is). A mintavételi sebességek, felvétel-hossz és frekvenciaátvitel kapcsolatát az alábbi táblázat tartalmazza:

mintavételi idő	felvételhossz	frekvenciaátvitel
1 ms	2,048 s	62,5–250 Hz
1/2 ms	1,024 s	62,5–500 Hz
1/4 ms	0,512 s	62,5–1000 Hz
1/8 ms	0,256 s	62,5–2000 Hz

Az A/D-konverter kimenetéről az idő-multiplex formában előállított jelek a felvételi DMA-csatolón (13) át jutnak be a félvezető memóriába (18). A jel/zaj viszony javítását és a hasznos jelek amplitúdójának növelését szolgáló többszöri rezgéseltetés során készített egyedi felvételek jeleinek összegzését és a felvételi adatok újbóli tárolását is a felvételi DMA-csatoló végzi. A berendezéssel maximálisan 64 felvétel összegezhető. A memória kapacitása: 2048 szó/csatorna. A katódsugárcsöves megjelenítő (8) szolgál a műszer által tárolt adatok folyamatos megjelenítésére. Az adatok képernyőre kiküldését a (16) periféria-vezérlő hajtja végre. A képernyőn egyidejűleg a teljes felvételhossz 1/4 része vizsgálható; a felvétel teljes időtartamának megjelenítése „átlapozással” valósítható meg, a vezérlő pulton beállítható paraméterek megváltoztatásával.

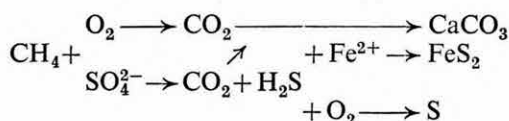
Adatrögzítés mágnesszalagon. Az adatrögzítés szabvány szerinti módon történik 800 bpi felírási sűrűség mellett, fáziskódolt (PE) formában. Az 5. üzemmód szolgál a memóriában tárolt adatok felírására. A felírás történhet a teljes felvétel hosszúságára, vagy annak felére, illetve negyed részére, ennek megfelelően az egy kazetta-oldalon tárolható felvételek száma rendre 6, 11, és 21. A mágnesszalagra az adatok előírt formátum szerint blokkokban kerülnek felírásra file-szervezésben, a szeizmikus adatok csatornafolytonos elrendezésben. A rögzítéssel kapcsolatos további szalag-, ill. adatkezelési programok: felvétel-keresés a mágnesszalagon (adott felvételszám, BOT, EOT keresés, 6. üzemmód), felvételek betöltése mágnesszalagról memóriába (a rögzített adatok ellenőrzése, vagy utólagos analízise céljából, 7. üzemmód), kazetta címkézés (8. üzemmód), utolsó felvétel felülírása (9. üzemmód).

A műszer tápellátása autonóm, tokozott egységei tölthető beépített NiCd akkumulátor-blokkokról üzemelnek. Sújtólégbiztonsági védelmi jelzése Sb-n/Ex i_a I (MSz 4814). A kifejlesztett műszer egyik példányát az ELGI 1983-ban átadta a szovjet partnernek. A műszerrel hosszantartó kísérleti méréseket hajtottak végre a donyecki szénmedence különböző szénbányaiban.

2.2.1 Szénhidrogén-kutatás geoelektromos módszerekkel*

A szénhidrogén telepekben a tároló kőzet pórusait a kis ellenállású sós víz helyett nagy ellenállású kőolaj vagy földgáz tölti ki. Így elvileg a telepek ellenállásmérésekkel közvetlenül kimutathatók. A gyakorlatban azonban a nagy ellenállású réteg nem jelentkezik a szondázási görbéken, a települési mélységéhez viszonyított kis vastagsága miatt.

Az utóbbi években számos olyan megfigyelést tettek, hogy szénhidrogén telepek felett, egészen a felszínig, megváltoznak a fedőképződmények geoelektromos tulajdonságai, sőt radiometrikus anomáliák is kialakulnak. Sem a változásokat okozó geokémiai folyamatok, sem a geokémiai folyamatokhoz szükséges anyag-, elsősorban gázmozgások, illetve azok kiváltó okai nem ismertek pontosan. A legelfogadottabb elképzelés szerint a vízszint alatti redukáló, illetve a felette levő oxidáló környezetben az alábbi folyamatok játszódhatnak le:



Ezekon felül bonyolultabb bontási folyamatok is végbemehetnek (szilikátok és alumoszilikátok bomlása, illetve másodlagos ásványok kialakulása).

Az elektromos paraméterekben ezek a folyamatok a következő változásokat okozhatják:

- Az epigenetikus pirit megnöveli a szénhidrogén telep felett levő kőzetek GP paraméterét és a piritet létrehozó folyamat ellenállás csökkenést is okozhat.
- Ugyanakkor a CaCO_3 és a másodlagos ásványok egy része a pórusokat kitöltve ellenállás növekedést okozhat.

Az ellentétes hatású folyamatok eredményét nyilvánvalóan igen sok földtani, sőt éghajlati tényező is befolyásolja, ezért nem lehet kijelenteni, hogy a szénhidrogén telepeket ellenállás maximum, vagy minimum jellemzi. Az azonban valószínű, hogy akár ellenállás-, akár GP anomáliák főleg ott alakul-

* Erkel A., Csörgei J.

nak ki, ahol a földtani körülmények viszonylag kedvezőek a szénhidrogének felfelé való vándorlása számára.

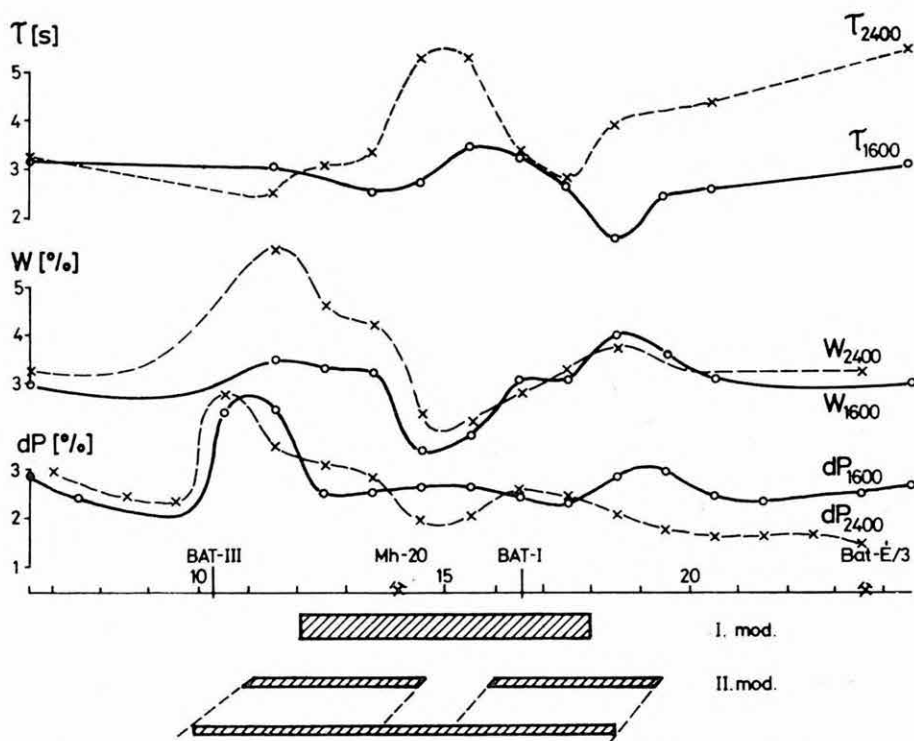
A következőkben egy magyarországi, felső pannon képződményekben 700–750 m mélységben elhelyezkedő, mintegy 1,5 km átmérőjű gázlencse felett végzett gerjesztett polarizációs mérések és frekvencia szondázások eredményeit mutatjuk be. A tároló kőzet (a 200–300 Ωm fajlagos ellenállású és 5–10 m vastagságú homokkő réteg) egy 3–5 Ωm fajlagos ellenállású összletben helyezkedik el és igen enyhe dőlésű, 30–35 m amplitúdójú boltozatot alkot. A hagyományos mélyfúrású geofizikai szelvényekből az ellenállás növekedésen kívül semmiféle fizikai paraméter változására sem lehetett következtetni. A 700 méter mélységben levő és csak néhány méter vastag, nagy ellenállású homokkő lencse közvetlen kimutatás ára egyetlen hagyományos geoelektromos módszer sem alkalmas. Ezért azt a módszert követtük, hogy mind a GP, mind az MFS mérésekben igen nagy térbeli mintavételi sűrűséget alkalmaztunk a meddő és produktív összlet felett is, annak érdekében, hogy a fizikai paraméterek változását mind horizontális, mind vertikális irányban folyamatosan nyomon tudjuk követni.

A 49. ábrán egy GP szelvényt, az 50. ábrán pedig jellegzetes mesterséges frekvencia szondázási görbéket mutatunk be. A frekvencia szondázások mintavételi sűrűségére jellemző, hogy 1 és 30 Hz között 104 egyedi frekvencián határoztuk meg az ellenállás- és fázisértékeket.

A szénhidrogén telep a szondázási görbéken az 1,1–2 Hz közötti frekvenciáknak megfelelő mélységtartományba esik ($H_{\text{eff}}=400\text{--}900\text{ m}$). A mérési adatok feldolgozása során ebben az intervallumban kell a meddő és produktív szakaszok közötti igen kismértékű ellenállás-változásokat kimutatni és maradék-anómália formájában szelvényeken ábrázolni. GP mérésekkel, $AB=1600$ és 2400 m -es elektródátávolsággal a differenciális polarizálhatóságot (azaz a lecsengési görbe idő szerinti deriváltját), valamint a lecsengési görbét közelítő egyetlen exponenciális tag paramétereit határoztuk meg. Az 51. ábrán az $AB=2400\text{ m}$ -rel mért GP értékek és az MFS mérésekből szerkesztett ellenállás szelvények láthatók. A fúrású adatokkal való összevetésből az alábbi következtetések vonhatók le:

- a gáz-víz határ közelében GP anomália látható, ami az epigenetikus piritesedés következményeként alakulhatott ki;
- az ellenállás-szelvényeken a gázlencse egy széles ellenállás-minimum zónában helyezkedik el, amelyben a kisebb relatív maximumok valószínűleg az egymás felett és mellett, egymáshoz képest eltolt helyzetben levő gázlencsék elhelyezkedését jelzik.

Az 52. ábrán a ρ_{E_x} értékek szelvénymenti eloszlását mutatjuk be. A durvaszemű, nagy ellenállású holocén–pleisztocén fedőképződmények alatt a 400–900 m mélységintervallumban a látszólagos fajlagos ellenállásértékek monoton csökkenése figyelhető meg. A hagyományos kiértékelési módszerrel nem



49. ábra. A GP paraméterek változása a BAT-II geoelektromos szelvényben I. és II. — értelmezési lehetőségek; τ_{2400} — AB = 2400 m-hez tartozó időállandó; W_{2400} — amplitúdó; dP_{2400} — differenciális polarizálhatóság

Fig. 49. Change of IP parameters along geoelectric profile BAT-II

I and II — possible interpretations; τ_{2400} — time constant belonging to AB = 2400 m; W_{2400} — amplitude; dP_{2400} — differential polarizability

Рис. 49. Изменение параметров ВП по геоэлектрическому профилю BAT-II

I и II — возможности интерпретации; постоянная времени τ_{2400} для разноса AB=2400 м; W_{2400} — амплитуда; dP_{2400} — дифференциальная поляризуемость

lehetett különböző fajlagos ellenállású rétegeket, réteghatárokat meghatározni. Ezért azt a módszert alkalmaztuk, hogy az ellenállás-szelvényt két összetevőre bontottuk. A következő képlet alapján a szondázások adataiból először a regionális komponenst számítottuk ki:

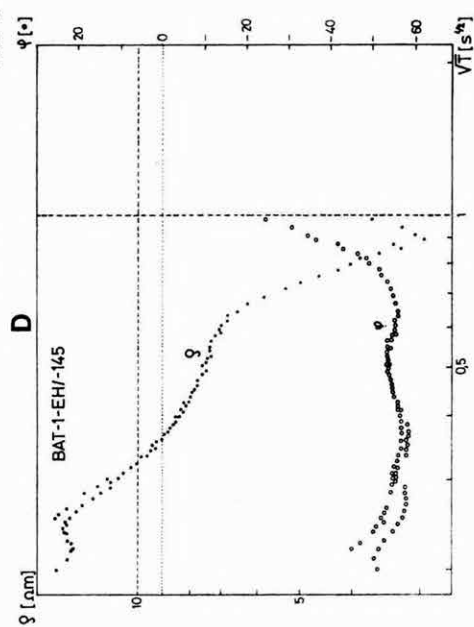
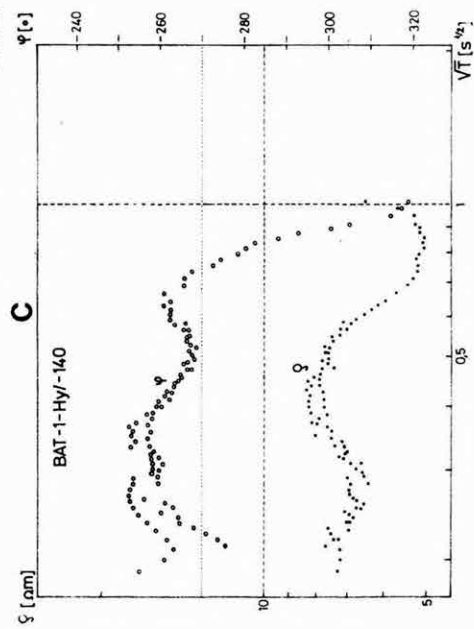
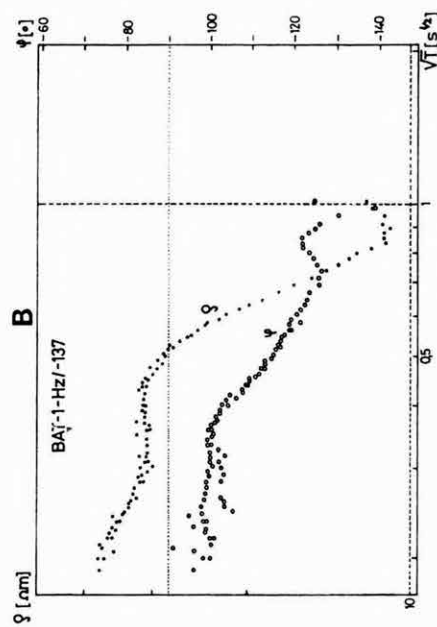
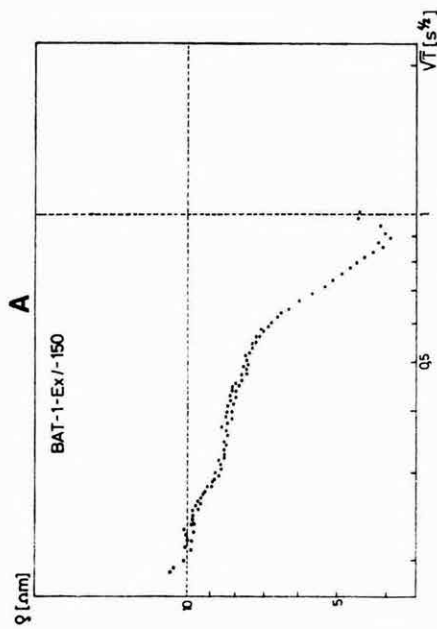
$$\hat{\rho}(x, H_{\text{eff}}) = a_K(x)H_{\text{eff}}^K + a_{K-1}(x)H_{\text{eff}}^{K-1} + \dots + a_0(x),$$

ahol: x = a szelvénymenti távolság,

H_{eff} = az effektív mélység,

- $K=10$,

és
$$a_i = b_{i,N}x^N + b_{i,N-1}x^{N-1} + \dots + b_{i,0} \quad (N=5).$$



A maradék-anomália ezen regionális érték és a mért érték különbsége, a szelvényeken ezt százalékban ábrázoltuk. Az 52. ábrán a mért, regionális és maradék ϱ_{E_z} értékeket, az 53. ábrán pedig az elektromos és mágneses komponensek hányadosából számított ellenállás ($\varrho_{E/H}$), illetve az E és H komponensek között mérhető fázisszög mért, regionális és maradék értékeit mutatjuk be.

Valamennyi bemutatott maradék szelvényen a 0 és 15 szelvénypont között egy nagyobb, a 20 és 27 szelvénypont között pedig egy kisebb értékű maradék ellenállás- és fázis-anomália alakult ki, a GP anomáliákkal megegyező helyeken.

Az 54. ábrán a különböző hosszúságú AB vonalakkal kapott GP anomáliák alapján kijelölhető gázlencsék kontúrját tüntettük fel. A kisebb, 400–500 m-es lehatolási mélységnél gázlencsére utaló anomáliák csak az Mh–20 fúrás környékén jelentkeztek. A nagyobb, 600–800 m-es lehatolással kapott kontúr a DNy-i irány kivételével a fúrások alapján megállapított gáz-víz határt követi. A GP mérések alapján egy kisebb kiterjedésű, lefűződött gázlencse tételezhető fel az Mh–3 fúrás környékén is. Ezek a megállapítások természetesen teljesen kvalitatívak és csak akkor érvényesek, ha a fúrások környékén kapott eredmények kiterjeszthetők az egész mezőre.

Eddigi tapasztalatainkat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a nem-szerkezethez kötött szénhidrogén telepek eredményes kutatásához feltétlenül növelni kell a hagyományos geoelektromos módszerek mérési pontosságát és az eddig alkalmazott kiértékelési eljárások helyett új, számítógépes eljárásokat kell kidolgozni a mérési eredményekben meglévő információk megszerzésére.

50. ábra. Jellegzetes MFS amplitúdó- és fázisgörbék ugyanazon szondázási ponton

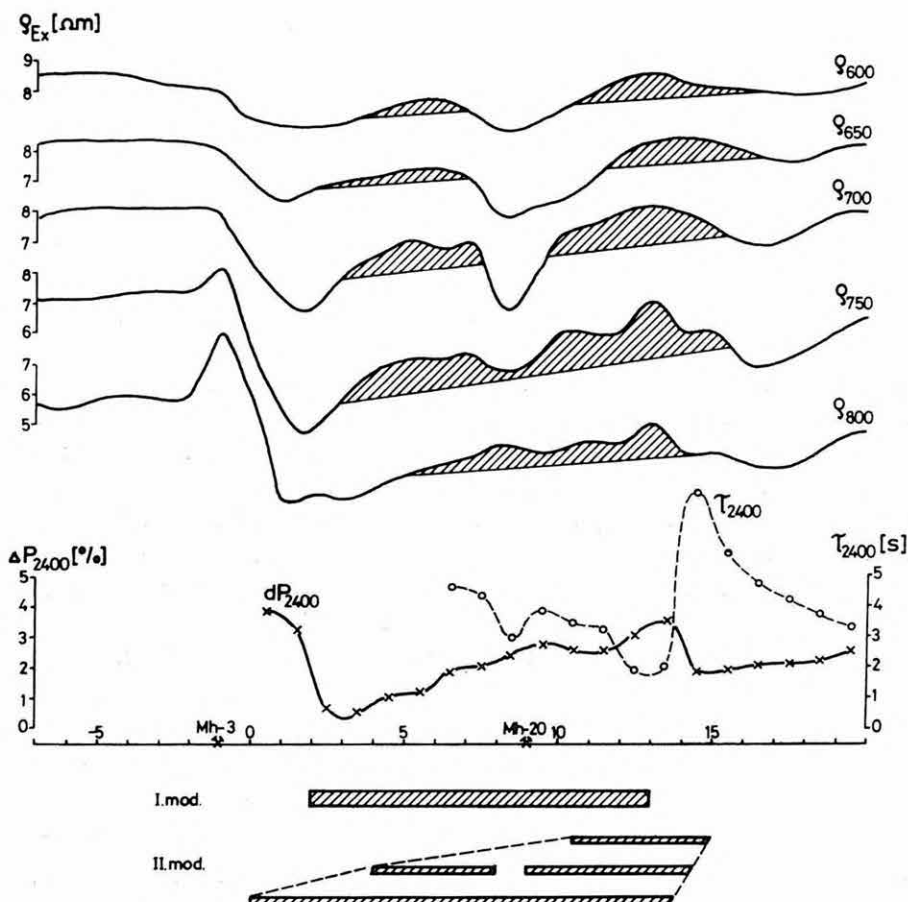
- A) Adóval párhuzamos elektromos (E_x) komponensből
- B) Függőleges mágnes (H_z) komponensből
- C) Adóra merőleges mágneses (H_y) komponensből
- D) Adóval párhuzamos elektromos és adóra merőleges mágneses komponensek arányaiból (E_x/H_y)

Fig. 50. Characteristic MFS amplitude- and phase curves recorded on the same point

- A) From the electric components (E_x) parallel with the transmitter
- B) From the vertical magnetic components (H_z)
- C) From the magnetic components (H_y) perpendicular to the transmitter
- D) From the ratios E_x/H_y

Рис. 50. Характерные кривые амплитуд и фаз ЭМЧЗ, на той же точке зондирования

- A) По электрическому компоненту (E_x), параллельному датчику
- B) По вертикальному магнитному компоненту (H_z)
- C) По магнитному компоненту (H_y), перпендикулярному датчику
- D) По отношению параллельного датчику электрического и перпендикулярного датчику магнитного компонентов (E_x/H_y)



51. ábra. GP és MFS mérési eredmények a BAT-I geoelektromos szelvényben I. és II. — értelmezési lehetőségek; τ_{2400} — AB = 2400 m-hez tartozó időállandó; dP_{2400} — differenciális polarizálhatóság; ρ_{600} — 600 m behatolási mélységhez tartozó látszólagos ellenállás szelvény

Fig. 51. IP and MFS results along geoelectric profile BAT-I

I and II — possible interpretations; τ_{2400} — time constant belonging to AB = 2400 m; dP_{2400} — differential polarizability; ρ_{600} — apparent resistivity profile of 600 m penetration depth

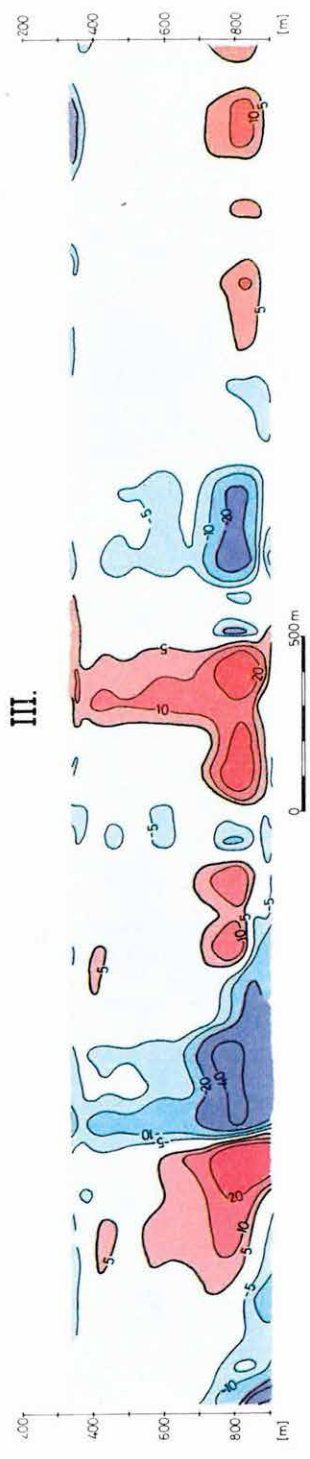
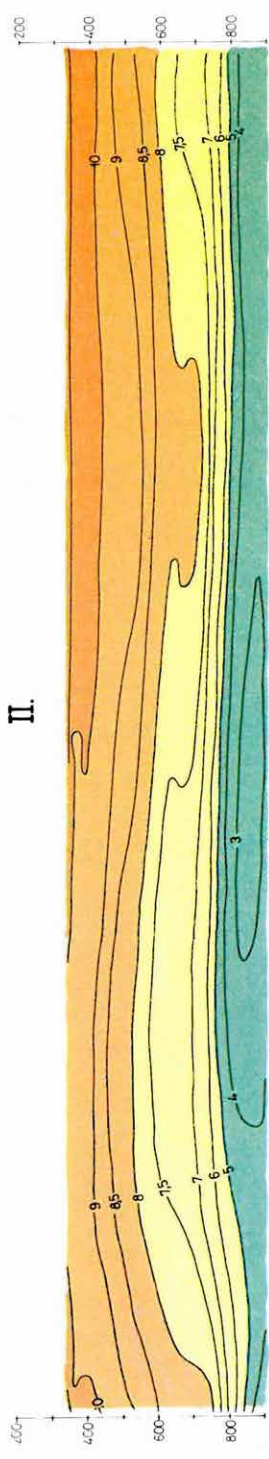
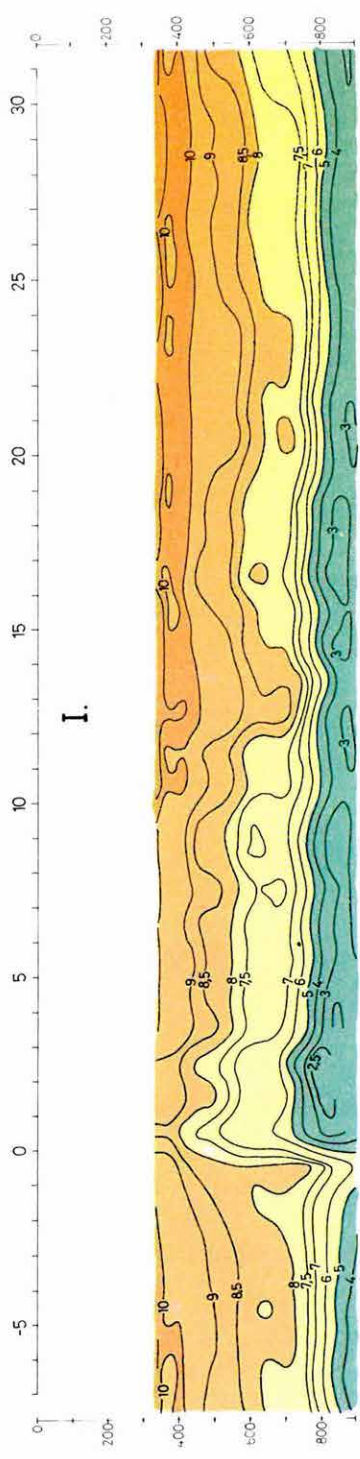
Рис. 51. Результаты измерений ВП и ЭМЧЗ по профилю БАТ-1

I и II — возможности интерпретации; постоянная времени τ_{2400} для разнаса AB=2400 м; dP_{2400} — дифференциальная поляризуемость; ρ_{600} — кривая кажущихся сопротивлений для глубины 600 м

Irodalom

MORSE J. G., RANA M. H. 1983: New perspectives on radiometric exploration for oil and gas. Oil and Gas Journal, 81, 23, pp. 87-90.

Oil and gas exploration using spectral induced polarization Phoenix Geophysics Inc., évszám és szerző nélkül.



52. ábra. A BAT-I MFS szelvény

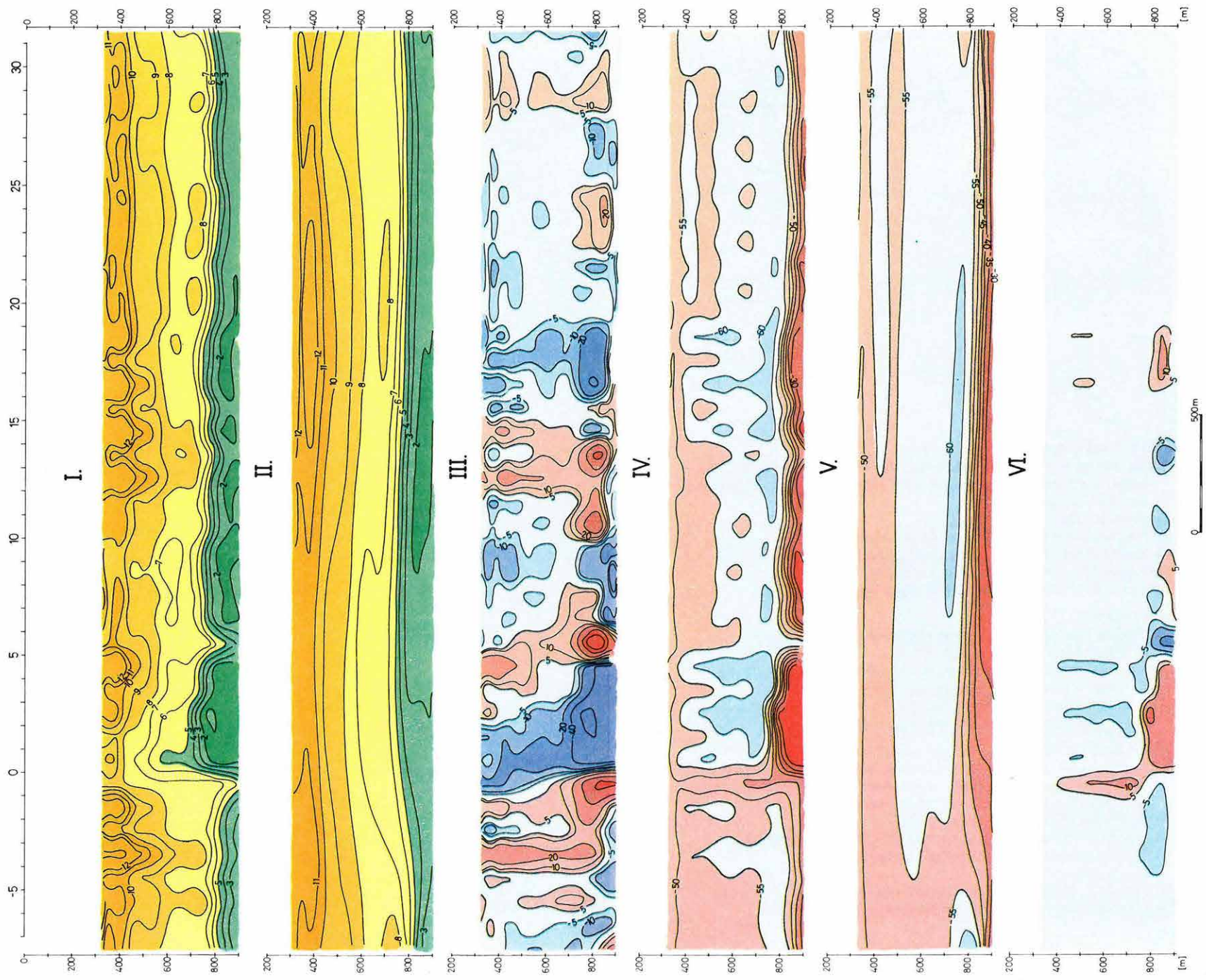
- I) Az adóval párhuzamos elektromos térből számított fajlagos ellenállás (ρ_{Ex}) szelvény.
- II) Regionális fajlagos ellenállás ($\hat{\rho}_{Ex}$) szelvény
- III) Reziduál szelvény $[(\rho_{Ey} - \hat{\rho}_{Ex})/\hat{\rho}_{Ex} \cdot 100]$

Fig. 52. MFS profile BAT-I

- I. Specific resistivity (ρ_{Ex}) profile from the electric components parallel with the transmitter
- II. Regional specific resistivity ($\hat{\rho}_{Ex}$) profile
- III. Residual profile $[(\rho_{Ey} - \hat{\rho}_{Ex})/\hat{\rho}_{Ex} \cdot 100]$

Рис. 52. ЭМЧЗ профиль БАТ-I

- I — профиль удельных сопротивлений, рассчитанный по электрическому полю, параллельному датчику (ρ_{Ex})
- II — Профиль регионального удельного сопротивления ($\hat{\rho}_{Ex}$)
- III — Профиль остаточных значений $[(\rho_{Ey} - \hat{\rho}_{Ex})/\hat{\rho}_{Ex} \cdot 100]$



53. ábra. A BAT-I MFS szelvény

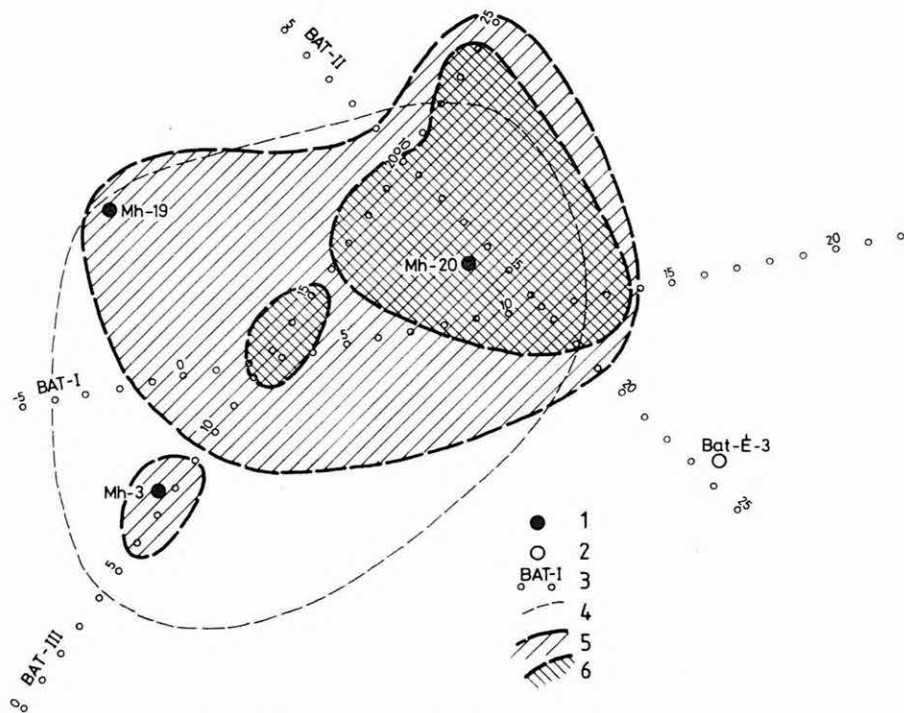
- I) Az adóval párhuzamos elektromos és az adóra merőleges mágneses komponensek hányadosából kapott fajlagos ellenállás szelvény ($\varrho_{E/H}$)
- II) Abszolút fázis szelvény ($\varphi_{E/H}$)
- III) Regionális fajlagos ellenállás ($\hat{\varrho}_{E/H}$) szelvény
- IV) Reziduál szelvény $[(\varrho_{E/H} - \hat{\varrho}_{E/H})/\hat{\varrho}_{E/H} \cdot 100]$
- V) Regionális abszolút fázis ($\hat{\varphi}_{E/H}$) szelvény
- VI) Reziduál abszolút fázis szelvény ($\varphi_{E/H} - \hat{\varphi}_{E/H}$)

Fig. 53. MFS profile BAT-I

- I. Specific resistivity profile from the ratios $\varrho_{E/H}$
- II. Absolute phase profile ($\varphi_{E/H}$)
- III. Regional specific resistivity profile ($\hat{\varrho}_{E/H}$)
- IV. Residual section $[(\varrho_{E/H} - \hat{\varrho}_{E/H})/\hat{\varrho}_{E/H} \cdot 100]$
- V. Regional absolute phase profile ($\hat{\varphi}_{E/H}$)
- VI. Residual absolute phase section ($\varphi_{E/H} - \hat{\varphi}_{E/H}$)

Рис. 53. ЭМЧЗ профиль ВАТ-I

- I) Профиль удельного сопротивления, полученный по отношению параллельной датчику электрической и перпендикулярной датчику магнитной составляющих ($\varrho_{E/H}$)
- II) Профиль абсолютных фаз ($\varphi_{E/H}$)
- III) Профиль регионального удельного сопротивления ($\hat{\varrho}_{E/H}$)
- IV) Профиль остаточных значений сопротивления $[(\varrho_{E/H} - \hat{\varrho}_{E/H})/\hat{\varrho}_{E/H} \cdot 100]$
- V) Профиль региональных абсолютных фаз ($\hat{\varphi}_{E/H}$)
- VI) Профиль остаточных значений фаз ($\varphi_{E/H} - \hat{\varphi}_{E/H}$)



54. ábra. A gázlencsék határa geoelektromos mérésekből

1 — produktív fúrás; 2 — meddő fúrás; 3 — geoelektromos szelvény; 4 — fúrások alapján megállapított gáz-víz határ; 5 — gázlencsék elhelyezkedése a nagyobb behatolási mélység mellett; 6 — gázlencsék elhelyezkedése a kisebb behatolási mélység mellett

Fig. 54. Contours of the gas lenses from geoelectric measurements

1 — productive well; 2 — barren hole; 3 — geoelectric profile; 4 — gas/water contact determined from borehole data; 5 — location of gas lenses at greater penetration depths; 6 — location of gas lenses at smaller penetration depths

Рис. 54. Граница газовых залежей по геоэлектрическим измерениям

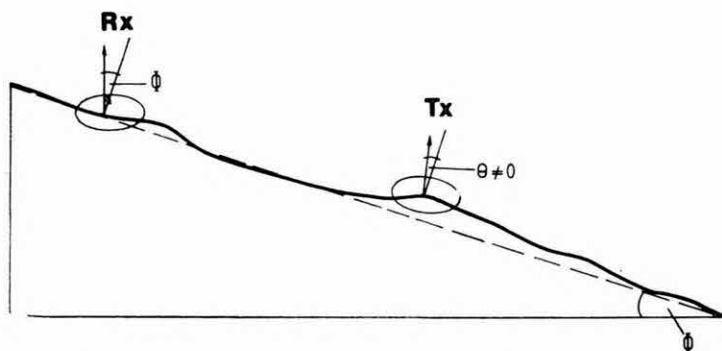
1 — продуктивная скважина; 2 — пустая скважина; 3 — геоэлектрический профиль; 4 — граница газа — воды, определенная по скважинам; 5 — положение газовых залежей при большей глубине проникновения тока; 6 — положение газовых залежей при меньшей глубине проникновения тока

2.2.2 A topográfia hatása a Maxi-Probe EMR-16 berendezéssel végzett frekvencia-szondázásokra*

A berendezéssel a vertikális (H_v) és a horizontális (H_h) mágneses térerősség komponensek abszolút értékeinek hányadosát mérjük; (ideális körülmények között, azaz amikor a felszín vízszintes sík, vízszintes a gerjesztő hurok és így a forrás vertikális mágneses dipólnak tekinthető, továbbá a mérési pont a gerjesztő hurok síkjában fekszik).

* Kardeván P., Prácer E.

A vevőantenna tekercsrendszerét egy szelencés libella segítségével függőlegesen állítjuk, az adóhurok azonban a földre van terítve. Emiatt a vevőtekercsrendszer az átlagos térszínemelkedésnek megfelelő sík normálisával Φ szöget zár be, az adóhurok eredő dipólmomentuma pedig a terep egyenletlenségek következtében nem pontosan merőleges erre a síkra ($\theta \neq 0$). A geometriai viszonyokat az 55. ábra mutatja.



55. ábra. Egyenletes lejtőn végzett frekvenciaszondázás geometriai elrendezése
 Fig. 55. Geometric arrangement of a frequency sounding on a constant slope

Рис. 55. Схема установки ЭМЧЗ на равномерном склоне

Mivel az elektromágneses jelenségeknél csak a felszínre merőleges és azzal párhuzamos komponensek megkülönböztetése játszik szerepet, választjuk a térszín átlagos síkjának normálisát a koordináta-rendszer Z -tengelyéül és jelöljük azokat a mágneses térerősség komponenseket, amelyek az adódipól felszínre merőleges és azzal párhuzamos komponenseitől származnak, V és H felső indexekkel. Felhasználva a vertikális és horizontális mágneses dipól által n -réteges modell felett létrehozott mágneses tér függőleges és radiális összetevőire vonatkozó képleteket, az alábbi kifejezéseket kapjuk:

$$H_z^V = \frac{M}{4\pi} \left\{ \int_0^{\infty} J_0(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda - \frac{1}{R^3} + \frac{3(z-h)^2}{R^5} \right\}, \quad (1)$$

$$H_r^V = \frac{M}{4\pi} \left\{ \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \frac{3r(z-h)}{R^5} \right\}, \quad (2)$$

$$H_z^H = \frac{M}{4\pi} \left\{ - \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \frac{3r(z-h)}{R^5} \right\}, \quad (3)$$

$$H_r^H = \frac{M}{4\pi} \left\{ -\frac{1}{r} \int_0^\infty J_1(\lambda r) \lambda e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \right. \\ \left. + \int_0^\infty J_0(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda - \frac{1}{R^3} + \frac{3r^2}{R^5} \right\}. \quad (4)$$

ahol: M = a dipólmomentum,

$R_0(\lambda)$ = a rétegpáraméterektől függő, rekurzióval meghatározható magfüggvény,

J_0, J_1 = első fajú, nullad- és elsőrendű Bessel-függvények,

$R = \sqrt{r^2 + (z-h)^2}$,

z = az adó, h = a vevő felszín feletti magassága (jelen esetben a $h=0$).

Figyelembe véve az adót jelképező dipól vektorális felbontását, továbbá azt, hogy a felszínre merőleges, illetve azzal párhuzamos mágneses komponens is mindkét vevőtekercsben indukál feszültséget, a vertikális és horizontális térfősséghányadost az alábbi tört adja:

$$R^m = \frac{H_z^V \cos \Theta \cos \Phi - H_r^V \cos \Theta \sin \Phi - H_z^H \sin \Theta \cos \Phi + H_r^H \sin \Theta \sin \Phi}{H_z^V \cos \Theta \sin \Phi + H_r^V \cos \Theta \cos \Phi - H_z^H \sin \Theta \sin \Phi - H_r^H \sin \Theta \cos \Phi}. \quad (5)$$

Ha

$$\Theta = \Phi = 0, \quad \text{akkor} \quad R^e = \frac{H_z}{H_r} = \frac{H_z^V}{H_r^V}.$$

A $\Theta = \Phi \neq 0$ eset gyakorlatilag nem valósítható meg. A terepi tapasztalatok szerint viszont az adó telepíthető úgy, hogy a dipólmomentum iránya csak kis mértékben térjen el a lejtő átlagos síkjának normálisától, azaz $\Theta \cong 0$ legyen. Ekkor az egyenletes lejtőn, a felszínre közelítőleg merőleges adódipól esetén mért R^m és a vízszintes sík felszín esetén mérhető R_e között az alábbi összefüggés adódik:

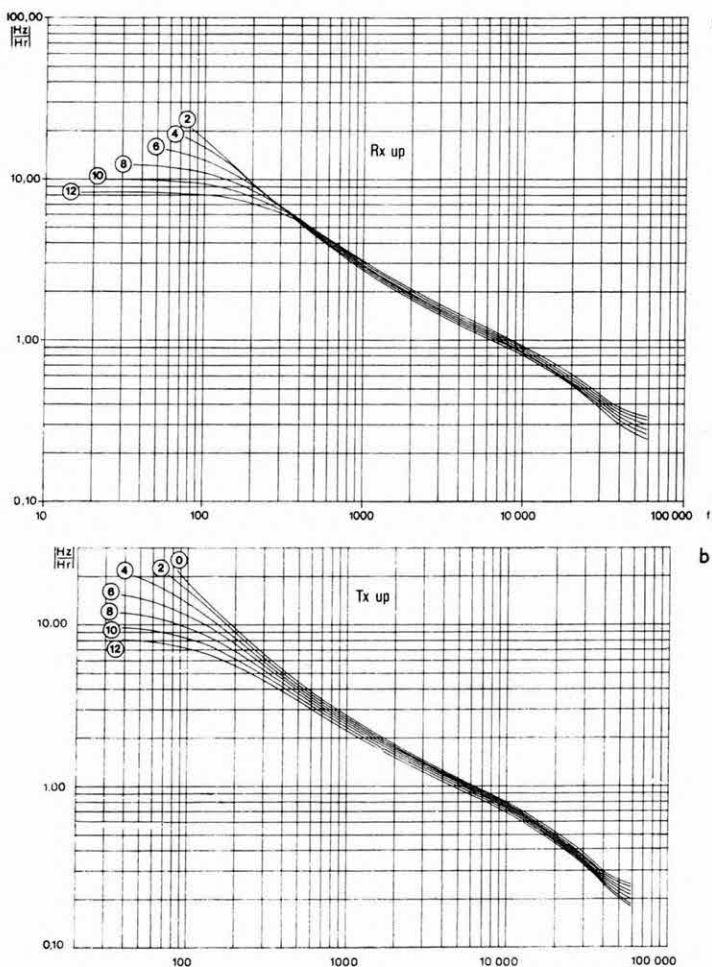
$$R^m = \frac{R^e - \operatorname{tg} \Phi}{R^e \operatorname{tg} \Phi + 1}.$$

A fenti komplex mennyiségek abszolút értékei közötti kapcsolatot az alábbi kifejezés adja:

$$|R^e| = \frac{(R_a^m)^2 + \operatorname{tg}^2 \Phi + 2R_a^m \operatorname{tg} \Phi \cos R_f^m}{1 + (R_a^m)^2 \operatorname{tg}^2 \Phi - 2R_a^m \operatorname{tg} \Phi \cos R_f^m}, \quad (6)$$

ahol

$$R^m = R_a^m e^{iR_f^m} \quad \text{és} \quad \Phi = \arctg \frac{\Delta H}{r}.$$



56. ábra. Homogén féltérre vonatkozó $|H_z/H_r|$ válaszfüggvények a frekvencia függvényében, egyenletes lejtőn; a változó paraméter a lejtőszög (százalékban)

a) ha a vevő van feljebb (Rx up), $\Phi < 0$

b) ha az adó van feljebb (Tx up), $\Phi > 0$

Fig. 56. $|H_z/H_r|$ response functions vs. frequency on a constant slope for homogeneous half space. The changing parameter is the dip angle (in percentages)

a) if the receiver is in a higher position (Rx up), $\Phi < 0$

b) if the transmitter is in a higher position (Tx up), $\Phi > 0$

Рис. 56. Реактивные функции однородного полупространства, зависящие от частоты $|H_z/H_r|$ на равномерном склоне; переменный параметр — угол склона (в процентах)

a) если приемник расположен выше (Rx up), $\Phi < 0$

b) если датчик расположен выше (Tx up), $\Phi > 0$

Mivel a berendezéssel a vertikális és radiális mágneses komponensek közötti R_f^m fázisszög is mérhető, $|R^e|$ a (6) képlettel közvetlenül számítható (ΔH -t szintézissel határozzuk meg). Ennek a legfontosabb előnye az, hogy a topográfiai korrekció tetszőleges inhomogén altalajra érvényes, (1)–(4) integrálok numerikus számítása nélkül is elvégezhető.

A tárgyalt geometriai elrendezésnél, a $\Theta=0$, Φ -változó esetben a homogén feltételre vonatkozó $R^m(f)$ válaszgörbék az f frekvencia függvényében az 56. ábrán mutatjuk be.

Φ pozitív és negatív értékei esetén is a lejtőszögtől függő eltolódás jellemzi a válaszgörbék az interpretációhoz felhasználható R^e értékek tartományában. Az eredmények egyezésben vannak SINHA [1980] vizsgálataival.

Irodalom

- SINHA A. K. 1980: A study of topographic and misorientation effects in multifrequency electromagnetic sounding. *Geop Exploration*, **18**, 2, pp. 11–122.

2.3.1 Szénhidrogén-kutató fúrásokban végzett rétegdőlésmérések gépi feldolgozása*

A Magyar Kőolajipar 1982-ben megvásárolt egy rétegdőlésmérő berendezést és feldolgozó programrendszert a Dresser Atlas cégtől. Az ELGI megbízást kapott a software adaptálására, a hazai mérések feldolgozására és a programcsomag továbbfejlesztésére.

A Dresser Atlas INTERDATA 8/32 típusú számítógépre készült programcsomagot R-35-ös számítógépre adaptáltuk. Az üzembehelyezés első fázisában kísérleti feldolgozásokat végeztünk az eredmények összehasonlítására. Lehetőségünk volt a Dresser Atlas houstoni központjában végzett futtatás eredményeivel való összehasonlításra is. Az eredmények igen jó egyezést mutattak. A kísérleti feldolgozások után az összes hazai mérés, mintegy 4200 méter szelvényanyaga feldolgozásra került.

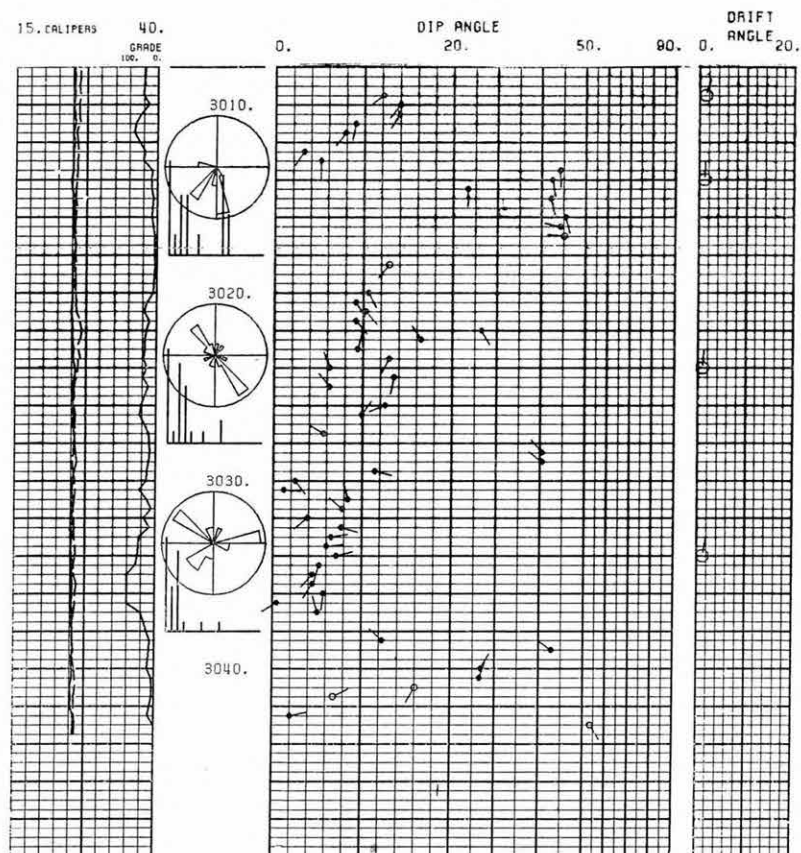
A rétegdőlésmérés feldolgozása azon alapszik, hogy a szonda négy papucsán mért mikroellenállás-görbék közti eltolódások jellemzők a rétegek dőlésére. A feldolgozás első lépése a mágnesszalagon rögzített mikroellenállás-görbék páronkénti korrelálása. Az így meghatározott eltolódásértékekből, valamint a mért orientációs adatokból egy adott mélységpontban az adott réteg dőlése meghatározható.

A meghatározáshoz két lineárisan független görbeeltolódás elegendő. A négykaros mérésekből 13 lineárisan független görbeeltolódás-pár választható ki, tehát a mérés többletinformációt tartalmaz. Az eredeti programrendszer ezekből bizonyos minőségi kritériumok alapján a legjobbat választja ki.

Az ELGI-ben elkészült KZONA program redundáns információ felhasználásával, matematikai-statisztikai módszerekkel (cluster analízis) a legvalószínűbb dőlésértékeket határozza meg. Ennek végrehajtása során a feldolgozandó mélységszakaszt zónákra bontja. Egy zónán belül minden mélységpontra kiszámítja az összes lehetséges dőlésértéket és az így kapott pontthalmazt egy osztályozó algoritmus segítségével osztályokba sorolja. A kijelölt osztályokat elemszámuk és szórásuk alapján rangsorolja. A program csak azokra a mélységpontokra számít dőlésértékeket, ahol a 13 dőlésérték közül legalább egy a jónak minősített osztályok valamelyikébe esik.

* Kovácsné Hódi N., Pandiné Szegedi Sz.

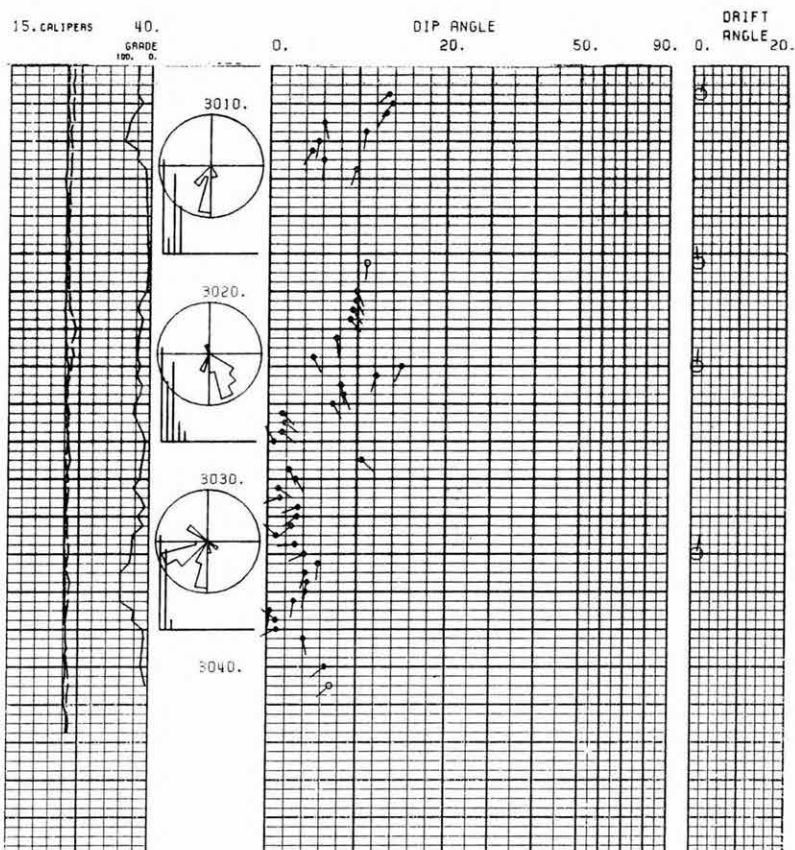
Az 57. ábrán az eredeti programrendszer egy rajzolt eredménye látható. A rajz minden mélységpontban a kiszámított dőlés nagyságát és irányát ábrázolja az ún. nyílbrázolással. Az 58. ábra ugyanazt a mélységszakaszt mutatja, a KZONA program által számított dőlésértékekkel.



57. ábra. Nagyszénás-2 mélyfúrás nyíl-rajza

Fig. 57. Arrow-plot of Nagyszénás-2 borehole

Рис. 57. Стрелочная диаграмма скважины Надьсенаш-2



58. ábra. Nagyszénás-2 mélyfúrás clusterezett nyíl-rajza

Fig. 58. Clustered arrow-plot of Nagyszénás-2 borehole

Рис. 58. Стрелочная диаграмма скважины Надьсенаш-2 с выделением групп

2.3.2 Szénminősítő programrendszer továbbfejlesztése*

Továbbfejlesztettük a HP 9825A típusú számítógépre kidolgozott programrendszert. A programrendszer az akusztikus Δt és a ρ sűrűségsváltozóból kiszámítja a rugalmas paramétereket: a Young modulust, nyírási modulust, térfogati modulust és a Poisson hányadost.

A rugalmas paraméterek ismerete elsősorban a széntl:pek fedő és fekü rétegeiben nagy jelentőségű. Az algoritmus lényege egy táblázat, amely tartal-

* Karas Gy., Bihari L.-né, Mészáros F., Szalai M.

mazza a legfontosabb kőzetek V_p/V_s értékeit, ahol V_p a longitudinális hullám terjedési sebessége, és V_s a transzverzális hullám terjedési sebessége.

A Δt -ből egyszerű módon számolható a V_p érték, míg a litológia ismeretében az említett táblázatból meghatározható a V_s érték. A V_p , V_s és ρ ismeretében egyértelműen meghatározhatók a rugalmassági paraméterek. A fentiek illusztrálására szolgál az 59. ábra.

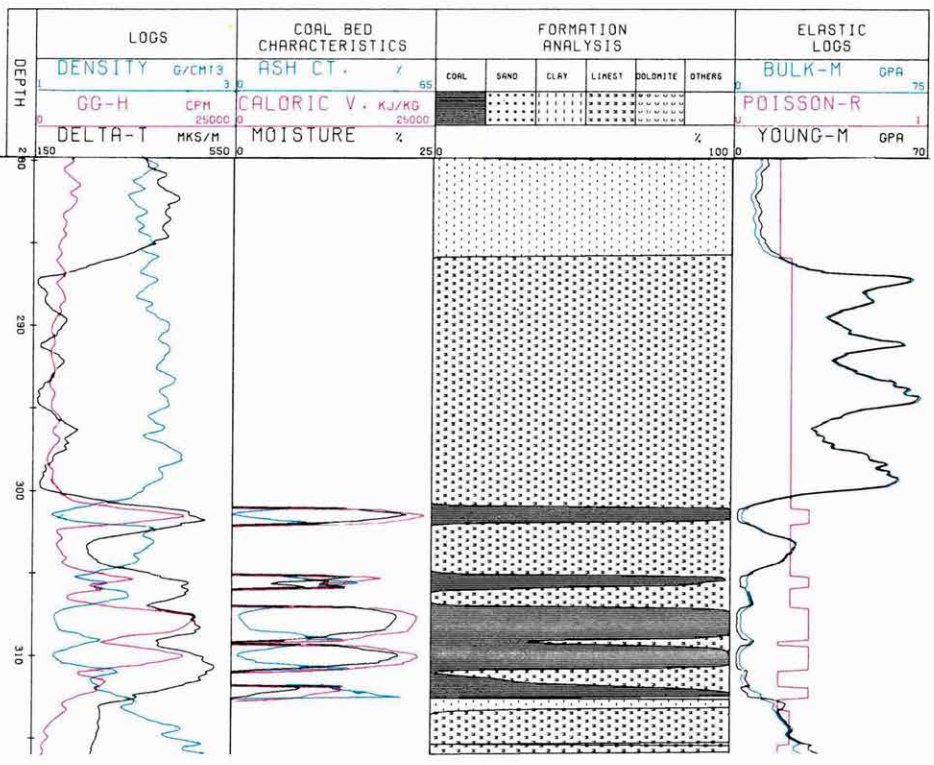
A programrendszer továbbfejlesztésének másik területe a litológia programmal kijelölt széntelepek további bontása. Jelenlegi változatban a programrendszer a hamutartalom vagy a fűtőérték függvényében végzi el a széntelepek részletes felbontását. Az algoritmus alapját a programba beépített táblázat képezi az alábbi értékekkel:

Megnevezés	Hamutartalom [%]	Fűtőérték [kJ/kg]
Barnakőszén	<20	> 16 800
Agyagos barnakőszén	20–35	10 500–16 800
Szenes agyag	35–50	4 200–10 500
Szénnyomos agyag	50–65	—
Szerves festett agyag	> 65	2 000–4 200

A 60. ábrán a hamutartalom alapján végzett feldolgozás eredménye látható.

CALIFORNIA COMPUTER

CALIFORNIA COMPUTER PRODUCTS, INC. ANAHEIM, CALIFORNIA CHART NO. 00



59. ábra. Egy nagyegyházi fúrás értelmezése a továbbfejlesztett szénminősítő programrendszerrel

Fig. 59. Interpretation of a log of a Nagyegyháza borehole with the modernized coal qualification program system

Рис. 59. Интерпретация скважины ок. с. Надьэдьхаза по совершенствованной программной системе для квалификации углей

SZENES RETEGEK FIZIKAI PARAMETEREI

FURAS NEVE: NHAZA-154B

MERESI DATUM: 1982. 09. 21.

TALPMELYSEG: 295M

TETOMELYSEG: 280M

N ^o	MEGNEVEZES	(a) ALSO H. (M)	(b) FELSO H. (M)	(c) RETEG V. (M)	(d) SURUSEG (G/CM ³)	(e) HAMU T. (%)	(f) FUTO E. (KJ/KG)	(g) NEDV.T. (%)
1.	SZENES AGYAG	285.45	285.35	0.10	1.83	45	9964	4
2.	AGYAGOS BARNAKOSZEN	285.35	285.15	0.20	1.67	34	13498	9
3.	BARNAKOSZEN	285.15	283.25	1.90	1.39	12	20371	17
4.	AGYAGOS BARNAKOSZEN	283.25	283.20	0.05	1.55	24	16442	12
5.	BARNAKOSZEN	283.20	283.15	0.05	1.51	22	17171	13
6.	AGYAGOS BARNAKOSZEN	283.15	282.62	0.53	1.62	30	14739	10
7.	SZENES AGYAG	282.62	282.60	0.02	1.86	47	9140	3
8.	SZENES AGYAG	282.10	282.05	0.05	1.88	48	8829	2
9.	AGYAGOS BARNAKOSZEN	282.05	281.85	0.20	1.68	34	13315	9
10.	BARNAKOSZEN	281.85	281.50	0.35	1.47	19	18213	14
11.	AGYAGOS BARNAKOSZEN	281.50	281.20	0.30	1.60	28	15299	10
12.	SZENES AGYAG	281.20	281.10	0.10	1.88	48	8744	2

60. ábra. Egy szénkutató fúrás számítógépes értelmezésének táblázatos eredményei

Fig. 60. Tabulated results of the computer interpretation of a coal exploration borehole

1, 7, 8, 12 — carbonaceous shale; 2, 4, 6, 9, 11 — argillaceous brown coal; 3, 5, 10 — brown coal; a — lower boundary; b — upper boundary; c — layer thickness; d — density; e — ash content; f — caloric value; g — humidity

Рис. 60. Результаты угольной скважины в виде таблиц, полученных при обработке на ЭВМ

1, 7, 8, 12 — углистая глина; 2, 4, 6, 9, 11 — глинистый бурый уголь; 3, 5, 10 — бурый уголь; a — нижний предел; b — верхний предел; c — мощность пласта; d — плотность; e — зольность; f — калорийность; g — влажность

2.3.3 ASZOIGISZ rendszer adaptálása*

1983-ban az ELGI R-35 típusú számítógépére adaptáltuk a „Geofizikai fúróluk-vizsgálatok automatikus feldolgozási és értelmezési rendszerét (ASZOIGISZ)”. A rendszer a Szovjet Olajipari Minisztérium Ipari és Terepi Geofizikai Hivatala Központi Geofizikai Expedíciójának irányításával, kőolajipari KGST együttműködés keretében került kidolgozásra az OKGT támogatásával. A rendszer a karotázs anyagok feldolgozási folyamatának automatizálására szolgál azzal a céllal, hogy az eredmények hatékonyságát és megbízhatóságát növelje a harmadik generációs számítógépek fel-felhasználásával. További célkitűzés a geológiai-geofizikai tájékoztatás az adatbank segítségével.

Az ASZOIGISZ rendszerben történő feldolgozás általános vázlata a 61. ábrán látható. A feldolgozás szervezésének alapvető koncepciói a következők:

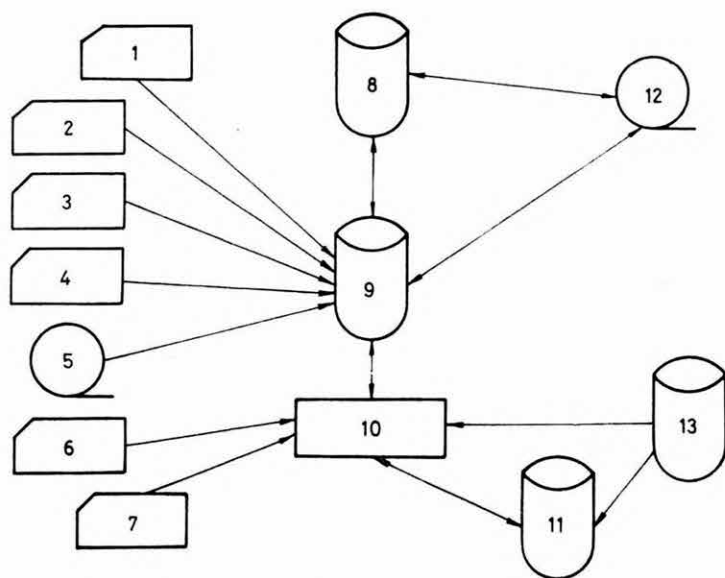
- egységes adatbázis, egyszerű adatbevitel, távlati felhasználási lehetőség biztosítása;
- az adatbázis szerkezete nem függ a konkrét feladattól és a feldolgozó programoktól;
- az adatbázisban tárolt adatok és ezek leírásai különállóak, ami azzal az előnnyel jár, hogy az adatbázist kezelő programok megváltoztatása esetén is a korábban bevitt adatok változatlanok maradnak;
- az adatbázis kezelése, másolása, tömörítése és egyéb műveletek elvégzése speciális rendszerprogramokkal valósítható meg;
- a feldolgozás az ideiglenes adatbázis szintjén megy végbe, amely csupán az adott feladat végrehajtási időtartamára tárolja a szükséges információt;
- a feldolgozó programok az ideiglenes adatbázissal csak speciális szerviz programokkal léphetnek kapcsolatba;
- a felhasználó és az adatbázis kapcsolata speciális adatkiíró, adatkezelő és feldolgozást vezérlő nyelveken keresztül valósul meg.

A rendszer jelenlegi szintjén több mint hetven adatbázist kezelő-, illetve geofizikai feldolgozást végző programmal áll a felhasználók rendelkezésére.

A programokból az adott feladatra vonatkozóan eljárások szervezhetők, amelyek akár a teljes-, akár pedig a részfeladatokat foglalják magukba. Ezeket automatikusan futtatva lehetőség van egy-egy részfeldolgozás átnézésére, s a következő lépéshez szükséges paraméterek meghatározására.

A programrendszer kifejlesztése elsősorban szénhidrogént tartalmazó kutak adatainak feldolgozására készült, de az adatbázis szerkezete valamennyi mélyfúrás adatainak tárolására egyformán alkalmas. A feldolgozást végző programok többsége az egyéb típusú értelmezést szintén biztosítja a haszonanya-

* Szendrő D.



61. ábra. ASZOIGISZ adatbank feldolgozási és kezelési vázlat

1 — terület jellemzők; 2 — fúróluk jellemzők; 3 — szelvény jellemzők; 4 — szonda jellemzők; 5 — digitalizált szelvények; 6 — geofizikai adatok feldolgozására vonatkozó feladatok; 7 — adatbázis kezelő feladatok; 8 — adatbázis — LIBSET: tartalomjegyzékek, katalógusok, leírások, eljárások, görbeseregek; — GEOSET: szelvény jellemzők, fúróluk- és rétegsor jellemzők, kiindulási szelvények, feldolgozási eredmények; 9 — ideiglenes adatbázis (egy adott feladatra vonatkozó információk); 10 — operatív memória; 11 — operációs rendszer (VS) eszközei; 12 — archív állomány; 13 — programkönyvtár (adatbázis kezelése, bemeneti-, kimeneti- és átviteli szerviz programok, ASZOIGISZ szerviz programok, ASZOIGISZ geofizikai programok)

Fig. 61. Processing and handling scheme of the ASOIGIS data bank

1 — areal characteristics; 2 — borehole characteristics; 3 — log characteristics; 4 — sonde characteristics; 5 — digitized logs; 6 — jobs for processing geophysical data; 7 — jobs for handling the data base; 8 — data base — LIBSET: contents, catalogues, descriptions, techniques, master curves; — GEOSET: log characteristics, borehole- and geological characteristics, initial logs, processing results; 9 — temporary data base (information relating to a particular task); 10 — RAM; 11 — means of the operating system (VS); 12 — archives; 13 — program library (handling of the data base, input-, output- and transfer service programs, ASOIGIS service programs, ASOIGIS geophysical programs)

Рис. 61. Схема обработки и обслуживания базы данных АСОИГИС

1 — характеристики района; 2 — характеристики скважины; 3 — характеристики каротажной диаграммы; 4 — характеристики скважинного прибора; 5 — кривые, преобразованные в цифровой код; 6 — задания по обработке геофизических данных; 7 — задания по обслуживанию базы данных; 8 — база данных — LIBSET: перечни, каталоги, описания, методы, семейства кривых, — GEOSET: характеристики диаграмм, характеристики скважины и толщи, исходные кривые, результаты обработки; 9 — временная база данных (информации для конкретного задания); 10 — оперативная память; 11 — средства оперативной системы (ВС); 12 — архивы; 13 — библиотека программ (по обслуживанию базы данных, сервисные программы ввода/вывода, переноса данных, сервисные программы АСОИГИС, геофизические программы АСОИГИС)

gokra és a területre vonatkozó ismeretek adattárba vitele után. A feldolgozó programok közül megemlíthetjük a következőket:

- függvénykapcsolatok készítése;
- normalizációs eljárások;
- automatikus mélységegyeztetés;
- nukleáris szelvények korrigálása;
- akusztikus szelvény fáziskimaradásának korrigálása;
- PS szelvény korrigálása;
- indukciós szelvény korrigálása;
- laterolog szelvény korrigálása;
- valódi ellenállás meghatározása;
- réteghatárok automatikus kijelölése;
- statisztikus litológiai értelmezés;
- agyagosság meghatározása;
- porozitás meghatározása több módszerrel;
- víztelítettség meghatározása több módszerrel;
- olajteltettség meghatározása több módszerrel.

A programrendszer alkalmazásával kapott eredmény egy szénhidrogén tartalmú kút esetében a 62. ábrán látható.

62. ábra. Szénhidrogén tartalmú fúrás feldolgozása ASZOIGISZ rendszerben

NGK: neutron-gamma szelvény; GK: természetes-gamma szelvény; DN: névleges lyukátmérő szelvény; DS: lyukátmérő szelvény; PS: természetes-potenciál szelvény; B-BK: bázisként szereplő ellenállás szelvény; N-AK: ellenállás görbéhez normalizált akusztikus szelvény; KP (AK-PORAK): akusztikus görbéből számított porozitás szelvény; KP (NGK-PORNK): neutron-gamma görbéből számított porozitás szelvény; KG: természetes gamma és természetes potenciál szelvény együttes figyelembevételével számított agyagosság szelvény; KV: Schlumberger formulával számított víztelítettség szelvény; LITHOLOGY: litológia; ∙: porózus kőzet; $\times_X \times$ tömör kőzet; \equiv agyag

Fig. 62. Processing of logs of a hydrocarbon producing well in the ASOIGIS system

NGK: neutron-gamma log; GK: gamma-ray log; DN: nominal caliper log; DS: caliper log; PS: spontaneous potential log; B-BK: resistivity log used as reference; N-AK: acoustic log normalized for the resistivity log; KP (AK-PORAK): porosity calculated from the acoustic log; KP (NGK-PORNK): porosity calculated from neutron-gamma log; KG: clay content diagram calculated from the gamma-ray and SP logs; KV: water saturation diagram calculated by the Schlumberger formula; ∙: porous rock; $\times_X \times$ solid rock; \equiv clay

Рис. 62. Обработка нефтегазовой скважины по системе АСОИГИС

NGK: кривая НГК; GK: кривая ГК; DN: кривая номинального диаметра; DS: кривая каверномера; PS: кривая СП; B-BK: кривая сопротивления, принятая за опору; N-AK: кривая АК, нормализованная к кривой сопротивления; KP (AK-PORAK): кривая пористости, вычисленная по кривой АК; KP (NGK-PORNK): кривая пористости, вычисленная по кривой НГК; KG: кривая глинистости, рассчитанная с учетом кривых ГК и естественного потенциала; KV: кривая водонасыщенности, вычисленная по формуле Шлumberge; LITHOLOGY: литология, ∙, пористая порода, $\times_X \times$ плотная порода, \equiv глина

2.3.4 Nukleáris és elektromos műszerfejlesztés*

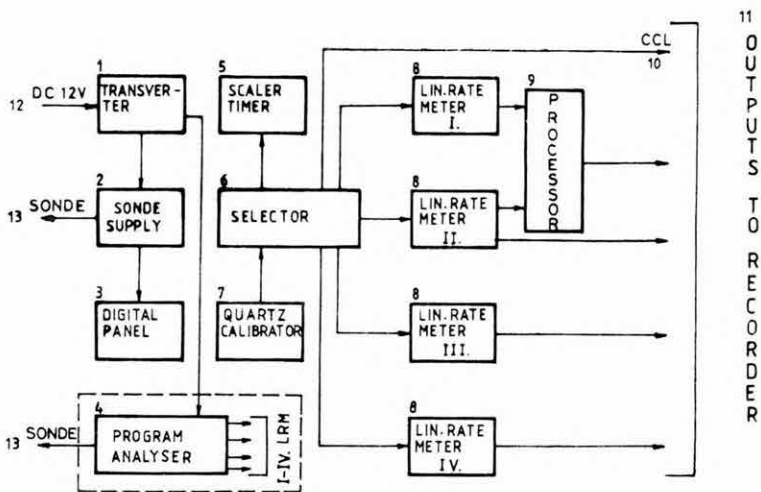
A hagyományos karotázs berendezések modernizálására kidolgoztuk a KFU típusú felszíni egységet, amely a régi nukleáris felszíni műszerek továbbfejlesztése (az IEC ajánlásaival és a második-harmadik generációs aktív félvezető elemekkel felépített Európa-kártyákkal), a nagyobb stabilitás, kisebb fogyasztás és méretek céljából (63. ábra).

A KFU típusú univerzális felszíni egységgel és az ELGI-ben kifejlesztett impulzus üzemben működő szondákkal az alábbiakban felsorolt karotázs szelvények vehetők fel:

- természetes gamma;
- gamma-gamma (sűrűség);
- kompenzált gamma-gamma (hitelesített sűrűség);
- neutron-neutron (porozitás);
- kompenzált neutron-neutron (hitelesített porozitás);
- hőmérséklet (°C-ban hitelesített);
- lyukbőség (mm-ben hitelesített);
- lyukprofil;
- lyukfolyadék áramlás;
- fúrólyuk folyadék sűrűség;
- szelektív gamma;
- röntgenradiometrikus;
- energia szelektív gamma (max. 4 csatornában);
- gamma spektrum;
- normál ellenállás;
0,4 m (16'')+1,6 m (64'');
- lateral ellenállás;
1,8 m (6')+PS;
- iszapellenállás;
- mágneses karmantyú lokátor.

A felsorolt mérések közül maximálisan négy végezhető el egyidejűleg, a választott szondától függően. A KFU műszer egyik fő jellemzője, hogy a négy csatorna egyidejűleg történő üzemeltetéséhez egyeres acélpáncélkábel alkalmazása elégséges. A beépített processzor lyukkompensált sűrűség és porozitás számítására alkalmas, valamint további egyszerű számításokra pl. a négy alapművelet elvégzésére. A processzor egy darab Európa-kártyán van felépítve, amely állandó fejlesztés alatt áll egyéb számítások megvalósítására. A KFU-4-12 típusú felszíni műszerezység bloksémája a 64. ábrán látható.

* Korodi G., Liszt F., Nagy M., Szentpály M.



64. ábra. A KFU-4-12 karotázs panel blokk-sémája

1 — DC-DC tápegység; 2 — szonda tápegység; 3 — szondaáram-kijelző; 4 — mérésválasztó kapcsoló; 5 — impulzus számláló-kijelző; 6 — szelektor; 7 — kvarc hitelesítő; 8 — lineáris ratemeter; 9 — számítógéység; 10 — lokátor kimenet; 11 — regisztráló kimenetek; 12 — 12 V akkumulátor; 13 — szondacsatlakozás

Fig. 64. Block diagram of the KFU-4-12 surface unit

Рис. 64. Блок-схема каротажной панели КFU-4-12

1 — источник питания на прямом токе; 2 — источник питания для зонда; 3 — индикатор тока зонда; 4 — переключатель режимов работы; 5 — индикатор счетчика импульсов; 6 — селектор; 7 — кварцевая база времени; 8 — линейный интегратор; 9 — вычислительное устройство; 10 — выход локалятора; 11 — выходы регистратора; 12 — батарея в 12 В; 13 — присоединение зонда

Az energiaszelektív, spektrális mérések esetén a kábel egy további érén a mért sugárzás energiájával arányos amplitúdójú impulzusok a PRA-4 típusú amplitúdó analízátor bemenetére jutnak amely 4 energia ablak beállítását tesz lehetővé. Ilyen mérésekhez minimum három érű kábel szükséges.

A technikai és a nukleáris mérések egyidejű regisztrálására kombinált szondákat fejlesztettünk ki. E szondatípusok lehetővé teszik a lyukhatások korrekcióját (pl. bőség korrigált sűrűségmérés stb.) az információk processzoros feldolgozását (lyuktérfogat meghatározása a lyukprofil mérésből stb.) és a lyukfal pontos követését. Ezenkívül más technikai előnyt is nyújtanak pl. karok nyitása-csukása a mélyfúrásban. A motoros működtetésű bőségmérővel kombinált szondacsatlakozásnak három fő típusát fejlesztettük ki:

1) 3-karos lyukbőségmérővel kombinált szondák.

- A mérhető paraméterek: — lyukbőség
 — lyukhőmérséklet
 — természetes gamma sugárzás

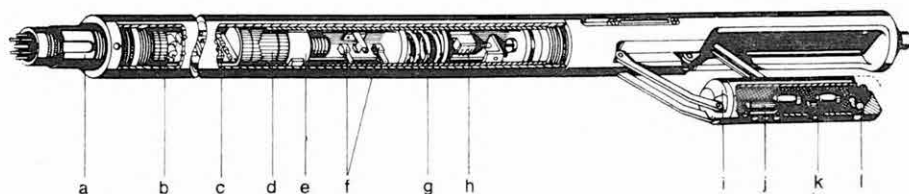
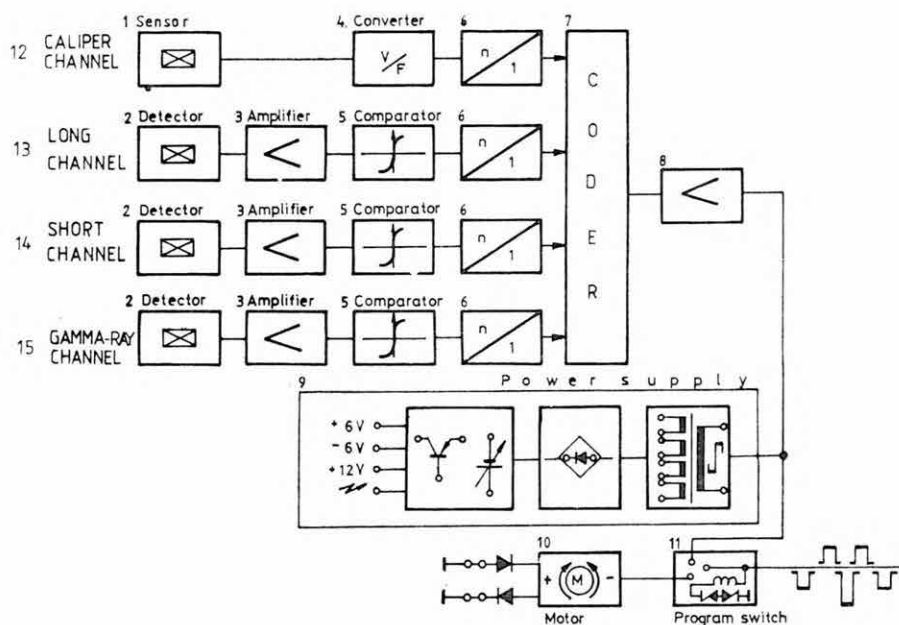
2) 1-karos lyukbősségmérővel illetve pados bősségmérődetektor rendszerrel kombinált szondák.

A mérhető paraméterek: — lyukkompenzált sűrűség
— lyukbősség
— természetes gamma sugárzás

3) 4-karos (2×2 karos profilmérő) lyukbősségmérővel kombinált szondák.

A mérhető paraméterek: — X-Y lyukátmérő
— hőmérséklet
— folyamatos iszapellenállás

A kombinált szondák elektronikai és szerkezeti felépítése a 65. ábrán látható KGGGC-4-80-60 SMPY típusú szonda blokkvázlatáról követhető. A szon-



- dával egyidejűleg mérhető lyukparaméterek: — kompenzált sűrűség,
 — lyukbőség,
 — természetes gamma sugárzás.

A szondacsalád fő jellemzői: a bőségmérő karokat, illetve a sűrűségmérő detektorokat a felszínről vezérelhető elektromotoros golyósorsós-rugós mechanizmus szorítja a lyukfalhoz; készíthetők 36 és 60 mm átmérőben; maximális üzemi hőmérsékletük 150 °C; egyes pánccélkábellel működtethetők; elektronikájuk holtidő és koincidencia hibamentességét biztosítják a lehelyezett osztó fokozatok AMPLITUDOMULTIPLEX* szelektív tárolással.

65. ábra. A KGGGC-480-60sMPY szonda blokkvázlata és mechanikus felépítése

1 — lyukbőség érzékelő; 2 — szcintillációs detektor; 3 — impulzus erősítő; 4 — feszültség-frekvencia átalakító; 5 — energiaszint komperátor; 6 — impulzus osztó; 7 — uniformizáló és antikoincidencia áramkör; 8 — végerősítő fokozat; 9 — szonda tápegység; 10 — papucs-mozgató motor; 11 — üzemmód választó kapcsoló; 12 — bőségmérő csatorna; 13 — sűrűségmérő hosszú csatornája; 14 — sűrűségmérő rövid csatornája; 15 — gamma-sugár csatorna. a) szonda-fej; b) szcintillációs detektor; c) elektronika; d) detektor papucs mozgató motor; e) golyós orsó; f) végállás kapcsolók; g) energiatároló rugó; h) bőségérzékelő; i) detektor papucs; j) sűrűségmérő hosszú csatornája; k) sűrűségmérő rövid csatornája; l) gamma sugárforrás

Fig. 65. Block diagram and mechanical construction of the KGGGC-480-60sMPY sonde

a — sonde head; b — scintillation counter; c — electronics; d — pad moving motor; e — ball screw; f — limit switches; g — pad loading spring; h — diameter sensor; i — pad assembly; j — long spaced channel of density system; k — short spaced channel of density system; l — gamma source

Рис. 65. Блок-схема и механическая конструкция зонда KGGGC-480-60sMPY

1 — детектор каверномера; 2 — сцинтилляционный детектор; 3 — усилитель импульсов; 4 — преобразователь напряжения в частоту; 5 — компаратор уровня энергии; 6 — делитель импульсов; 7 — униформирующий каскад и схема противосовпадения; 8 — каскад конечного усиления; 9 — источник питания для зонда; 10 — двигатель для привода башмака; 11 — переключатель режимов; 12 — канал каверномера; 13 — длинный канал плотномера; 14 — короткий канал плотномера; 15 — канал ГК
 a — головка зонда; b — сцинтилляционный детектор; c — электроника; d — двигатель для передвижения детектора; e — шариковый шпиндель; f — ограничители; g — пружина для хранения энергии; h — индикатор каверны; i — башмак детектора; j — длинный канал плотномера; k — короткий канал плотномера; l — источник гамма-излучения

2.3.5 Digitális műszerfejlesztés**

A digitális műszerfejlesztés során elkészítettük a MOLE elnevezésű, KD-80 típusú mérőrendszert. A fejlesztés szempontja az volt, hogy a mélyfúrás mérés-technikában meglévő és jövőbeni igényeket a számítástechnika eredményeinek adaptálásával elégítsük ki. Így elértük, hogy a) a bővülő mérési eljárások nem bonyolítják a mérőrendszer felépítését és kezeléstechnikáját, nem kell az egyes mérési eljárásokhoz, szondákhoz önálló felszíni egység, továbbá a hagyományos mérések végrehajtása is egyszerűbb; b) a mérésekből pontosabb adatokat nyerünk, részben a mérési eljárás javításával és automatikus ellenőrzésével, részben hitelesítési adatok felhasználásával; c) a méréssel egyidejűleg a fúróluk- adatokkal korrigált fizikai paramétereket regisztrálunk és terpci gyorskiértékelést is végezhetünk.

A MOLE rendszer alapkiépítésben (lásd a 66. ábrát) az alábbi egységeket tartalmazza:

- analóg bemenetű mérőegység
- impulzus bemenetű mérőegység
- mélységkezelő egység
- vezérlő egység
- analóg regisztráló
- átmeneti adattároló.

Az alapkiépítés az alábbi szelvényezésekre alkalmas. Elektromos mérések (analóg bemenetű mérőegységgel):

- 10 és 40 cm-es potenciál + SP
- rövid gradiens + SP
- 40 és 160 cm-es potenciál + SP
- hosszú gradiens + SP
- háromelektrodás irányított áramterű mérés (LL3)
- indukciós mérés
- gerjesztett potenciál
- mikroellenállás
- izzapellenállás.

Nukleáris és impulzus üzemű mérések (impulzus bemenetű mérőegység):

- természetes gamma
- sűrűség (max. négycsatornás szondával)
- szelektív gamma
- neutron porozitás
- neutron aktiválás

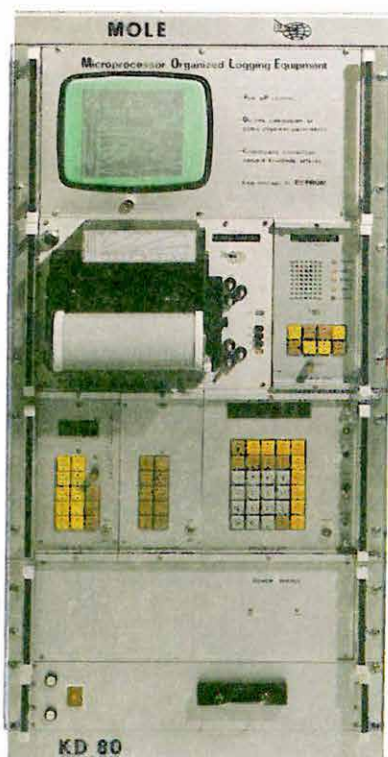
* Horváth F., Josepovits Gy., Szongoth G.



63. ábra. KFU típusú karotázs panel

Fig. 63. Surface unit type KFU

Рис. 63. Каротажная панель типа KFU



66. ábra. A MOLE karotázs berendezés fotoregisztrálás változata

Fig. 66. The MOLE well logging equipment with camera

Рис. 66. Вариант каротажной установки MOLE с фоторегистратором

- lyukbőség
- hőmérséklet
- folyadék áramlás.

A mélységadatok kezelésében elvégzi a mélységkorrekciót, lépteti a regisztrálót, kijelzi a mélységszámot és szelvényezési sebességet és egyéb figyelmeztetéseket ad (pl. szelvényezési intervallum). A vezérlő egység tartalmazza az adatmozgató processzort és gyors aritmetikát az elsődleges korrekció elvégzésére, a méréshatár kiválasztására numerikus kijelzést ad és elvégzi a D/A átalakítást. A szelvények analóg regisztrálására az ELGI bármely direktírója vagy foto-regisztrálója csatlakoztatható.

Az átmeneti adattárolás feladata néhány szelvény adatainak (pl. lyukbőség, izzapellenállás, stb.) átmeneti tárolása egy kút teljes szelvényezésének idejére, a lyukkorrekciók, illetve más léptékű vagy más dinamikájú visszajátzások és egyéb feldolgozások elvégzése érdekében.

A MOLE rendszer kívánságra bővíthető energia-szelektív mérőegységgel, akusztikus mérőegységgel, képernyős görbemejelenítővel, mágnesszalagos adatrögzítéssel, szabványos soros adatkiviteli csatlakozással.

A rendszer elektronikus felépítése mikroprocesszoros, fixen tárolt programvezérlésű. Egy-egy méréstípushoz tartozó hitelesítést, mérést, számítást, regisztrálást vezérlő programrész egyetlen nyomógombbal indítható.

2.3.6 Komplex maggeofizikai berendezés*

Az elmúlt évek kutatási eredményei és a tengeri expedíciós munkák tapasztalatai alapján elkészítettük az MTA 1527-HFD típusú komplex maggeofizikai analízátort.

Az analízátorban a neutron aktivációs analízissal működő főkomponens meghatározó mérőegység mellé beépítettünk egy gázhűtésű félvezető detektort tartalmazó röntgenradiometriás mérőberendezést is, amely a hasznosítható ásványi komponensek vizsgálatára szolgál.

A mérőrendszer vezérlése, az automatikus mintaváltás biztosítása, a mérési adatok gyűjtése, kiértékelése és megjelenítése Z80 mikroprocesszorra alapozott mérésvezérlő rendszerrel történik. A vizsgált kőzetmintából érkező karakterisztikus röntgensugárzást a gázhűtésű félvezető detektor érzékeli.

A detektor jele erősítés és jelformálás után analóg-digitál átalakítóra jut, ahonnan a mikroprocesszoros számítógép memóriájába kerül. A mérés befejezésekor a számítógép automatikus üzemben a vizsgált minta ismeretlen spektrumát összehasonlítja a mikrogép memóriájában tárolt etalon spektrumokkal és a beprogramozott kiértékelő algoritmusok segítségével súlyszázalék összetételt

* Beszeda T., Renner J., Siklós A.

határoz meg. A mérési eredményeket nyomtatásban rögzíti, valamint a kijelzőn megjeleníti.

A berendezéssel lehetőség van a röntgenradiometriás mérőhelyről származó teljes spektrumok egyedi és kombinációs kiértékelésére. Valamennyi adat a rendszer háttértárolóján (mágnesszalagos, hajlékony mágneslemez) későbbi feldolgozás céljára tárolható.

A komplex berendezéssel részletes elemzést végeztünk az expedíciós munkák során begyűjtött vas-mangán konkréció mintákkal. Megvizsgáltuk a mérőrendszer reprodukciós pontosságát, meghatároztuk a berendezésre üzemszerűen kimutatható legkisebb koncentráció értéket. Néhány elemre a reprodukciós pontosság abszolút százalékban kifejezve a következő:

Mn $\pm 0,06\%$

Fe $\pm 0,09\%$

Ni $\pm 0,013\%$

Cu $\pm 0,02\%$

Sr $\pm 0,003\%$

Más kőzetek vizsgálatánál is bebizonyosodott, hogy az analízátorral elérhető pontosság meghaladja a kémiai elemzések pontosságát.

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁS

3.1 A FÖLDMÁNGESES TÉR VIZSGÁLATA*

A Tihanyi Observatóriumban néhány napos megszakításoktól eltekintve folyamatosan regisztráltuk a földmágneses tér F , D , H , Z értékeinek változását. A rövid megszakítások a mérőrendszerek és az épületek tovább már nem használható felújítása következtében álltak elő.

Az abszolút mérések alapján a földmágneses tér és komponenseinek 1983. évi középértékei az alábbiak:

$$F = 47\,395 \text{ nT}$$

$$D = 1^\circ 24,0'$$

$$H = 21\,460 \text{ nT}$$

A mérési szüneteket kihasználva protonmagnetométerrel megvizsgáltuk az abszolút- és variációs ház belsejét és környezetét, hogy feltérképezzük az esetleges zavaró hatásokat; és gondoskodtunk azok megszüntetéséről.

1982-ben egy villámcsapás tönkretette az elektronikus mérő- és adatgyűjtő rendszereket. 1983-ban folytatódott a műszerek helyreállítása és megbízhatóságuk vizsgálata. Tapasztalatunk szerint a TTL típusú bipoláris áramkörök egy része tönkrement, más részük tovább is üzemképes maradt. Ezzel szemben a MOS, ill. CMOS típusú áramkörök, amelyek túléltek a villámcsapást, hónapok alatt előbb megbízhatatlanná, hőérékennyé, majd hibássá váltak.

Rendszeres használatba vettük a DIM-100 magnetométert, amely gyors és megbízható terepi deklináció és inklináció méréseket tesz lehetővé.

A HP 97 S típusú asztali kalkulátorral automatizáltuk a vektor-protonmagnetométerrel végzett F , H és Z mérést, ezáltal a mérések megbízhatósága nagymértékben növekedett.

Az országos mérés során anomálisnak találtunk két területet a Eperjes-Tokaji hegységben és a Tiszaháton. Ellenőrző mérésekkel megállapítottuk, hogy a látszólagos anomáliák többsége az iparosítás ill. a nagyüzemi (kardonos) szőlőtelepítés által okozott felszíni zavarból ered. Ezeket a pontokat a felmérésből kihagytuk.

Az év folyamán összehasonlító méréseket végeztünk több observatóriumban. A nagyeceni observatóriumban márciusban, áprilisban és decemberben, a

* Hegyegi L., Körmendi A., Lomniczi T., Szabó Z.

niemegki obszervatóriumban októberben és a Wien–Kobenzli obszervatóriumban decemberben mértünk. Hasonló méréseket végeztek a niemegki obszervatórium munkatársai 1983 áprilisban Tihanyban. Az összemérések célja a szokásos alapszint ellenőrzésén túl a QHM konstansainak javítása; az új DIM-100 deklinációs műszer bekötése a nemzetközi hálózatba és az Elsec vektor-protonmagnetométer komponens méréseinek hitelesítése volt.

Alapvetési témák

a) Az ELTE Geofizikai Tanszékén folyó munkákhoz kapcsolódva plazmaszféra-ionoszféra csatolási mechanizmusok kutatását szolgáló vizsgálatokat végeztünk. A horizontális térerősség-komponensek regisztrátumaiból nyert különböző, átlagintenzitás jellegű idősorok egyszerű spektrális jellemzőit számoltuk. A vizsgálatok célja: olyan magnetoszféra állapotjelzők konstruálása, melyek a helyi wh -felvételekből nyert elektronsűrűség adatokon alapuló csatolás fluxusokkal jól összevethetők és korreláltságuk követhető.

b) Megkezdjük a Tihanyi Obszervatórium földmágneses adatsorának áttekintő feldolgozását, az adatrendszer különböző kutatási szempontok szerinti feldolgozásának módszertani előkészítését. E munkák célja: a kutatók számára könnyen hozzáférhető obszervatóriumi adatrendszer megteremtése; a magnetoszféra kutatás obszervatóriumi adatokon alapuló klasszikus és új feldolgozási szempontjai szerinti módszerek alkalmazása ill. kialakítása; adataink összevetése az obszervatóriumi hálózat adataiból nyert hasonló eredményekkel.

3.2 GEODINAMIKAI VIZSGÁLATOK*

Geodinamikai jelenségek megfigyelése és feldolgoása

Az ELGI földárapály megfigyelései 1982 márciusa óta a Mátyáshegyi barlangban folynak. 1983-ban feldolgoztuk az 1982 március–decemberi időszakban végzett gravitációs megfigyelések görbéit (*I. táblázat*). A regisztrátumok — melyeknek egy rövidebb szakaszát a *67. ábrán* mutatjuk be — kis és szabályos műszerjárással jellemezhetők és belső pontosságuk is megfelelő. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a graviméteres regisztráláshoz kedvezőbbek a feltelemek földalatti, a felszíntől néhányszor tíz méteres mélységben telepített állomásokon, mert itt a hőmérsékleti viszonyok stabilitása nagy pontossággal biztosítható.

Hullám Wave Волна	δ Amplitúdó hányadosok Amplitude ratios Отношения амплитуд	$\Delta\kappa$ Fáziskülönbségek Phase differences Разности фаз
O_1	1.1565 ± 0.0022	$0.16^\circ \pm 0.11^\circ$
K_1	1.1412 ± 0.0028	$0.15^\circ \pm 0.14^\circ$
N_2	1.1681 ± 0.0070	$0.40^\circ \pm 0.34^\circ$
M_2	1.1908 ± 0.0014	$0.63^\circ \pm 0.07^\circ$
S_2	1.1832 ± 0.0034	$0.09^\circ \pm 0.16^\circ$

I. táblázat. A Mátyáshegyi barlangban 1982-ben végzett gravitációs földárapály megfigyelések feldolgozásának eredményei

Table I. Results of processing gravity Earth tide observations, performed in 1982 in the Mátyáshegy cave

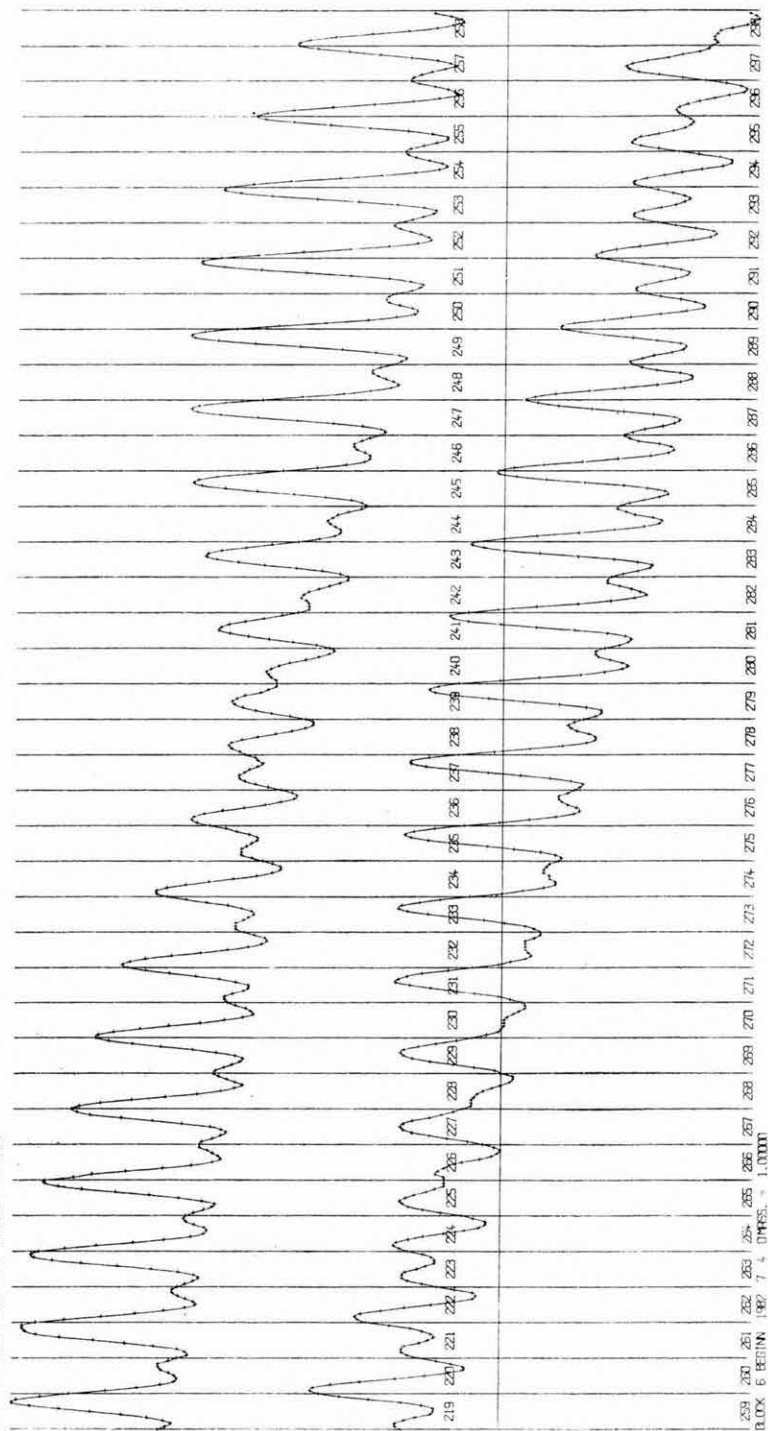
Таблица I. Результаты обработки гравиметрических наблюдений земных приливов, проведенных в 1982 г. в пещере на горе Матъяш

* Varga P.

OPPELMEETMESSING 08.03.02 - 26.08.02 04-07 1830414 05 15

00000.00

BLOK 6 BEGINN 1992 7 4 014855 = 0.00000



259 261 263 265 267 269 271 273 275 277 279 281 283 285 287 289 291 293 295 297 299
BLOK 6 BEGINN 1992 7 4 014855 = 1.00000

Feldolgoztuk az ELGI és a Darmstadti Műszaki Egyetem együttműködésének keretében 1980–82 években Tihanyban végzett földárapály megfigyeléseket is (II. táblázat). E mérések összehasonlítása a Tihanyban korábban — több műszerrel — végzett megfigyelésekkel azt mutatja, hogy a darmstadti La Coste Romberg (LCR) ET-16 műszer amplitúdóhányadosai (δ) megegyeznek a tihanyi bázisértékekkel, de fáziskülönbségei ($\Delta\kappa$) eltérnek azoktól (III. táblázat). Az LCR ET-16 műszer instrumentális fáziskésésének kimutatása azért volt fontos, mert ezzel a műszerrel a korábbiakban Nyugat- és Közép-Európában

Hullám Wave Волна	δ Amplitúdó hányadosok Amplitude ratios Отношения амплитуд	$\Delta\kappa$ Fáziskülönbségek Phase differences Разности фаз
O_1	1.1561 ± 0.0006	$-0.40^\circ \pm 0.02^\circ$
K_1	1.1378 ± 0.0004	$0.33^\circ \pm 0.02^\circ$
N_2	1.1561 ± 0.0075	$0.08^\circ \pm 0.39^\circ$
M_2	1.1833 ± 0.0016	$0.33^\circ \pm 0.08^\circ$
S_2	1.1771 ± 0.0039	$1.95^\circ \pm 0.17^\circ$

II. táblázat. Az LCR ET-16 regisztráló graviméterrel Tihanyban végzett megfigyelések eredményei

Table II. Results of observations at Tihany with the LCR ET-16 recording gravimeter

Таблица II. Результаты наблюдений, проведенных в с. Тихань с регистрирующим гравиметром LCR ET-16

számos megfigyelést végeztek, melyek értelmezése azonban nehézségekbe ütközött. Most — a fáziskésések korrekciója után — lehetőség nyílik erre.

Az előző évekhez hasonlóan folytattuk a megfigyeléseket a Mátyáshegyi barlangban megépített kvarc extenzométerrel. A korábbi időszakban végzett észlelések eredményeit most a földárapály szempontjából analizáltuk. Sikerült a legnagyobb földárapály hullámokat megbízhatóan kimutatnunk (III. táblázat).

67. ábra. A Mátyáshegyi barlangban végzett graviméteres földárapály megfigyelések számítógép által visszarajzolt szakasza

Fig. 67. Computer plotted section of gravimeter Earth tide observations conducted in the Mátyáshegy cave

Рис. 67. Вычерченный на ЭВМ участок гравиметрических наблюдений земных приливов, проведенных в пещере на горе Матьяш

Hullám Wave Волна	δ Amplitúdó hányadosok Amplitude ratios Отношения амплитуд		$\Delta\alpha$ Fáziskülönbségek Phase differences Разности фаз	
	ET-16	Bázisértékek Base values Опорные значения	ET-16	Bázisértékek Base values Опорные значения
O_1	1.1561	1.1564	-0.82°	-0.03°
M_2	1.1833	1.1876	-1.03°	$+0.33^\circ$

III. táblázat. Az LCR ET-16 eredményeinek összehasonlítása Tihany bázis-értékeivel

Table III. Comparison of results of LCR ET-16 with the base values of Tihany

Таблица III. Сопоставление результатов, полученных гравиметром LCR ET-16 с опорными значениями Тиханьской обсерватории

A maradék-vektorok vizsgálata

A földárapály regisztrátumokból az M_2 hullám kimutatása végezhető el a legnagyobb pontossággal. Ha M_2 megfigyelt amplitúdója és fázisa alapján meghatározott vektorból kivonjuk a rugalmas Földre érvényes elméleti vektort, valamint az óceáni árapály indirekt hatását, akkor az úgynevezett maradék-vektort kapjuk. Ennek értelmezése meglehetősen összetett feladat, tekintettel arra, hogy amplitúdója kicsiny, 10^{-1} μgal nagyságrendű. A *IV. táblázatban* az ELGI Askania GS-11 BN-07 regisztráló graviméterével végzett megfigyelések alapján számított M_2 maradék-vektorok találhatók. Az egyazon állomáson felállított különböző műszerek megfigyelési görbéiből meghatározott maradék-vektorok eltérése jelentős, de kisebb mint az egyes állomások közötti differenciák értéke. A maradék-vektorok tehát — annak ellenére, hogy megbízhatóságuk korlátozott — nem tekinthetők véletlen mennyiségeknek.

Mint az az *V. táblázatból* kiderül, a maradék-vektorok amplitúdójának átlagértéke 0,411 μgal és ez a megfigyelt teljes M_2 amplitúdónak 1,05%-a. Tekintettel arra, hogy a műszerek összehasonlítása alapján M_2 átlagos hibája 0,2–0,3%, a maradék-vektorok amplitúdója a zajszintet számottevő mértékben meghaladja. A *68. ábrán* az általunk végzett megfigyelések maradék-vektorait mutatjuk be Gersteneckernek az LCR ET-16 műszerrel a fázisértékek korrigálása után kapott eredményeivel együtt, valamint ábrázoltunk néhány a Nemzetközi Földárapály Központ (ICET) megfigyelési eredményeiből adódó maradék-vektort is. Az ábra alátámasztja azt a feltételezést, hogy a maradék-vektorok értékei nem tekinthetők véletlen jellegűnek. Jó példa erre az ELGI Potsdamban végzett megfigyelései alapján adódó maradék megegyezése a

Gerstenecker által kapottal, amelyet ő Nyugat-Berlinben figyelt meg, vagy Sopron, Tihany, Budapest és Penc maradék vektorainak jó megegyezése. Hasonlóan megállapítható, hogy az ELGI BN-07 műszerének bonni megfigyelései alapján nyert M_2 reziduál vektor jól egyezik a környezetében végzett mérések-ből adódóakkal.

A térképén szereplő vektorok a következő csoportokba oszthatók:

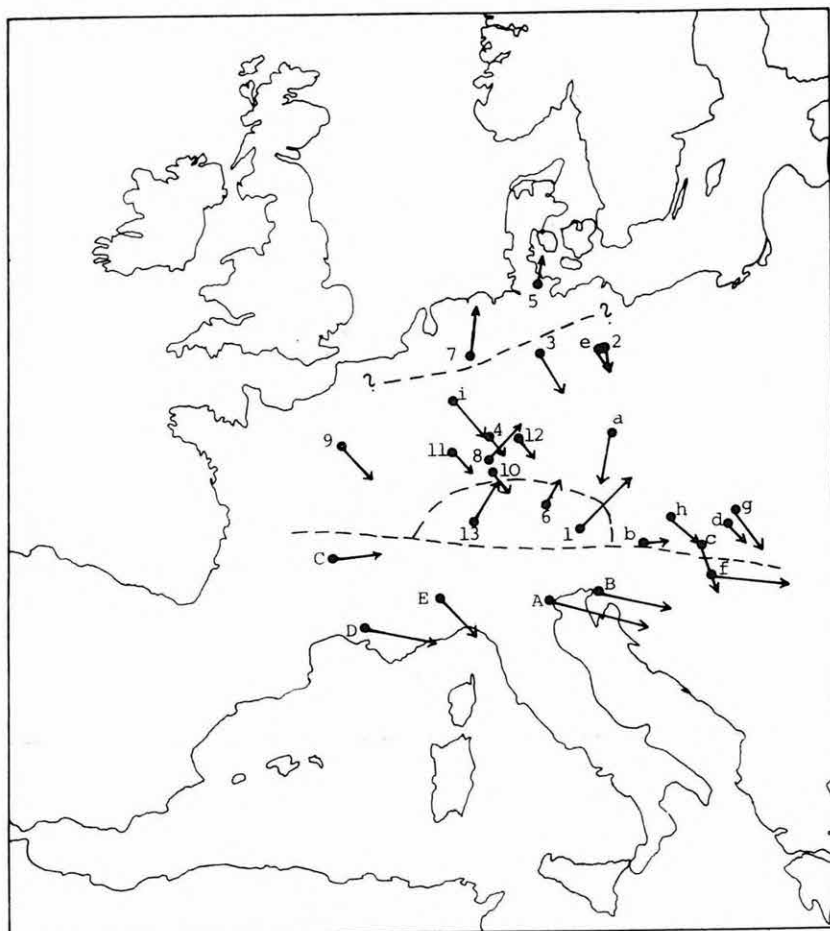
- az Északi tenger partvidékén (Kiel, Münster) az irányok erősen eltérnek a Németország többi részén nyert irányoktól. Ennek oka feltehetőleg az, hogy az Északi tenger árapályát — annak közelsége miatt — a megfigyelések eredményeiből nem lehetett teljesen kiküszöbölni;
- a térkép nagyobbik részén a maradék-vektorok irányítottsága É-D-i vagy ÉNy-DK-i;
- az Alpok térségében a vektorok ezzel az iránnyal szembefordulnak (Zürich, München, Berchtesgaden);
- a Nemzetközi Földárapály Központ (ICET) Dél-Franciaország és Észak-Olaszország területén végzett mérései közelítőleg Ny-K-i irányítottságúak. Ezt az irányt tapasztaltuk a Pécsen végzett méréseink során is. Érdekes, hogy ez a maradék-vektor anomália éppen azon a helyen található, ahol Európa területén a litoszféra PANZA, MÜLLER és CAL-CAGNILE [1980] szerint megvastagodik.

Hullám Wave Волна	Relatív amplitúdó Relative amplitude Относительная амплитуда	Fázis Phase Фаза	h/l mérésből from observed values из измерений	h/l Gutenberg- Bullen föld- modellből from the G-B Earth model из модели Земли Гутенберга- Буллена
O_1	5.36 ± 0.36	$-1.3^\circ \pm 3.8^\circ$	0.153	0.146
K_1	5.53 ± 0.33	$2.6^\circ \pm 3.4^\circ$	0.130	0.183
N_2	0.55 ± 0.19	$-8.0^\circ \pm 20.3^\circ$	0.130	0.146
M_2	2.67 ± 0.17	$-10.3^\circ \pm 3.7^\circ$	0.125	0.146
S_2	1.26 ± 0.16	$-16.5^\circ \pm 7.1^\circ$	0.111	0.146

IV. táblázat. Az extenzométeres megfigyelések árapály analízise (h és l a felszín mozgását jellemző Love számok)

Table IV. Tide analysis of extensometer observations (h and l are Love numbers characterizing the movement of the surface)

Таблица IV. Анализ земных приливов по наблюдениям с экстензометром (h и l — числа Лява, характеризующие смещения поверхности)



- | | | | |
|-----------------|--------------|------------|------------|
| 1 Berchtesgaden | 8 Obrigheim | A Padova | a Pecny |
| 2 Berlin | 9 Paris | B Trieste | b Graz |
| 3 Braunschweig | 10 Stuttgart | C Clermont | c Tihany |
| 4 Darmstadt | 11 Wolfstein | Ferrand | d Budapest |
| 5 Kiel | 12 Würzburg | D Avignon | e Potsdam |
| 6 München | 13 Zürich | E Torino | f Pécs |
| 7 Münster | | | g Penc |
| | | | h Sopron |

Gerstenecker /LCR ET-16/	ICET	BN-07

68. ábra. Az M_2 maradék-vektorok területi eloszlása

Fig. 68. Areal distribution of residual vectors M_2

Рис. 68. Площадное распределение остаточных векторов M_2

Állomás Station Станция	Műszer Instrument Прибор	M_2 maradék vektor Residual vector M_2 Остаточный вектор M_2	
		Amplitúdó Amplitude Амплитуда	Fázis Phase Фаза
Pecny	BN-07	0.3398 μ gal	-102.52°
	GS-15, 220	0.2470	-91.14°
	GS-15, 222	0.1659	-101.72°
	GS-15, 228	0.6739 (?)	-93.47°
Tihany	BN-07	0.6551	-72.85°
	GS-15, 220	0.5726	-50.73°
	ET-16	0.4780	-82.47°
Potsdam	GS-15, 222	0.2352	-62.74°
	BN-07	0.1833	-32.02°
Bonn	BN-07	0.2090	-47.89°
Graz	BN-07	0.0590	-179.57°
Sopron	BN-07	0.5051	-51.44°
Budapest	BN-07	0.2510	-45.88°
Penc	BN-07	0.5060	-53.58°
Pécs	BN-07	1.0871	-8.51°
		$\frac{\Sigma}{n} = 0.4112 \pm 0.0641$	

V. táblázat. A BN-07 regisztráló graviméterrel végzett megfigyelések alapján számított M_2 maradék vektorok amplitúdói és azimutjai

Table V. Amplitudes and azimuths of residual vectors M_2 calculated on the basis of observations with the BN-07 recording gravimeter

Таблица V. Амплитуды и азимуты остаточных векторов M_2 рассчитанных на основании наблюдений с регистрирующим гравиметром BN-07

Fentiek alapján feltételezhető, hogy az M_2 földárapály maradék-vektor kapcsolatba hozható a Föld nagyszerkezeti elemeivel.

Irodalom

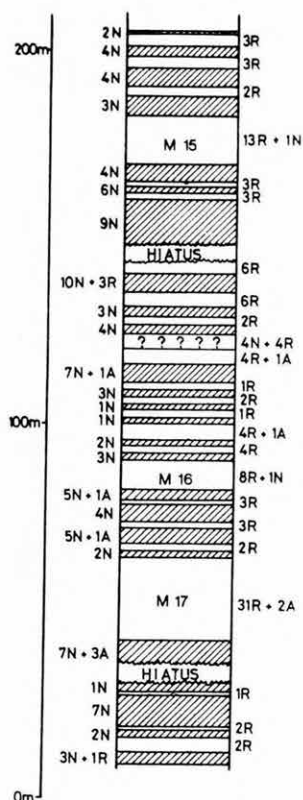
PANZA G. F., MÜLLER ST., CALCAGNILE G., 1980: The gross features of the lithosphere-asthenosphere system in Europe from seismic surface waves and body waves. PAGEOPH, 118, 6 pp. 1209-1213.

*Sümege, Mogyorósdomb felső jura – alsó kréta földtani
alapszelvény paleomágneses vizsgálata*

A sümegei felső jura–alsó kréta szelvényt az 1980–81-es paleomágneses vizsgálatok eredményeként nagy vonalakban korrelálni lehetett az óceáni mágneses skálával [MÁRTONNÉ SZALAY E., 1980 és 1981]. A sümegei szelvényben azonban bizonyos szakaszokon több polaritásváltás jelentkezett, mint az óceáni skálán. Ezekben a helyeken egy zónát néha csak egy minta képviselt. Elsősorban ezért került sor a mintavétel sűrítésére. Ugyancsak újabb mintákat vettünk a magnetosztratigráfiai korreláció szempontjából kulcsfontosságú, az M17 óceáni anomáliával korrelálható fordított zónából, azért, hogy megszakítás nélküli fordított polaritású jellegét bizonyítsuk és hosszát pontosabban lehatároljuk. Az 1981–82-es és 1983-as eredményeket összesítő polaritásváltási kép a 69. ábrán látható. Az 1983-ban elvégzett vizsgálatok lényegében megerősítették az 1980–81-es polaritásskálát.

1981 óta elkészült a sümegei szelvény részletes Calpionella-vizsgálata [FÜLÖP és mások, megjelenőben], valamint két, a sümegeihez hasonló korú szárazföldi szelvény mágneses és Calpionella zonációja: D-i Alpok [OGG 1981], Umbria [CIRILLI et al. 1983]. A 70. ábrából látható, hogy ha a szárazföldi szelvények és az óceáni skála paleomágneses zónáit párhuzamosítjuk a szerzők által javasolt módon, akkor a Calpionella-zónák határai a különböző szelvényekben nem mindig egyidejűek. A mágneses és Calpionella-zónák időeltérésének magyarázatát a paleomágnességgel és őslénytannal foglalkozó szakemberek egyeztető munkájától várhatjuk. A Sümegeen kimutatott, de a Fonte del Giordano szelvényben (Umbria) nem jelentkező gyakori polaritásváltások kérdése viszont csak további, a sümegeihez hasonlóan nagy üledékképződési sebességgel jellemzett szárazföldi szelvények vizsgálatával tisztázható. A sümegei szelvényben megfigyelt gyakori polaritásváltások csak akkor lesznek a mágneses tér polaritásváltásaihoz kapcsolhatók, ha más szelvények megfelelő szakaszain is megfigyelünk hasonló jelenséget.

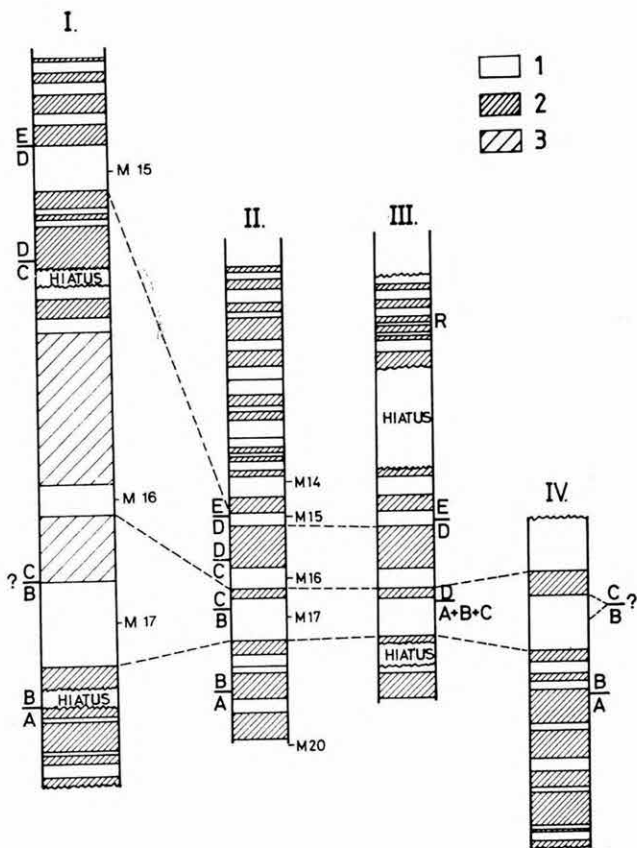
* Mártonné Szalay E.



69. ábra. Sümeg, Mogyorósdomb. Mágneses polaritászónák (zonáció a szelvényben mért távolság függvényében). A zónák mellett fel van tüntetve a zónába sorolt minták száma. Polaritás: N — normál, R — fordított, A — átmeneti

Fig. 69. Sümeg, Mogyorósdomb. Magnetic polarity zones along the profile (number of samples indicated). Polarity: N — normal, R — reverse, A — transitional

Рис. 69. Шюмег, Модьорошдomb. Зоны магнитной полярности (определение зон в зависимости от расстояния по профилю). Рядом с зонами показано количество зачисленных в зону образцов. Полярность: N — нормальная, R — обратная, A — переходная



70. ábra. Az óceáni polaritászónák és a szárazföldi szelvényeken meghatározott polaritászónák korrelációja

I. — Sümeg, vastagság 210 m; II. — Óceáni skála; III. — Umbria, Fonte del Giordano, vastagság A–E zóna 130 m; IV. — D-i Alpok, Foza, vastagság 35 m; M14...M20: az óceáni skála fordított zónái; A–E: Remane-féle Calpionella zónák; R: radioláriák; 1 — fordított zóna; 2 — normál zóna; 3 — sűrű térfordulás a normál polaritás túlsúlyával

Fig. 70. Correlation of oceanic polarity zones and polarity zones determined in continental profiles

I. — Sümeg, thickness 210 m; II. — Oceanic scale; III. — Umbria, Fonte del Giordano, thickness of zones A–E 130 m; IV. — S. Alps, Foza, thickness 35 m; M14...M20: reverse zones of the oceanic scale; A–E: calpionella zones after Remane; R: radiolariae; 1 — reverse zone; 2 — normal zone; 3 — frequent field reversals with domination of normal polarity

Рис. 70. Корреляция между океанскими зонами полярности и зонами полярности, определенными по континентальным профилям

I — Шюмег, мощность 210 м; II — океанская шкала; III — Умбрия, Фонте дел Джордано, мощность зон А–Е равна 130 м; IV — Южные Альпы, Фоца, мощность 35 м; M14...M20: обратные зоны океанской шкалы; А–Е: зоны Кальпионелла по Ремане; R — радиоларии; 1 — обратная зона; 2 — нормальная зона; 3 — частые перевороты поля с перевесом нормальной полярности

- CIRILLI S., MÁRTON P., VIGLIOTTI L. 1983: Implications of a combined biostratigraphic and palaeomagnetic study of the Umbrian Maiolica formation. Előadás az IUGG 18. kongresszusán, Hamburg
- FÜLÖP J., HAAS J., J. EDELÉNYI E., GIDAI L., KAISER M., KRETZOI M., ORAVETZ J.: Sümeg és környékének földtani felépítése. Geol. Hung. Ser. Geol. (megjelenőben)
- MÁRTONNÉ SZALAY E. 1980: Jelentés a sümegi Mogyorósdomb földtani alapszelvénye felső jura–legalsó kréta szakaszának és a jádsi 1. és 2. albai földtani alapszelvény paleomágneses vizsgálatáról. ELGI jelentés
- MÁRTONNÉ SZALAY E. 1981: Jelentés földtani alapszelvények paleomágneses vizsgálatáról (Sümeg, Mogyorósdomb, Olaszfalu, Eperkéshegy, Felsőörs, Malomvölgy)
- OGG J. 1981: Sedimentology and Palaeomagnetism studies of Jurassic pelagic limestones („Ammonitico Rosso” Facies) Ph. D. thesis, Scripps Institution of Oceanography
- REMANE J. 1974: Földtudományi III. ciklus tananyag. Őslénytan. A genfi egyetem jegyzete (franciául) II. rész: A Calpionellák
- VOGT P. R. and EINWICH, 1979: Magnetic anomalies and seafloor spreading in the Western North Atlantic, and a revised calibration of the Keathley (M) geomagnetic reversal chronology. Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. 43, pp. 857–876

Bauxitok és mellékkőzeteik paleomágneses vizsgálata

1983-ban a gánti bauxitterületre összpontosítottuk a paleomágneses kutatást. Bauxitot és faunás felső eocén fedőt mintáztunk, mert ezek a képződmények a korábbi években nem adtak statisztikusan jól jellemzett irányokat.

Mind az eocén, mind a bauxit laboratóriumi feldolgozásában a korábbi években alkalmazott módszert módosítottuk. A módosítás lényege az, hogy minden mintából két próbát tisztítottunk párhuzamosan és csak azokat a mintákat tekintettük jónak, amelyekben a mágnesezettség iránya a két próbában tisztításra hasonló lett (71. és 72. ábra).

Az 1981–82-es feldolgozás használható eredményeivel együtt végeredményben Gántról a következő irányokat határoztuk meg (D és I a deklináció és inklináció, k és α_{95} a középirány jóságát jellemző statisztikus paraméterek, N a minták száma):

1. Vörös fekü dolomit, triász:

$$D=1,0^{\circ} \quad I=58,6^{\circ} \quad k=92 \quad \alpha_{95}=5,8^{\circ} \quad N=8$$

2. bauxit

$$\text{a) } D=295,4^{\circ} \quad I=40,3^{\circ} \quad k=41 \quad \alpha_{95}=6,9^{\circ} \quad N=12$$

$$\text{b) } D=297,6^{\circ} \quad I=45,0^{\circ} \quad k=22 \quad =5,8^{\circ} \quad N=30$$

3. szürke fedő márga, szintjelző fauna nélkül:

$$D=289,0^{\circ} \quad I=57,4^{\circ} \quad k=101 \quad \alpha_{95}=4,6^{\circ} \quad N=11$$

4. fedő márga felső eocén szintjelző faunával:

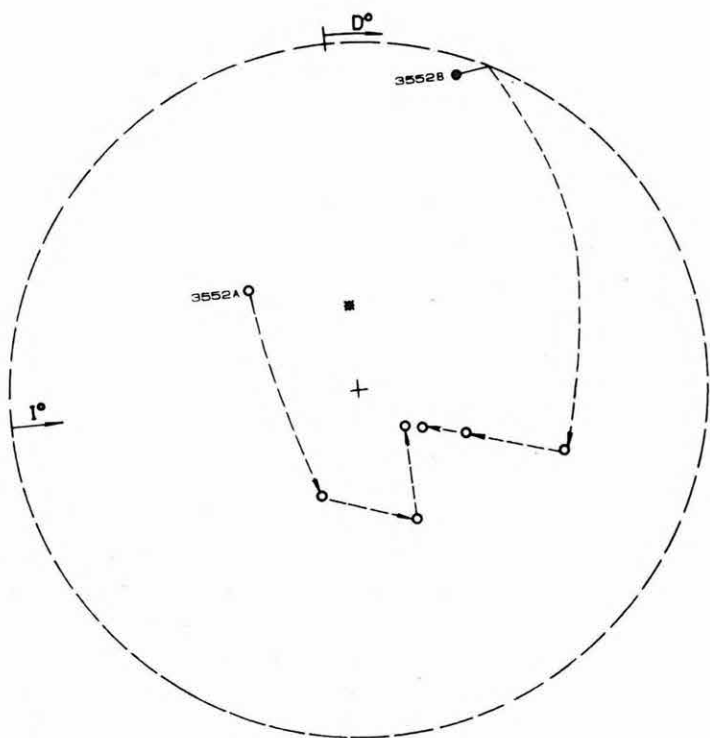
$$D=311,5^{\circ} \quad I=50,4^{\circ} \quad k=24 \quad \alpha_{95}=9,6^{\circ} \quad N=14$$

A bauxitra megadott két irány közül 2a) azon minták középiránya, amelyekből a vizsgált két próba tisztított iránya gyakorlatilag azonos, 2b) pedig az összes jellemző mágnesezettséggel rendelkező bauxitminta középiránya, tehát utóbbi csoportban az elfogadható, de „rosszabb minőségű irányok” is szerepelnek.

A bauxit és a szürke fedő márga korát rétegtanilag a triász fekü és a felső eocén faunás fedő szorítja korlátok közé. Ezek közül a fekü mágnesezettsége utólagos, a mai térben felvett mágnesezettség. A felső eocén faunás fedő mágneses pólusa (73. ábra) a Dunántúli-középhegység felső szenon pólusához van közel, míg a Velencei-hegység andezitvulkanizmusa, azaz inkább utóvulkanizmusa idejére meghatározott pólus keletre fekszik a felső szenon és az idősebb mezozoos pólusoktól.

A bauxit és a szürke fedő márga pólusai különböznek a felső eocén fedőétől. A különbség oka az, hogy a bauxit iránya mind deklinációban, mind inklinációban jelentősen eltér a felső eocén fedőétől. Ugyanakkor a bauxitpólus a Dunántúli-középhegység albai pólusához hasonló, így a gánti bauxit mágneseződésének és keletkezésének is legvalószínűbb kora albai.

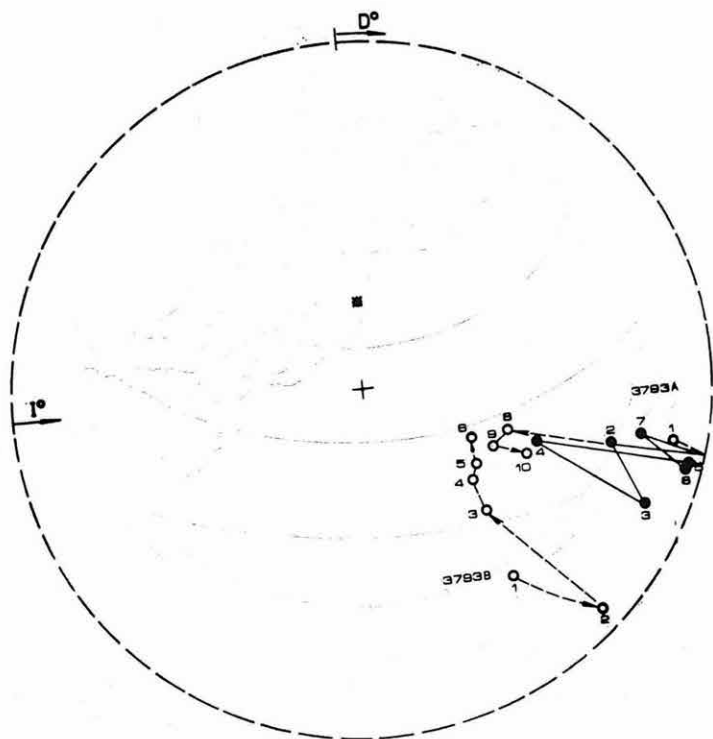
A szürke fedő paleomágneses iránya deklinációban a bauxithoz, inklinációban a felső eocén fedőhöz hasonló. Mivel az albai és a felső eocén között nem ismerjük a Dunántúli-középhegység pólusait, mágneseződése az albai és a szenon közötti időben bármikor elképzelhető.



71. ábra. Gánt, felső eocén faunás fedő. Egy mintából vágott két próba remanens mágnesezettségének irányváltozása váltóterű lemágnesezésre (szögtartó vetület, pont: pozitív inklináció, üres kör: negatív inklináció, csillag: mai tér iránya)

Fig. 71. Gánt, bauxite cover with upper Eocene fauna. Change of direction of remanent magnetization of two probes cut from one sample, on alternating current demagnetization. (Stereographic projection, dots: positive inclination, empty circles: negative inclination, asterisk: direction of present-day field)

Рис. 71. Гант, фаунистая кровля верхнего эоцена. Изменение направления остаточной намагниченности двух проб, вырезанных из одного образца, при демагничивании переменным полем (стереографическая проекция, точка: положительное наклонение, пустой кружок: отрицательное наклонение, звездочка: направление современного поля)



72. ábra. Gánt, bauxit. Egy mintából vágott két próba remanens mágnesezett-ségének viselkedése tisztításra. (3793A: 1–7: váltóterű tisztítás 0,1 T-ig; 8–10: termolemágnesezés 525–575 °C között; 3793B: 1–6: termolemágnesezés 525 °C-ig, szögtartó vetület; pontok: pozitív inklináció, üres körök: negatív inklináció, csillag: mai tér iránya)

Fig. 72. Gánt, bauxite. Behaviour of remanent magnetization of two probes cut from one sample on cleaning. (3793A: 1–7: cleaning with alternating field up to 0.1 T; 8–10: thermal demagnetization between 525–575 °C; 3793B: 1–6: thermal demagnetization up to 525 °C; stereographic projection; dots: positive inclination, empty circles: negative inclination, asterisk: direction of present-day field)

Рис. 72. Гант, боксит. Поведение остаточной намагниченности двух проб вырезанных из одного образца при очищении. (3793A: 1–7: очищение переменным полем до 0,1 Т; 8–10: термо-демагничивание между 525–575 °С; 3793B: 1–6: термо-демагничивание до 525 °С, стереографическая проекция; точки: положительное наклонение; пустые кружки: отрицательное наклонение, звездочка: направление современного поля)



73. ábra. Gánt, bauxit és fedőképződmények paleopólusainak összehasonlítása a Dunántúli-középhegység mezozoos és felső eocén (29 millió éves) paleopólusaival. Pólusok 1–4 lásd a szövegben

Fig. 73. Gánt, comparison of palaeopoles in bauxite and overlying formations with Mesozoic and Upper Eocene (29 my) palaeopoles of the Transdanubian Central Range. Poles 1–4, refer to text

Рис. 73. Гант, сопоставление палеополусов боксита и перекрывающих формаций с мезозойскими и верхне-эоценовыми палеополусами (29 миллионов лет) Задунайского Среднегорья. Полусы 1–4, см. текст

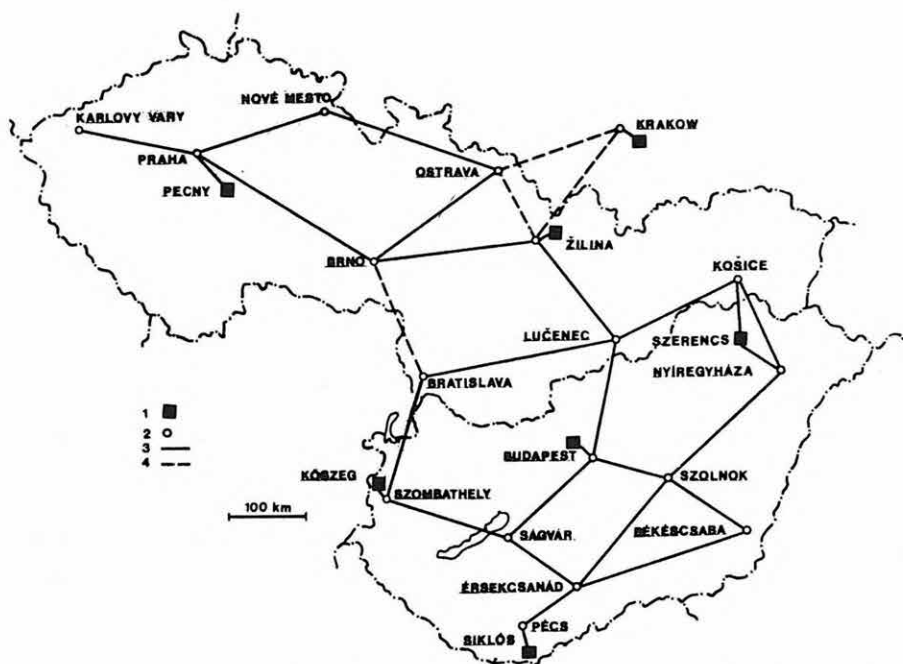
Folytattuk az 1982-ben megkezdett Egységes Gravimetriai Hálózat (EGH) mérési munkáit. Magyar–Csehszlovák együttműködés keretében az EGH Csehszlovákia területére eső részét négy észlelő egyidőben nyolc graviméterrel mérte, A–B–A–B–A mérési rendszerben, ismétléssel. Az észlelők és a műszerek szállítása egyik pontról a másikra AN–2 repülőgéppel történt. Az EGH Magyarország és Csehszlovákia területén mért részének vázlata a 74. ábrán látható.

Az év folyamán a szovjet mérőcsoport megismételte az 1980-ban végzett abszolút nehézségi erő meghatározását a budapesti gravitációs főalapponton.

A gravitációs hálózatok korszerűsítése keretében folytattuk a II. rendű gravimetriai alaphálózat újramérését. 1983-ban a hálózat 100 kapcsolatát határoztuk meg három graviméterrel.

A gravitációs áttekintő mérések adatbankja lehetővé teszi számítógépes programok segítségével tetszőleges térkép szerkesztését. E célból adaptáltunk, illetve továbbfejlesztettünk már meglévő programokat és olyan programcsomagot állítottunk össze, amely szórt eloszlású $z(x_i, y_i)$ mérési alapadatokból izovonalas térképet állít elő. A programrendszer első programja az adatok válogatását, csoportosítását, a megjeleníteni kívánt z érték számítását, valamint a térképi ábrázoláshoz szükséges vetületi átszámítást végzi. A program jelenleg Gauss–Krüger és EOTR szelvényezésben képes előkészíteni az adatokat. A rendszer második programja a szórt eloszlású mérési alapadatokat négyzetháló sarokpontjaira interpolálja az izovonal-rajzoló program számára. Az interpolációt az egyváltozós spline interpoláció két változóra általánosított módszerével végzi. Az algoritmus hatásosan csillapítja a túllövéseket, oszcillációkat. A harmadik program a négyzethálóra interpolált adatokból kartográfiai igényeknek megfelelő izovonalas térképet készít.

* Csapó G., Pollhammer M., Sárhidai A., Szabó Z.



74. ábra. Az Egységes Gravimetriai Hálózat Magyarország és Csehszlovákia területére eső része

1 — abszolút pont; 2 — repülőtéri pont; 3 — mért kapcsolat; 4 — tervezett kapcsolat

Fig. 74. Part of the Uniform Gravimetric Network over the territories of Hungary and Czechoslovakia

1 — absolute point; 2 — airfield point; 3 — measured connection; 4 — planned connection

Рис. 74. Часть Единой Гравиметрической Сети, принадлежащая на территории ВНР и ЧССР

1 — абсолютная точка; 2 — аэродромная точка; 3 — замеренная связь; 4 — запланированная связь

Példák az ELGI külföldi tevékenységéből

*Líbiai karotázs mérések**

Líbiai karotázs-szolgálatunk a NIKEX–OVIBER Drilling Co.-nál 1983 tavaszán fejezte be a közel három éve kezdődött munkájának első fázisát; egy mezőgazdasági farm öntözésére készített 32 vízkút karotázs mérését. A közel 50 km² terület Tripolitól mintegy 80 km-re délre, Gharyantól kb. 20 km-re ÉNy-i irányban fekszik a Jeffara síkság déli részén a Nefusa hegység előterében, az Abu Shaybah wádi északi és déli oldalán.

A területen 1976-ban a francia GEFLI (ma GERSAR) cég felderítő kutatásokat végzett, és tanulmányai alapján készültek a kiviteli tervek. A vízáadó réteget a középső triász idősziaki ún. Aziziyah formációban jelölték ki, amely a helyi meghatározás szerint kőzetanilag „helyenként vékony réteges vagy gumós tűzköves betelepüléseket tartalmazó mészkő vagy dolomitos mészkő”. A formációt 30–60 m vastagságban negyedkori konglomerátum fedi, fekéjében pedig az ún. Ras Hamia formáció található, amely homokkő és kőzetlisztes agyag váltakozásából áll.

A fúrásokat $17\frac{1}{2}$ " (444 mm) átmérővel mélyítették, max. 300 m mélységig. Az igen erősen töredezett és omlékony vízáadó összlet rendkívüli fúrási gondokat okozott, különösen a gyakori teljes iszapveszteség és a tiszta vízzel való fúrás előírása miatt.

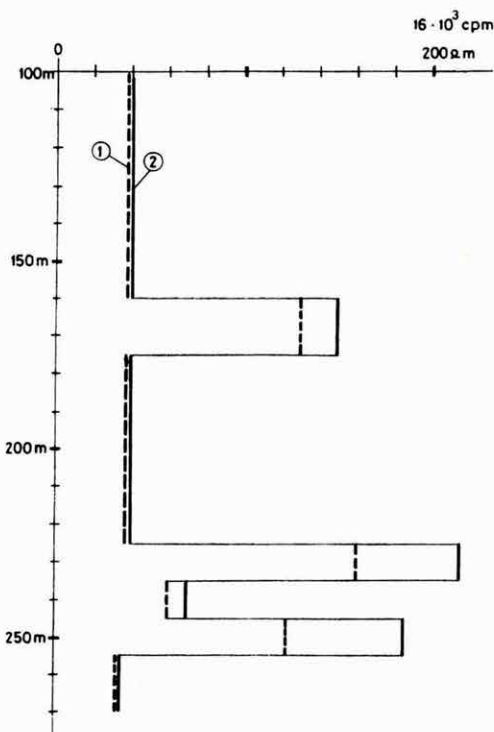
Karotázs berendezésünk egy Land-Rover 109 SW kocsira szerelt K-600-as modell volt, a jól bevált KGF sorozatú felszíni műszerekkel és egy kétcsatornás Philips regisztrálóval. A mérési készlet 16" és 64" normál ellenállás, SP, gamma sugár, neutron (7 Ci AmBe forrással) és lyukátmérő volt. A teljes berendezés a meleg és poros klímában kifogástalanul üzemelt.

A fúrásokban mért tipikus szelvények lépcsősen ábrázolt formája a 75. ábrán látható. Az Aziziyah formációban volt egy felső és egy alsó keményebb szakasz. A kutak szűrőzése (átlagosan 66 m hosszban) lényegében e két szakasz közé esett, de kiterjedt a felső szakasz fölé is. A viszonylag alacsony ellenállás és neutron intenzitás a repedéseket kitöltő víz hatása. Az átlagos gamma intenzitás 300 cpm volt ± 200 cpm anomáliákkal. Az SP szelvények jellegte-

* Salamon B.

lenek voltak, míg a gyors működésű KSz-3 lyukbősségmérő szonda kiválóan jelezte a repedéseket és a néha 10 m hosszú és 1 méternél is nagyobb átmérőjű kavernákat. A mérési anyag a kútdokumentációval együtt az OVIBER (Budapest) vállalatnál található.

A kutak nyugalmi vízszintje a felszín alatt átlagosan 100 méterre volt. A szivattyúzási eredmények igazolták a tervezett 50 liter/s hozamot, néha egy méternél kisebb leszívással. A víz ellenállása 20 °C-on 5 Ωm volt, ami 1500 mg/kg össz-sótartalomnak felel meg.



75. ábra. A 2N4 és a KRNG-60 szondával felvett tipikus karotázs görbék
1 — 64'' ellenállás szelvény; 2 — neutron szelvény (vízérték: 900 cpm)

Fig. 75. Typical logging curves recorded with sondes 2N4 and KRNG-60
1 — resistivity log with 64'' potential sonde; 2 — neutron log (water value: 900 cpm)

Рис. 75. Типические каротажные кривые, записанные зондом 2N4 и KRNG-60

1 — кривая сопротивления 64''; 2 — кривая ННК (значение воды: 900 имп/мин)

Az ELGI a NIKEX Nehézipari Külkereskedelmi Vállalattal együttműködve törekszik külföldi kutatási megbízások elnyerésére. Ennek a piackutató munkának egyik területe azoknak a külföldi kutatási igényeknek a megkeresése, amelyeknél a nagy felbontású, gyorsan eredményt nyújtó Maxi-Probe rendszerű elektromágneses szondázások (MFS) alkalmazhatók. Tekintettel a módszer újszerűségére (1980. Évi Jelentés 73. oldal), a megbízások elnyerése érdekében az új partnerek részére terepi mérési bemutatókat és tesztméréseket végzünk egy-egy földtani alapmodellre.

1983-ban MFS méréseket végeztünk Magyarországon kívül Ausztriában, Bulgáriában, Finnországban, Norvégiában, Svédországban és a Szovjetunióban. Az alábbiakban beszámolunk néhány mérésről, melyeknek közzétételéhez külföldi partnereink hozzájárultak.

a) MFS mérések Svédországban

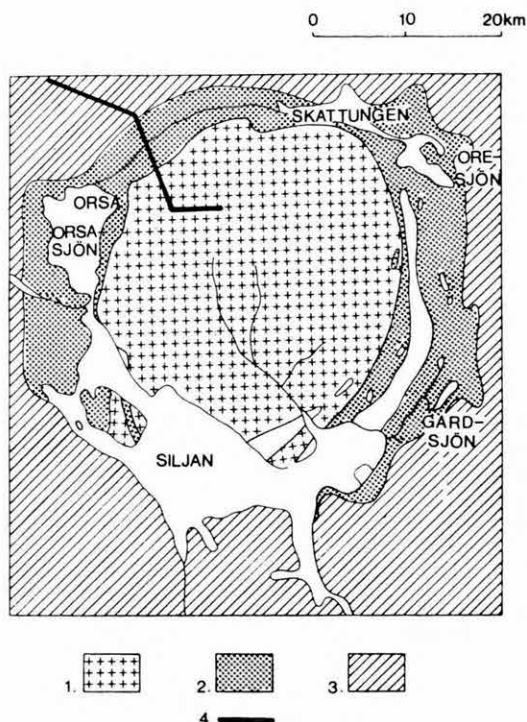
Az ELGI egy négytagú mérőcsoportja a Svéd Geofizikai Szolgálat (SGU) felkérésére elektromágneses frekvencia-szondázásokat végzett 1983. júniusában a Siljan-gyűrű ÉNy-i részén, Orsa térségében. A Siljan gyűrűs szerkezetet a feltételezések szerint mintegy 360 millió évvel ezelőtt becsapódó meteorit hozta létre. A kráter belsejét néhány ezer Ωm ellenállású, breccsásodott gránit kőzetek borítják. A krátert övező gyűrűben paleozoos üledékek találhatók (konglomerátum, mészkő, homokkő stb.), amelyek ellenállása néhány száz Ωm vagy kevesebb, míg a gyűrűn kívüli területek javarészt igen idős prekambriumi kristályos kőzetek, több tízezer Ωm ellenállással (76. ábra).

A kísérleti mérések célja egyrészt az induktív gerjesztésű frekvencia-szondázások alkalmasságának eldöntése e nagy ellenállású területek kutatására, amelyeken az egyenáramú szondázások alkalmazása érthetően nehézségekbe ütközik. Konkrétan pedig a centrális területen és a gyűrűn kívül nagy mélységű geoelektromos réteghatárok meglétének vagy hiányának bizonyítása. A mérések tervezésében svéd részről Lars Granar és Leif Eriksson vett részt.

A mérések során sikerült $L=1200\text{--}1800$ m-es terítésekkel nagy behatolású szondázásokat végezni, amelyek a $400\text{--}1500$ m-es mélységtartományt pásztázták végig. A gyűrűn belüli szondázások egyértelműen bizonyították, hogy a szondázások környezetében a kőzetösszetételben markáns geoelektromos réteghatárok vannak. A 77. ábrán bemutatjuk az egyik ilyen pontban $L=1000$, 1350 és 1500 m-es terítéssel végzett szondázás $\rho_a\text{--}H$ görbéit, amelyek $h_1=325\pm 5$ m, $h_2=680\pm 20$ m, $h_3=1100\pm 20$ m és $h_4=1280\pm 10$ m mélységben húzódó elektromos réteghatárok létezését mutatják (A, B, C, D töréspontok). 325 és 680 m között nagy ellenállású, $100\text{--}200$ m vastag képződmények sorozata

* Gyurkó P., Kardeván P., Rezessy G., Szabadvány L.

található. Kb. 1100 m alatt ismét egy nagy ellenállású kőzetösszlet húzódik. A bemutatott töréspontok egymástól 3 km-re levő szondázásokon is megjelentek, amely arra utal, hogy a mélységgel erősen változó ellenállású képződmények nem csupán helyi inhomogenitások, hanem nagyobb területre is kiterjednek.



76. ábra. A Siljan-gyűrűs szerkezet (Svédország)

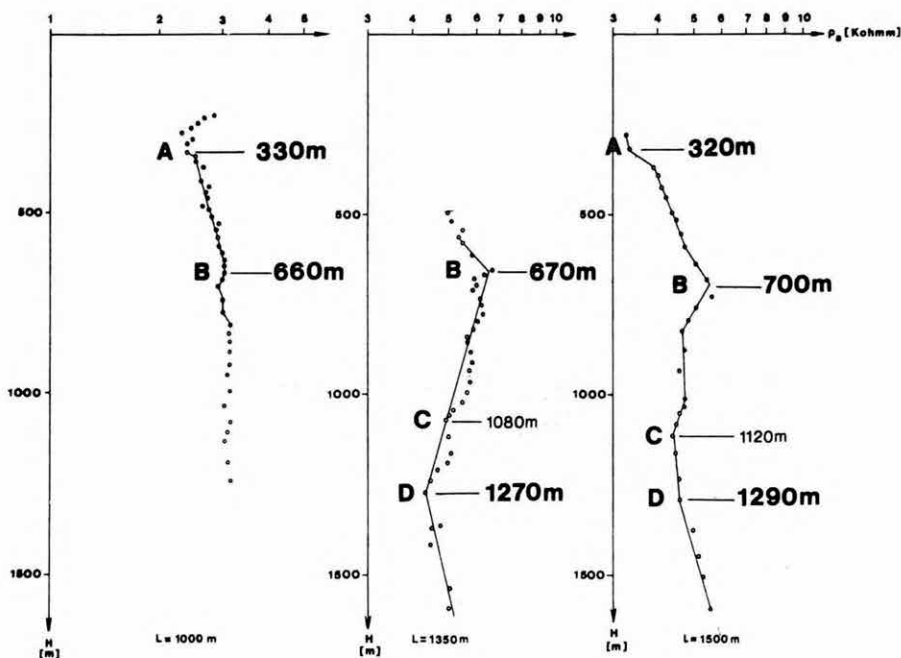
1 — gránit breccsa; 2 — paleozoos üledékes kőzetek; 3 — proterozoos és archeozoos kőzetek;
4 — MFS szelvény

Fig. 76. The Siljan ring structure (Sweden)

1 — granite breccia; 2 — Palaeozoic sedimentary rocks; 3 — Proterozoic and Archaeozoic rocks; 4 — MFS profile

Рис. 76. Кольцевая структура Сильян (Швеция)

1 — гранитовая брекчия; 2 — палеозойские осадочные породы; 3 — протерозойские и археозойские породы; 4 — ЭМЧЗ профиль



77. ábra. Azonos vonatkoztatási pontú, de különböző L adó-vevő távolságú MFS görbék összehasonlítása (Siljan gyűrűs szerkezet)

Fig. 77. Comparison of MFS curves of the same reference point but different transmitter-receiver spacing (Siljan ring structure)

Рис. 77. Сопоставление кривых многочастотного электромагнитного зондирования одной опорной точки, но разного разнеса L между передатчиком и приемником (Кольцевая структура Сильян)

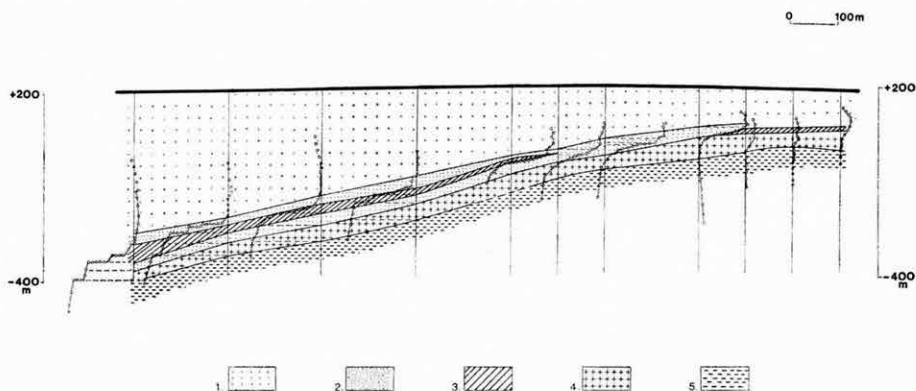
b) Kísérleti szondázások magnetit intrúzió felett Észak-Finnországban

1983. nyarán a Rautaruukki Oy és a Finn Geológiai Szolgálat felkérésére végeztünk MFS méréseket a Rautuvaara-területen, Rovaniemi város közelében. A kísérlet célja annak megállapítása volt, hogy mennyiben alkalmas a Maxi-Probe módszer a Rautuvaara Formáció, illetve a hasonló geológiai felépítésű területek vizsgálatára.

A szondázásokkal nemcsak a környezeténél 3–4 nagyságrenddel nagyobb vezetőképességű ércetest, hanem azonkívül a Rautuvaara Formáció további öt rétege is követhető volt a 150–800 m mélységtartományban. A nagy ellenállás-kontrasztnak megfelelően az ércetest szembetűnő töréspontokkal jelentkezik (78. ábra). Jelentős eredménynek tekintjük, hogy a frekvencia-szondázásokkal szemben árnyékolóként viselkedő ércetest alsó határát, valamint az az alatti amfibolit és kvarcit felszínét is sikerült meghatározni, a korábbi fúrásos- és

geofizikai kutatás alapján alkotott földtani modellel jó egyezésben. A kiértékelés túlnyomó részben néhány százalék hibájú mélységadatokat adott annak ellenére, hogy a kutatott rétegek dőlése helyenként több, mint 20° volt (az ábrán a szelvény vízszintes irányban kétszeresére van nyújtva az áttekinthetőség érdekében). Az értelmezést egy, a mérések után mélyített fúrás is igazolta.

A mérések végrehajtásában és értelmezésében a Rautaruukki Oy részéről dr. Juhani Nuutilainen főgeológus és Aimo Hattula geofizikus vett részt.



78. ábra. Kísérleti frekvenciaszondázások dőlt érctest felett, Észak-Finnország
1 — monzonit; 2 — diorit; 3 —érc; 4 — amfibolit; 5 — kvarcit

Fig. 78. Experimental frequency soundings over a dipping ore body, Northern Finland

1 — monzonite; 2 — diorite; 3 — ore; 4 — amphibolite; 5 — quartzite

Рис. 78. Экспериментальные частотные зондирования над наклонным рудным телом. Северная Финляндия

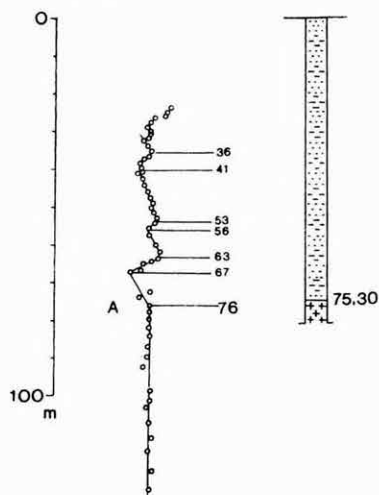
1 — монзонит; 2 — диорит; 3 — руда; 4 — амфиболит; 5 — кварцит

c) MFS mérések Felső-Ausztriában

A Forschungsgesellschaft Joanneum megbízásából végzett mérések célja az volt, hogy kilenc szelvény mentén meghatározzuk az alapterep típusú kőszénre reményteljes medence gránitból vagy gneiszből álló aljzatának mélységét. A mérések értelmezéséhez jelentős segítséget nyújtott Dipl. Ing. Dr. Mont. Christian Schmid geofizikus és Dr. Erich Enichlmayr geológus.

A mért szondázási görbéket két alaptípusba soroltuk. A medence peremén mért görbék az üledékes rétegsort igen határozott töréspontokkal tagolják, az alaphegységet közel függőleges szakasszal jelzik. A 79. ábrán egy ilyen szondázási görbét mutatunk be, összehasonlítva egy 1920-ban mélyített kézi fúrás eredményével. Az A réteghatár (76 m) igen jól megegyezik a gránit felszínével (75,30 m). Ez az összehasonlítás közvetlenül bizonyítja az értelmezéshez használt földtani-geofizikai modell helyességét, amely szerint a gránit a felette

elhelyezkedő homokkőes összlethez (Linzer Sand) képest kis ellenállással jelentkezik. Ez a feltételezés nemcsak ebben a medencében bizonyult helyesnek, hanem Felső-Ausztria más területein is.

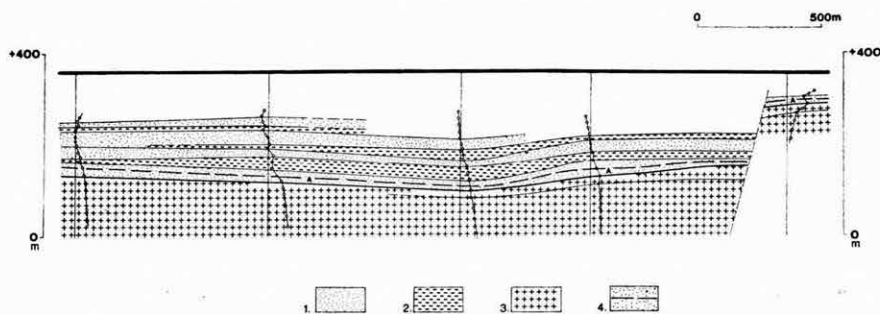


79. ábra. Medenceperemi frekvenciaszondázási görbe összehasonlítása egy 1920-ban mélyített kézfúrás eredményével

Fig. 79. Comparison of a frequency sounding curve with the geological log of a borehole of 1920 (margin of the basin)

Рис. 79. Сопоставление кривой ЭМЧЗ, полученной на окраине бассейна, с результатом скважины, пробуренной вручную в 1920 г.

A medence belsőjében mért szondázási görbék az üledékes összletet — a nagyobb mélységnek megfelelően — kevésbé éles töréspontokkal tagolják. Az egymástól 500–800 méterre elhelyezkedő szondázási görbék ennek ellenére jól korrelálhatók. A 80. ábrán bemutatott szelvény mentén a 6–20 méter között változó vastagságú rétegek 3 km hosszan követhetők. Ez az átlagosnál



80. ábra. Alapteleg jellegű kőszén kutatására mért MFS-szelvény (Hartkirchen, Ausztria)

1 — homok; 2 — agyag; 3 — gránit; 4 — széntelepes homokkőes összlet

Fig. 80. MFS profile for the exploration of a coal deposit near the basement (Hartkirchen, Upper Austria)

1 — sand; 2 — shale; 3 — granite; 4 — coal bearing sandstone complex

Рис. 80. Кривая ЭМЧЗ, замеренная с целью изучения залежи каменного угля (г. Харткирхен, Верхняя Австрия)

1 — песок; 2 — глина; 3 — гранит; 4 — угленосная песчаниковая толща

sokkal jobb korrelációs lehetőség nyugodt települési viszonyokra és egységes üledékképződésre utal az egész medencében.

Az MFS mérések értelmezése összhangban van a területen végzett gravitációs mérések eredményével is. Levonható az a következtetés, hogy hasonló területek kutatása a gravitációs-elektromágneses mérésekkel jól megoldható mind a jelenlegihez hasonlóan a kutatás első szakaszában, mind a kutatás későbbi fázisában, amikor a feladat a vetők helyének pontosabb meghatározása, a szénmező lehatárolása.

Könyvtár, publikációk

A Könyvtár jelenlegi állománya 25 319 kötet könyv és folyóirat, valamint 28 716 egyéb könyvtári egység.

Állományunkat 1983-ban 650 kötet könyvvel, 411 kötet folyóirattal, 789 egyéb dokumentációs kiadvánnyal, 290 műszerprospektussal gyarapítottuk.

Folyóíratárunk 15-féle új folyóirattal bővült.

Nemzetközi kiadványcsere révén 385 db kiadványt kaptunk és 59 országba, 405 címre 1921 kiadványt küldtünk.

A könyvtári szolgáltatásokat az elmúlt évben 5651 olvasó/kölcsönző vette igénybe.

1983-ban az ELGI a következő kiadványokat jelentette meg:

- Geofizikai Közlemények 29. kötet 1., 2., 3., 4. szám;
- A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1982. Évi Jelentése;
- Annual Report 1981 of the Tihany Geophysical Observatory;
- Study of the Earth Tides (Bulletin of KAPG, No. 5.)

ANNUAL REPORT OF THE
EÖTVÖS LORÁND GEOPHYSICAL INSTITUTE
OF HUNGARY
FOR 1983

1 GEOPHYSICAL PROSPECTING

1. GEOPHYSICAL PROSPECTING

The field work of ELGI for 1983 is presented in the map of *Fig. 1*.

In the framework of the topic "Regional exploration of the Transdanubian Central Range" several programmes of coal- and bauxite exploration and regional surveys are carried out concurrently. Besides acquisition of geological information the continuous development of geophysical methodology is an important part of our tasks. One measure of appraising results may be the productivity of exploration drillings (*Fig. 2*).

Topics in *brown coal exploration*: the *Senonian brown coal exploration programme* continued with reflection seismic and multifrequency EM surveys. *Figure 3/a* and *b* shows a typical reflection seismic section and an MFS profile, respectively. The coal-bearing Ajka Formation (cK_3) yields good reflections. Between boreholes K_r-8 and -12 the fault zone dividing the prospective and the barren area was determined by seismics. MFS profiles were located perpendicularly to reflection seismic profiles, to obtain a 3D structural picture (see *Fig. 4*).

The reconnaissance survey of the Bokod-Márkushegy area, within the *Eocene brown coal exploration programme* was commenced by a supplementary gravity survey in 1981. This was followed by reflection seismic profiles in 1982 and an MFS profile in 1983. The gravity residual anomaly map and the location of seismic and MFS profiles are given in *Fig. 5*. In the reflection seismic time sections the older and younger structural elements could be separated and the regional thinning of the coal-bearing formation towards the west could be determined. *Figure 6* presents a reflection seismic time section and an MFS profile from the area. To improve the resolution power, a method of halving the depth-point intervals was used in processing time section Mer-5/82 (*Fig. 7*). As a result the coverage decreases from $12 \times 100\%$ to $6 \times 100\%$ while the CDP interval decreases from 12 m to 6 m.

In *bauxite exploration*, the *south-eastern foreland of the Gerecse hills*—formerly a successful coal prospecting area—became the subject of a prognostic survey. In 1983 the first step of the exploration was completed in two smaller areas. The Mesozoic basement of the 16 km² Somlyóvár area is shallow. For its mapping to a depth of 20 m the VLF method is sufficient. For depths greater

than 20 m, potential mapping (PM) and multifrequency electromagnetic sounding (MFS) are used. Results are shown in *Fig. 8*. Up till now 4 bauxite lenses have been found. For the *Tükröspuszta* area a special methodology had to be elaborated. The geological model suggests that extra small bauxite bodies are to be expected; moreover, as a result of tectonic movements in several stages (before and after bauxite deposition), severe horizontal inhomogeneity burdens the problems. After mapping methods (gravity, PM), mainly MFS measurements were used along profiles. *Figures 9* and *10* show the process of locating exploration drillings. In 1983 altogether 5 boreholes were located, two hit bauxite of industrial value, one hit bauxite of lower quality, and two were barren.

In 1981 a study was prepared on the bauxite prognosis of the south-western part of the Transdanubian Central Range. It marked out the *western foreland of the Keszthely hills* as a prospective area, from geological analogies. The reconnaissance survey started in the same year with gravity measurements. *Figure 11/a* shows the resulting gravity residual anomaly map. With the help of this map the two smaller areas of shallow basement (200–300 m) were marked out for further investigation. Seismic reflection, refraction, and multifrequency electromagnetic measurements were carried out to determine the topography of the Triassic basement and the layering of the younger sediments. The MFS profile presented in *Fig. 11/b* enables the limits of the elevated fault block to be determined.

In the Transdanubian Central Range there are several thousands of square kms with a likelihood of bauxite occurrence in the near-surface. As these deposits are easy to exploit, it is worth-while to detect even the smallest pit holes which may contain thick bauxite of good quality. For this purpose the VLF network is used (see Annual Report of ELGI for 1979, p. 17). However, in view of the large areas and the limited extent of the bauxite bodies, economic aspects demand an even cheaper method.

Our new approach is to divide the operation into two steps. In the first step, a VLF survey is carried out along profiles which are located where geological–geomorphological considerations suggest the possibility of basement deeps. In the second step the surrounding areas of the resistivity minima of the profiles are surveyed by VLF networks. As an example the area east of Iharkút is presented in *Fig. 12*. In the first step two bauxite lenses were found. Thus the estimated value of the area increased and a larger VLF network of 25×25 m density was located (*Fig. 12/b*). Delineation of the two bauxite lenses found in the first step was carried out by 12×12 m PM network. The final interpretation is presented in *Fig. 12/c*, and a typical profile in *Fig. 12/d*. A part of the area covered by the map of *Fig. 12/c* is presented in axonometric view in *Fig. 12/e*. Colouring shows different rocks: bauxite–red, dolomite–purple, areas covered by dolomite detritus or loess–black.

Geophysical surveys for the „*Regional exploration of the Little Hungarian Plain*” started in 1982. The exploration tasks comprise three depth ranges: *shallow depths* (<15 m) to complement geological mapping and agro-geology with engineering geophysical soundings; *medium depths* (<500 m) to study the presence of water-bearing layers and to estimate water potentials by geoelectric methods; *deep structure* (<6,000 m) for regional structural information and oil exploration by deep geoelectric methods and reflection seismics. The methodology of the medium depth exploration is presented in Figs. 13–17. The geoelectric profile of *Fig. 13* shows the highly variable layers of the investigated depth range. In such an environment the mapping of selected horizons from a geoelectric network of 5–7 km²/point density is practically impossible. Therefore—as a solution—the mapping of geoelectric characteristics of given depth ranges was chosen. In *Fig. 14* the average resistivity weighted by layer thicknesses is presented for the range from the surface to a depth of 100 m. In *Fig. 15* the same parameter is plotted to a depth of 500 m. The distribution of apparent polarization is shown in *Fig. 16*, for an electrode distance of, AB=400 m. From laboratory experiments there are charts for resistivity, polarizability and lithology relations. These and borehole data made it possible to construct lithology sketches for different depth ranges. The map of *Fig. 17* summarizes these data which, compared with the lithological columns of 26 boreholes, yielded an astonishingly good correlation.

For deep structure exploration a telluric survey was initiated. In the area, formerly only a few magneto-telluric sounding points were located. From these soundings it is known that the conventional isoarea map reflects the integrated effect of the low resistivity sedimentary complex and the deep lying good conductor. Therefore the absolute ellipses were also computed and plotted on the isoarea map of *Fig. 18*.

The “*Anhydrite exploration of Northern Hungary*” was already reviewed in the Annual Reports for 1981 and 1982. As a result of the geophysical survey, the area, (marked by C) most favourable for finding thick, undisturbed gypsum and anhydrite deposits, was delineated (*Fig. 19*). By extending the Anh-2/81 seismic profile to the north-east (*Fig. 20/a* and *b*) area C could be limited in the profile. The cross section of this favourable area in the NW–SE direction can be seen in *Fig. 21*. To determine the thickness of the overlying sediments, geoelectric soundings were carried out. In area C the cover does not exceed 50 m.

The “*Regional study of the tectonics of Transdanubia*” continued with magnetotelluric sounding both in the Transdanubian Central Range, along seismic reflection profile MK-1/82, and along seismic profiles MV-1 and -2 located between the Mecsek Mts. and the Villány hills (see location map, *Fig. 22*). The results of magneto-telluric soundings along MK-1 are presented in *Fig. 23*. The reprocessed MK-1 profile is presented in two segments: the first

dynamite survey was registered up till 10 s (*Fig. 24*), the second VIBROSEIS survey up till 5 s (*Fig. 25*). We tried to correlate magneto-telluric data with seismic horizons. For the interpretation, geological data (*Fig. 26*) were used. Tectonic contact had to be supposed between the good conducting zone and the overlying rocks. To prepare magneto-telluric soundings a telluric survey was carried out on the north-western rim of the Transdanubian Central Range and adjacent areas of the Little Hungarian Plain (*Fig. 27*).

We were commissioned by the Hungarian National Oil and Gas Trust to carry out a seismic reflection survey for *structural exploration* in the vicinity of *Kecskemét-Kiskunfélegyháza-Alpár* (see location map of *Fig. 28*). The geology of the area is rather complex. Magnetic ΔZ anomalies (*Fig. 29*) show the lower Cretaceous magmatic rocks connected with the Austrian orogenic phase. The residual gravity anomaly map (*Fig. 30*) reflects the basement highs and the main structural direction of NE-SW.

To supplement former geoelectric measurements, telluric and magneto-telluric recordings were carried out, but even now the network does not exceed 3.5 km²/point density. A telluric isoarea map together with the anisotropy ellipses are presented in *Fig. 31*. The magneto-telluric profile of *Fig. 32* shows the variation of resistivity in the overburden. At some places the resistivity of the basin floor is extremely low (40–50 Ω m).

From the seismic material four migrated time sections are presented (*Figs. 33–36*). The time horizon marked by orange can be correlated with the bottom of the Pannonian basin. In the Pannonian sequence prograding delta front facies can be recognized. The shallower part of the Pannonian sequence can be divided into two seismic facies (yellow wavy line). Green marks the top of upper Cretaceous sediments which, in some boreholes are classified as flysch. Purple marks the so-called pre-Austrian basin which is uniform only if seen from above. The main principle of its correlation is the difference in seismic characteristics between the reflection-free zone of upper Cretaceous sediments and the zone of high amplitude, low frequency reflections underneath.

Two time horizons were mapped: the bottom of the Pannonian basin (orange, *Fig. 37*), and that of the pre-Austrian basin (purple, *Fig. 38*). Tectonic zones can be recognized by the close contour lines.

2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2.1.1 Role of the SDS-3 program package in ELGI's seismic processing*

Since 1981 the processing of seismic data has been carried out on our RYAD-35 machine (see Annual Report for 1981) by means of the SDS-3 program package. This program package was developed by the Central Geological Expedition (CGE) of the Ministry for the Petroleum Industry of the USSR, in cooperation with geophysical institutions of other socialist countries. The basic task of the package is to process seismic reflection data on RYAD computers under the OS operation system. The program can treat data of arbitrary field geometries. The following main possibilities are provided by the system for the seismic interpreter:

Control of the processing of a selected sequence of seismic traces.

Control parameters:

— type of common coordinate

 SP (shot point)

 OP (observation point)

 DP (common depth point)

trace gathering can be made with respect to any of these coordinates;

— the selected interval of the section (INTX) and step size (DX);

— definition of the SP-OP distances L_i for the traces to be processed;

— time range (INTT);

— sampling rate (DT: 1,2,4,8 ms);

— data format (FTR: I2, I4, R2, R4).

The main programs enable the selected sequence of traces to be subjected to many procedures, the principal ones being:

— creation of set of traces, "seismograms", gathered with respect to SP, OP or DP;

— gathering of selected traces within seismograms;

— gathering and subsequent summation of sequences of traces of identical shot point-geophone distances;

* Tímár Z.

- trace gather and summation by taking into account the coherency;
- trace gather and summation by taking into account reflector dip;
- coherency- and dip analysis;
- special „repetitive main programs” for quick look testing of the control parameters of subroutines, with trace selection and summation;
- velocity analyses for coherent noise wave trains;
- subtraction of the coherent noise from common shot point seismograms;
- 2D filtering**
- summation with respect to given or automatically determined velocity functions, over arbitrarily selected parts of the profile and in a given time window;
- automatic improvement of the static corrections on common SP or common OP sections;
- automatic improvement of the static corrections on common depth point seismograms;
- computation and print-out of vertical and horizontal frequency spectra;
- creation of trace gathers with respect to common reference points and, if necessary, their phase corrective summation, wavelet-shape correction or both;
- computation of velocity spectra from a vertical or horizontal set of traces;
- elimination of multiple reflections;
- enhancement of the coherent events on the time section;
- linear or weighted Kirchhoff migration;
- Wave equation migration (2D and 3D)***

The system's subroutines that can be called during the execution of the main programs perform the following tasks

- editing (removing of arbitrary parts of the traces);
- „kill”, (i.e. erasion of whole traces), polarity reversal, notch filtering;
- print-out of the amplitude vs. time behaviour, execution of the static and dynamic corrections, inverse dynamic correction;
- computation of frequency spectra for each trace;
- automatic amplitude control;
- normalization of the trace amplitude levels with respect to maximal amplitude, average amplitude or average energy, and inverse normalizations;
- corrections of the amplitudes for surface effects;
- true amplitude recovery to compensate spherical and inelastic losses;
- amplitude control according to a prescribed function;

** Programs written by the GEOSOFTWARE Cooperative of the Geophysical Exploration Enterprise, Hungarian Oil and Gas Trust.

*** Developed in ELGI.

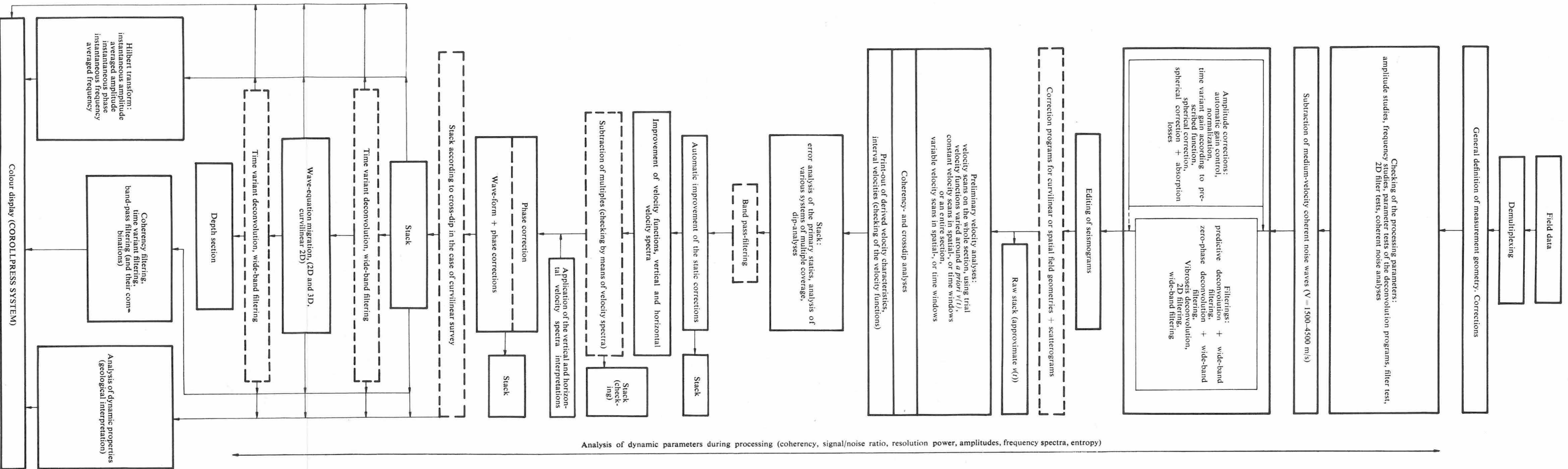


Fig. 39. Flow-chart of standard SDS-3 processing as applied by ELGI

- keeping track of the dynamic parameters (coherency, S/N ratio, resolving power, entropy) along selected horizons throughout processing;
- VIBROSEIS^R deconvolution**;
- time- and space-variant band-pass filtering;
- time- and space-variant deconvolution (predictive, spike or zero-phase);
- Hilbert transformation for the computation of instantaneous amplitudes and its smoothed version, of the instantaneous frequency and its smoothed version, and of the instantaneous phase;
- correction programs for curvilinear and spatial measuring geometries***;
- display of curvilinear field geometries and depth point distributions (scatterograms)***;
- nonlinear stack taking into account coherencies and crossdips, for curvilinear measurements***;
- computation of time slices*** (for 3D measurements).

COROLLPRESS programs

- colouring with respect to amplitude strength***;
- colouring with respect to apparent frequencies***;
- coloured scatterograms***;
- coloured time slices***;
- colouring of time sections with respect to dip or coherency***.

Even a short enumeration of the possibilities of the SDS-3 package demonstrates its usefulness for the interpreter; actually, there are more than 200 procedures that can be utilized to solve processing- or methodological tasks. After the necessary extensions of the computer centre (interfacing of the array processor, see our Annual Report for 1982) we have been able to define the standard graph of processing (see *Fig. 39*), by taking into account the wide range of tasks to be solved. As a first step of processing we study the characteristic features of the individual seismograms and define the optimal sequence of procedures and parameters for an improvement of the field data. We always make amplitude- and frequency studies, and determine by tests the type and parameters of the necessary amplitude regulation (as a rule, we apply true amplitude recovery); we decide whether there is a need for deconvolution and select the band-pass filter parameters. If necessary, we also make noise-wave analysis and apply appropriate programs for the subtraction of these waves. Next come deconvolution and band pass filtering with the selected parameters. After editing we make a velocity analysis and compute the first raw stack (*Fig. 40*). Then follows the automatic improvement of the static corrections. The efficiency of this step can greatly be improved by proper band-pass filtering, “tuned” to the signals. The accuracy of the obtain-

^R Registered trademark of CONOCO.

ed velocity functions is further improved by velocity spectra, the multiples if any can also be subtracted. As a final stage of this processing sequence, before stack but after the elimination of the residual static and dynamic errors, we can further improve the efficiency of summation by multichannel wave-form- and phase-correcting programs (optimal multichannel filtering) (Fig. 41). We finally carry out wave-equation migration and enhance the useful signals by coherency-filtering (Fig. 42). The program package*** of the COROLLPRESS colour plotter provides a mean for the different kinds of displays of the seismic sections, coloured with respect to amplitude and apparent frequency and for the coloured representation of the instantaneous amplitude-, frequency-, and phase sections obtained via the Hilbert transform (Figs. 43, 44). The spectra below the figures show the variations of the presented parameters along the time-window indicated in Fig. 44. It is hoped that the PGR program package (Prognóza Geológicheskogo Razreza = Prediction of Geologic Properties) purchased from CGE in 1983 and to be introduced in 1984 will further increase our processing capabilities. Details of and first results obtained by this new program system will be reported next year.

2.1.2 Input of the ESS-01-24 field records to the RYAD-35 computer*

The ESS-01-24 type digital engineering seismic equipment, developed by ELGI, has found a wide range of applications: its 16 Kword memory of 16 bit words, its summing capability, 20-2000 Hz frequency range and small weight made it a universal seismic instrument. Its range of applications has further been improved in 1983: e.g. a newly realized computer peripheral makes it possible to directly read the cassettes containing the seismic material recorded by the ESS, so that these data can directly be entered to the flow of standard seismic processing. The improvement in the quality of these materials due to software techniques and the sophisticated ways of visualization are extremely helpful to the interpreter geophysicist.

The new peripheral of the computer is the PK-1 type cassette tape drive. For cassette reading the control unit of the ES-6022 type punched-tape-reader was modified and extended, though obviously it can still be used to control a conventional punched-tape input. The PK-1 cassette reader is interfaced by a special hardware unit which models—both physically and logically—the interface of an FS-1501 punched-tape reader towards the ES-6022. This unit also takes care of the control of the cassette recorder, as well as of the block-wise reading, decoding and transformation of the stored information, as synchronized by the control signals generated by software in the control unit.

* Holczer P., Széphelyi E., Dianiska L., Csércsik F.

The internal buffer memory makes the information transmission toward the channel independent of tape speed, i.e. the equipment can be used in multiplex mode. The data transfer rate is 12,000–40,000 Baud. The interface unit receives the data from the cassette in blocks and similarly transmits them. The block size can be 1–2–4 Kbyte, data blocks shorter than the selected buffer length are automatically supplemented by 'oo' characters. Because of its small size and low consumption (LSI, MSI circuits), the interface unit can be housed in the ES-6022, from which it also gets its power supply.

Software support

The control of the interface unit and the reception, checking and decoding of the data are realized by a specially designed program which transforms the original FSO data format of the cassette into more user-friendly format meeting FORTRAN-IV conventions, and it writes these data onto magnetic tape.

Reading of the cassettes is done in two steps: first the reading proper of the data from the cassette, then—leaving a possibility for manual intervention—correction or omission of erroneous data.

The reading of a single side of a cassette takes some 30–60 minutes therefore the program had to be made restartable. After each successfully copied record (1 header + 24 data blocks), the essential information characterizing this record is written onto a magnetic disc. In case of malfunction or unexpected events the program can be restarted: it automatically rewinds the magnetic tape, moves it to its proper position, then continues the reading of data.

The program is written in PL/I and FORTRAN-IV, it requires less than 128K memory and only two peripherals, the ES 6022 for the input cassette and the ES 5017 for the output reel. The outline sketch of the PK-1 interface is shown in *Fig. 45*.

2.1.3 Seismic data acquisition and processing system based on the VT-600 (VT-6000) computer*

As a result of several years of R&D we are proud to announce a new geophysical processing centre, based on the VT-600 (VT-6000) mini computer. The development of the system has been a joint effort with the VIDEOTON Company within the framework of projects defined by CMEA's INTERMOR-GEO and OMFB (Hungarian State Office for Technical Development). Keeping in mind geophysical applications, the basic VT-600 (VT-6000) configuration has been supplemented with the following peripherals:

* Kereszti F., Komjáthy J., Lazarovits Gy., Méri T., Molnár Imre, Molnár István, Páhi L., Rác I.

- for real-time applications the SDA seismic data acquisition unit, produced by ELGI (see Annual Report for 1980, p. 69) was directly interfaced to the computer as an input unit (i.e. the data acquisition unit serves in such cases as a computer peripheral, it can be controlled and also tested by software instructions);
- we interfaced our COROLLPRESS-4 colour plotter as a geophysical output peripheral, each interface can serve—alternately—two devices, as required by the geophysical task. Most of the systems are supplemented by several optional *off-line* COROLLPRESS-4 plotters;
- our new floating-point geophysical special processor (Annual Report for 1982, p. 101) is also interfaced as a peripheral—for acceleration of the most frequently occurring algorithms in the VT-600 (VT-6000)-based real-time and express systems. Because of its full-precision floating-point arithmetics and its large operative memory the capabilities of the device have greatly been increased compared with its earlier version;
- seismic programmers will certainly appreciate that, similarly to the RYAD-10 system, we have again the means for hardware-demultiplexing in the form of a specially interfaced disc;
- since the magnetic tape drive interface of the original VT-600 (VT-6000) configuration cannot deal with more than 64 Kbyte continuously recorded data, it could not be applied to read field-recorded seismic data. The interface has been modified so that it can continuously read long records from magnetic tape through alternating buffers.

As for conventional peripherals, the geophysical system contains—besides disks and tape drives—line printers, a console display and several terminals for operators, floppy discs and—for the non-mobile variant—a large disc as well, for program development. For off-shore puposes, the quasi field-proof systems are manufactured by VIDEOTON. An outline of the system is shown in *Fig. 46*. For the VT-600 (VT-6000)-based geophysical complex, the VIDEOTON Co. have modified and supplemented the original operating system to handle geophysical peripherals, ELGI elaborated most of the tests for these peripherals, as well as a Marine Real-Time Data Acquisition and Preprocessing Package and a “Seismic Express Processing System”.

Marine Real-Time Data Acquisition and Preprocessing Package

Input:

- parameters defining field geometry and controlling the processing, from terminal;
- seismic records from the SDA.

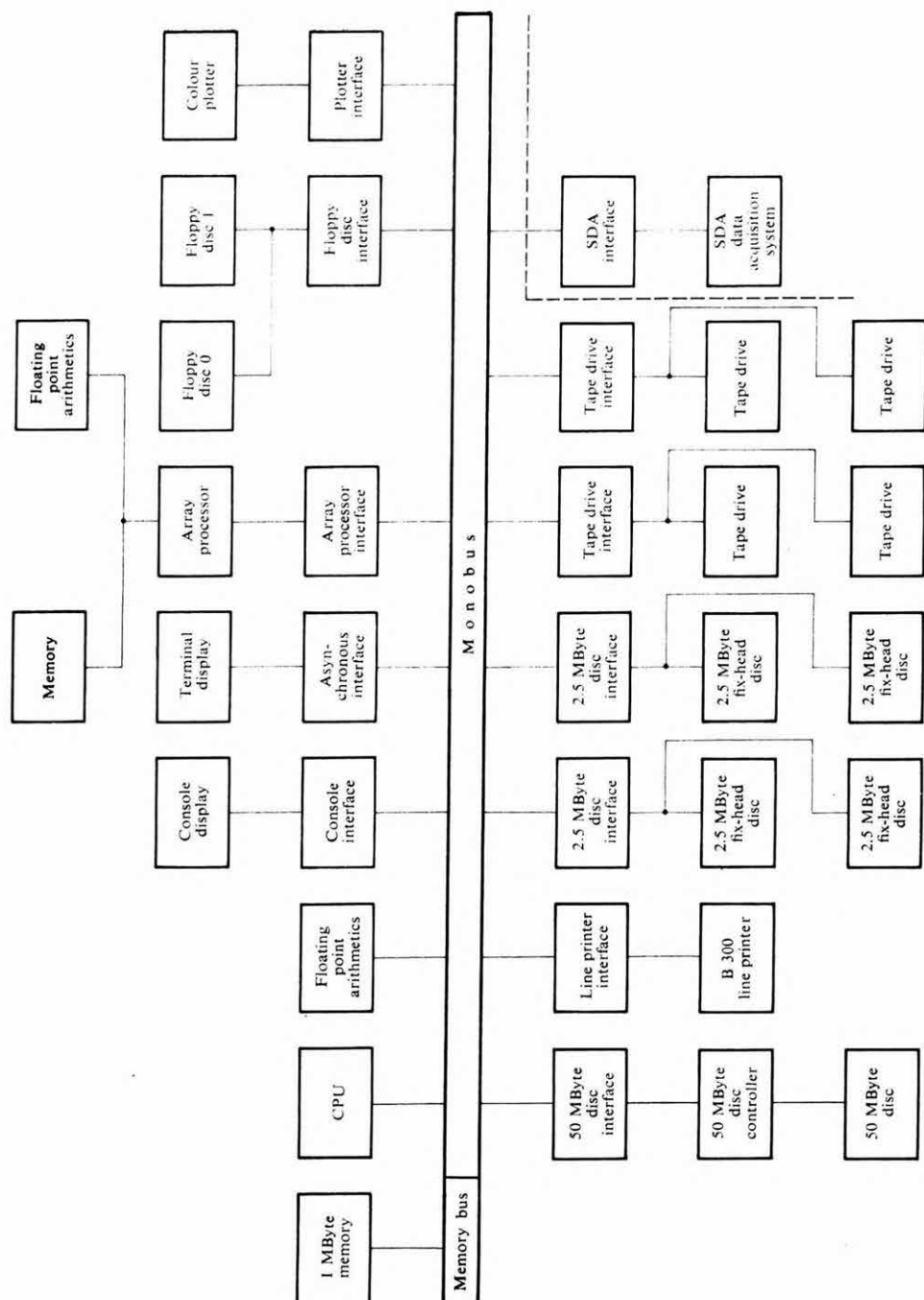


Fig. 46. Flow-chart of the seismic real-time preprocessing system based on the VT-600 (VT-6000) computer

Output:

- trace sequential seismograms on magnetic tape for subsequent detailed processing;
- single-channel or stacked time section displayed by the colour plotter.

During the continuous functioning (which usually lasts several days) individual measurement cycles can be initiated:

- as controlled by the navigational computer;
- in equally spaced time instants, provided by the VT-600 (VT-6000)'s real-time clock;
- individually controlled by software.

The package can process 24- or 48-channel seismic data of 2 or 4 ms sampling rate, containing at most 4000 data/trace. Parameters for the setting of the SDA equipment, data defining the processing sequence and any messages and instructions for the operator should be entered, or appear on the same terminal, which makes supervising much easier. During measurement the parameters can be updated, new procedures can be inserted into the processing sequence or others deleted. The presently available procedures, in their usual order of execution are:

- write on magnetic tape;
- trace zeroing;
- MUTE;
- dynamic correction;
- stack;
- deconvolution;
- band-pass filtering;
- scaling;
- plotting.

The Seismic Express Processing System

The system is similar to our earlier Express System, written for the RYAD-10 (Annual Report for 1982). During the development of the new system it was a principal requirement that all internationally recognized seismic formats up to 256 channels should be tractable and the definition and description of the process-control parameters be simple. Of course, the advantages of ELGI-made peripherals (special processor, COROLLPRESS, etc.) are also fully utilized. The system must be applicable for the on-site processing of the seismic data of far-away expeditions and still has to preserve all friendly features of the VT-600 (VT-6000) operating system.

The system can process seismic data of 1/8-16 ms sampling rate, of maxi-

imum 256 channels and no longer than 8000 data/trace. At present, the following procedures are available:

- magnetic tape I/O programs;
- interpretation of the measurement geometry;
- MUTE;
- KILL;
- polarity reversal of given traces;
- decimation;
- static correction;
- dynamic correction;
- stacking;
- band pass filtering;
- deconvolution;
- scaling;
- on-line or off-line COROLLPRESS colour plots with respect to amplitude or frequency;
- velocity analysis;
- automatic static correction;
- migration.

The sequence of procedures is arbitrary, the results of any phase can be written onto magnetic tape and further processed at a later time. The algorithms are executed either by the VT-600 (VT-6000) arithmetics or by the floating-point special processor. The application of the special processor reduces processing times by a factor of five — ten.

2.1.4 Instrument development for in-mine seismics*

In 1983, our R&D activities for in-mine geophysical instrumentation led to the completion of the development of the firedamp-proof digital seismic equipment (SSS-I), to be utilized in mines. The new type of instrument was developed according to a program authorized by the Permanent Commission for Coal Mining of the CMEA, in direct Soviet-Hungarian cooperation. The Soviet participant of the project was the Ukrainian subsidiary of the VNIMI (All-Union Mining Research Institute). In Hungary, the developmental work was carried out by ELGI, in cooperation with the Central Mining Development Institute and the Mecsek Coal Mines.

The following were the main objectives of the development:

- firedamp-proof construction;
- portable basic units;

* Czifra F.

- semiconductor memory for summing signals of consecutive records;
- low power consumption (built-in power supply);
- wide frequency pass-band for the high-resolution refraction- and reflection measurements;
- a quick-look visual check of the measured data;
- data recording on magnetic tape for further processing.

The SSS-I type in-mine seismic equipment consists of the following main parts, shown in *Fig. 47*:

- amplifier unit (1), containing 12 identical amplifiers provided with low-cut and high-cut filters, a 12 channel analog multiplexer, a 10-bit A/D converter;
- control unit (4), containing a microprocessor-based central control unit, a semiconductor memory as well as peripheral controls for the amplifier unit (1), for the display unit (2), for the cassette storage (3) and for the control panel (5);
- the display unit (2) is a 12-channel oscilloscope for on-site check of the seismic record quality, the seismic wave pattern appears as a still picture;
- the magnetic cassette storage unit (3) records the digital information coming from the equipment on a Philips commercial cassette;
- control panel (5), contains the manipulating- and indicator elements to adjust the parameters and modes of operation of the instrument.

The different modes of operation realize three main functions (see the functional outline sketch in *Fig. 48*):

Control. Checking of the amplitude- and phase identity by means of high-accuracy test-generator (4). In Mode 1 the control is restricted to the interior electric circuits of the equipment; in Mode 2, the seismic cable and the seismometers are also checked.

Recording (Mode 4). The source of energy is—because of the dangerous environment due to firedamp—the pop of a hammer. The recording process is started by an impulse sent from the signal transmitter mounted on the hammer (2). From the seismometers the signals are led to the 12-channel amplifier (5), the amplifications can separately be adjusted for each channel, in the 24–108 dB range, in 12 dB steps.

The following kinds of filtering can be applied:

low-cut: 62.5; 125; 250; 500 Hz

high-cut: 250; 500; 1000; 2000 Hz.

The analog multiplexer (9) scans, in turn, the outputs of the amplifiers and connects them to the input of the A/D converter (11). The resolution of the A/D is 10 bits (including sign). Sampling rates, record lengths and bandwidth are related in the following way:

Sampling rate	Record length	Frequency range
1 ms	2.048 s	62.5-250 Hz
1/2 ms	1.024 s	62.5-500 Hz
1/4 ms	0.512 s	62.5-1000 Hz
1/8 ms	0.256 s	62.5-2000 Hz

From the output of the A/D converter the time-multiplex signals are led through the recording DMA interface (13) into the semiconductor memory (18). To improve the signal-to-noise ratio and to increase the useful signal amplitude, records made by subsequent pops can be summed; the summation and the repeated storage of the recorded data are also taken care of by the recording DMA interface. The equipment can add maximum 64 records; its memory capacity is 2,048 words/trace. The data recorded are continuously displayed by CRT (8). The data are sent to the screen by peripheral control unit (16). The screen cannot display more than 1/4 of the total record length a time; the visualization of an entire record can be realized only by leafing, as controlled by the change of the parameters on the control panel.

Data recording on magnetic tape. Data recording is made in the standard way, in an 800 bpi phase encoded (PE) format. Mode of Operation 5 serves to write data from the memory to the magnetic tape. The whole record length, half of it, or a quarter of it can be written out and, consequently, we get 6, 11 or 21 records, respectively, on a single side of the cassette. Data are recorded on magnetic tape in a prescribed, block-wise format in file organization, the seismic data are trace sequential. There are several auxiliary programs connected with tape recording and data transfer: search on the magnetic tape (for a given record number; for BOT or EOT, Mode 6); loading of records from tape to memory (for checking or analysis purposes, Mode 7); labelling of cassette (Mode 8), overwriting of the last record (Mode 9).

The instrument has its own power supply, its cased parts operate from chargeable NiCd batteries. Its classification of protection against firedamp is Sb-n/Ex i_AI (Hungarian Standard MSz 4814). One of the prototypes has carried out long-lasting experimental measurements in different coal mines of the Donets Coal basin in the USSR.

high or low. It is still very likely, however, that resistivity or IP anomalies would mainly occur at those places where there are reasonable geologically fair conditions for an upward migration of hydrocarbons.

A case history is presented here based on IP measurements and frequency soundings in Hungary, over a 700–750 m deep gas lens of about 1.5 km diameter, situated in Upper Pannonian formations. The reservoir rock is a sandstone layer of 200–300 Ωm specific resistivity and 5–10 m thickness, interbedded in a medium of 3–5 Ωm specific resistivity; it forms a very gently dipping arch of 30–35 m amplitude. Conventional well logs have not provided any hints, besides the resistivity increase, to changes in physical properties. The 700 m deep, high-resistivity sandstone lense of only a few metres thickness cannot be directly detected by conventional geoelectric prospecting methods. Consequently, we applied a very dense spatial sampling rate, both in the IP and MFS measurements, and over the barren and the productive media as well, in order to continuously trace the changes of physical properties both horizontally and vertically.

Figures 49 and 50 present an IP section and characteristic multifrequency sounding curves. To give a feeling of the very dense sampling of the frequency sounding, it would suffice to say that between 1 and 30 Hz the resistivity and phase values were determined for 104 distinct frequencies.

The CH deposit is in the depth range corresponding to the frequencies 1.1–2 Hz ($H_{\text{eff}}=400\text{--}900$ m) of the sounding curves. It is the task of data processing to reveal the subtle resistivity changes in this interval between the barren and productive formations, and to plot them section-wise as residual anomalies. From the IP measurements (with AB=1600 and 2400 m electrode distances) we could determine the differential polarizability (i.e. the derivative with respect to time of the decay curve), and the parameters of a single exponential term best fitting the decay curve. *Figure 51* shows the IP values measured with AB=2400 m and the resistivity sections constructed from MFS. By matching these results with borehole data the following conclusions can be drawn:

- an IP anomaly appears near the gas/water contact, possibly due to epigenetic pyritization;
- in the resistivity sections the gas lens is situated in a wide zone of resistivity-low, the smaller relative maxima probably indicate minute gas lenses situated beside and above each other in a shifted position with respect to each other.

Figure 52 shows the distribution of the ρ_{E_z} values along the profile. Below the coarse-grained, high-resistivity Holocene–Pleistocene cover one observes a monotonous decrease of the apparent specific resistivities in the 400–900 m depth-range. The traditional way of interpretation could not be used to deter-

mine the layers of different specific resistivities and the layer boundaries so we proceeded in the following way. We split the resistivity section to two components: the regional component is first computed from the sounding data by means of the formula

$$\hat{\rho}(x, H_{\text{eff}}) = a_K(x)H_{\text{eff}}^K + a_{K-1}(x)H_{\text{eff}}^{K-1} + \dots + a_0(x),$$

where x is distance measured along the profile, H_{eff} the effective depth, $K=10$, and $a_i = b_{i,N} \cdot x^N + b_{i,N-1}x^{N-1} + \dots + b_{i,0}$ ($N=5$). Then the residual anomaly is calculated; this is the difference between the regional values and the measured values, and it is depicted in percentages on the section. In Fig. 52 we plot the measured, the regional and the residual ρ_{Ez} values; in Fig. 53 we show the measured, the regional and the residual values for the resistivity computed from the ratio of the magnetic and electric components ($\rho_{E/H}$), and for the phase angle between the E and H components, respectively.

On all presented residual sections there appear a larger double anomaly-pair between points 0 and 15, and a smaller one, between points 20 and 27, at the same location as the IP anomalies.

In Fig. 54 we plotted the contours of the gas lenses constructed on the basis of the IP anomalies obtained with AB lines of various lengths. For the smaller penetration depth of 400–500 m, no anomalies relating to the presence of gas lenses appear but this is not the case in the vicinity of borehole Mh-20. The contour obtained with the greater penetration of 600–800 m follows the gas/water contact known from borehole data, except in the southwestward direction. On the basis of the IP data we can assume a further, smaller, enclosed gas lens around borehole Mh-3. Of course, these statements are entirely qualitative and hypothetical unless the results obtained in the vicinity of boreholes can be extended to the whole field.

As a conclusion of our experiences obtained to date it should be stressed that for successful prospecting of non-structural CH deposits one has to increase the accuracy of conventional geoelectric methods and to develop novel, computerized procedures instead of the available ways of interpretation.

Bibliography

- MORSE, J. G., RANA, M. H. 1983: New perspectives on radiometric exploration for oil and gas. *Oil and Gas Journal*, **81**, 23, pp. 87–90.
- Oil and Gas Exploration Using Spectral Induced Polarization. Phoenix Geophysics Inc.

2.2.2 Effect of topography on the frequency-sounding made by the Maxi-Probe EMR-16 equipment*

The instrument measures the ratio of the absolute values of the vertical (H_z) and horizontal (H_r) magnetic field strength components (under ideal conditions—when the surface is a horizontal plane—the inducing coil is horizontal, i.e. the source can be taken as a vertical magnetic dipole, and the points of measurements are in the plane of the inducing coil).

The coil system of the receiving antenna is set up vertically by means of a box level, while the transmitting coil is spread on the surface. Consequently, the receiving coil system makes an angle Φ with the normal of the plane corresponding to the average dip of the surface while—because of the roughness of the terrain—the resultant dipole moment of the transmitter coil is not exactly perpendicular to this plane ($\theta \neq 0$). The geometrical relationships are shown in Fig. 55.

Since in electromagnetic phenomena we only have to distinguish between the components perpendicular to and parallel with the surface, let us choose the normal of the average plane of the terrain as the Z -axis of the coordinate system, and denote the magnetic field strength components which are due to the perpendicular and parallel components of the transmitter dipole, with respect to the surface, by the superscripts V and H , respectively. Making use of the formulae describing the vertical and radial components, respectively, of the magnetic field due to vertical and horizontal dipoles over an n -layered model, we obtain the expressions

$$H_z^V = \frac{M}{4\pi} \left\{ \int_0^{\infty} J_0(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda - \frac{1}{R^3} + \frac{3(z-h)^2}{R^5} \right\}, \quad (1)$$

$$H_r^V = \frac{M}{4\pi} \left\{ \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \frac{3r(z-h)}{R^5} \right\}, \quad (2)$$

$$H_z^H = \frac{M}{4\pi} \left\{ - \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \frac{3r(z-h)}{R^5} \right\}, \quad (3)$$

$$H_r^H = \frac{M}{4\pi} \left\{ - \frac{1}{r} \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \right.$$

* Kardeván P., Prácer E.

$$+ \int_0^{\infty} J_0(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda - \left\{ \frac{1}{R^3} + \frac{3r^2}{R^5} \right\} \quad (4)$$

where M is the dipole moment;

$R_0(\lambda)$ is a kernel function depending on the parameters of the layers, which can be determined by means of recursion,

J_0, J_1 are Bessel functions of the first kind, of zeroth and first order, respectively,

$$R = \sqrt{r^2 + (z-h)^2},$$

z is the height of the transmitter, h that of the receiver, above the surface (in the present case $h=0$).

Taking into account the vectorial decomposition of the dipole representing the transmitter and, further, that both the magnetic component which is perpendicular to the surface as well as the parallel component induce voltages in both receiving coils, the field-strength ratio between vertical and horizontal components will be given by

$$R^m = \frac{H_z^V \cos \Theta \cos \Phi - H_r^V \cos \Theta \sin \Phi - H_z^H \sin \Theta \cos \Phi + H_r^H \sin \Theta \sin \Phi}{H_z^V \cos \Theta \sin \Phi + H_r^V \cos \Theta \cos \Phi - H_z^H \sin \Theta \sin \Phi - H_r^H \sin \Theta \cos \Phi} \quad (5)$$

If

$$\Theta = \Phi = 0, \quad \text{then} \quad R^e = \frac{H_z}{H_r} = \frac{H_z^V}{H_r^V}.$$

The case $\Theta = \Phi \neq 0$ cannot be realized in practice. According to field experience however, the transmitter can always be placed such that the direction of the dipole moment would only slightly deviate from the normal of the average plane of the slope, i.e. $\Theta \approx 0$ can be assumed. Then, for a uniform slope, the following relationship holds between R^m measured for a transmitting dipole which is approximately perpendicular to the surface and R^e that would be measurable for a horizontal plane surface:

$$R^m = \frac{R^e - \tan \Phi}{R^e \tan \Phi + 1}.$$

The absolute values of the above complex quantities are related by

$$|R^e| = \frac{(R_a^m)^2 + \tan^2 \Phi + 2R_a^m \tan \Phi \cos R_f^m}{1 + (R_a^m)^2 \tan^2 \Phi - 2R_a^m \tan \Phi \cos R_f^m} \quad (6)$$

where

$$R^m = R_a^m e^{iR_f^m} \quad \text{and} \quad \Phi = \arctan \frac{\Delta H}{r}.$$

Since the instrument can also measure the phase angle R_j^m between vertical and radial magnetic components, $|R^e|$ can directly be computed by Eq. (6) (ΔH is determined by means of levelling). The main advantage of this is that *the topographic correction is valid for any kind of subsurface, it can be carried out without numerically computing the integrals (1)-(4)*.

For the geometric arrangement treated above and for $\Theta=0$, Φ =varying, the response curves $R^m(f)$ with respect to the homogeneous half-space are shown in Fig. 56, as functions of frequency f .

For positive and negative values of Φ the response curves will also be characterized by a shift depending on the angle of the slope in the range of interpretable R^e values. These results are in agreement with the investigations of SINHA [1980].

Reference

- SINHA, A. K. 1980: A study of topographic and misorientation effects in multifrequency electromagnetic soundings. *Geoexploration*, **18**, 2, pp. 111-122.

2.3 WELL LOGGING INSTRUMENTAL AND METHODOLOGICAL RESEARCH

2.3.1 Computer processing of dipmeter logs of hydrocarbon exploration wells*

In 1982, the Hungarian National Oil and Gas Trust purchased a dipmeter with a processing program system from Dresser Atlas. ELGI was commissioned to adapt the software, to process Hungarian logging results and to develop the program package.

The program package compiled for Dresser Atlas' Interdata 8/32 computer was adapted to an R-35 computer. At the first stage of operation, experimental processing was performed in order to compare the results with the results of a run performed in the Houston Center of Dresser Atlas. The comparison showed them to be in very good agreement. After the trials, all the materials relating to the Hungarian measurements—amounting to some 4200 metres of diagrams— were processed.

The basic idea of dipmeter logging and processing is that shifts between microresistivity curves measured on the four pads of the sonde are characteristic of the dip of beds. The first step in processing is the correlation by pairs of microresistivity curves recorded on magnetic tape. From shift values determined in this manner and from the measured orientation data the dip of a given bed can be determined for a given depth point.

Two linearly independent shifts of the curves are sufficient for the dip determination. From measurements made with a four-arm sonde, 13 linearly independent pairs of curve shifts can be selected; thus, the measurement contains excess information. The original program system selects the best of them on the basis of certain quality criteria.

The KZONA program compiled in ELGI using redundant information determines statistically by cluster analysis the most probable dip values. In the program execution the depth interval to be processed is divided into zones. For each depth point within a zone all possible dip values are calculated and the obtained spread is classified by a cluster algorithm. The marked clusters are assigned to a successive order of ranks on the basis of the number of elements, and their scattering. The program computes the dip only at those depth points

* Kovács N., Szegedi Sz.

where at least one out of 13 dip values falls into one of the clusters described as good.

Figure 57 shows a plotted result of the original program system. The plot illustrates the magnitude and direction of calculated dips for each depth point by the so called arrow representation. The same depth interval with dip values calculated by the KZONA program is shown in Fig. 58.

2.3.2 Development of the coal qualification program system*

The program system compiled for a HP 9825A computer was further developed. The program system calculates the elastic parameters from the acoustic Δt -log and nuclear density log (ρ): Young's modulus, the shear modulus, bulk modulus and Poisson's ratio.

The knowledge of elastic parameters is of considerable importance primarily in the roof and floor of coal seams. The centre of the algorithm is a table containing the V_p/V_s values of the most important rocks, where V_p is the propagation velocity of longitudinal waves and V_s of transverse waves.

The value of V_p can simply be calculated from Δt while, with a knowledge of lithology, the value of V_s can be determined from the above mentioned table. If V_p , V_s and ρ are known the elastic parameters can unambiguously be determined. The foregoing is illustrated in Fig. 59.

Another field of development is the detailing of coal deposits marked off by the lithology program. In its present version the program system performs the detailed division of coal seam sin relation to ash content or caloric value. The algorithm is founded on a table built in the program with the following values:

denomination	ash content [%]	caloric value [kJ/kg]
brown coal	<20	>16,800
brown coal with clay	20-35	10,500-16,800
coal-bearing clay	35-50	4,200-10,500
clay with coal traces	50-65	—
organic coloured clay	>65	2,000-4,200

The result of processing on the basis of ash content is shown in Fig. 60.

* Karas Gy., Bihari A., Mészáros F., Szalai M.

2.3.3 Adaptation of the ASOIGIS system*

During 1983 "The Automatic Processing and Interpretation System of Geophysical Well Logging" (ASOIGIS) was adapted for the R-35 computer of ELGI. This system was designed under the guidance of the Ministry for the Petroleum Industry of the USSR within the framework of the CMEA. The system is designed to automate well-log processing in order to increase the reliability and quality of results by using third generation computers. A further aim is to furnish geological and geophysical information relying on the data bank.

The processing flow-chart of the ASOIGIS system is presented in *Fig. 61*. The basic concepts of the organization of processing are as follows:

- uniform data base, single data entry, possibility of later re-processing;
- structure of the data base does not depend on the actual task and processing programs;
- data stored in the data base and their descriptions are independent, thereby offering the advantage of data entered earlier remaining unchanged even when the handling programs of the data base are altered;
- handling, copying, compression and other operations can be performed with the aid of special system programs;
- processing is carried out on the level of the temporal data base, which stores the required information only while the given task is being performed;
- the processing programs may enter into contact with the temporal data base through special service programs only;
- connection between user and data base is realized through special languages controlling display, handling and processing of data.

At its present level the system is available with more than seventy programs which handle the data base or perform geophysical processing.

Of these programs procedures can be organized for the given task, including either complete or partial tasks. When they are run automatically there is a possibility to review individual partial processes and to determine parameters for the subsequent step.

The program system was designed with the purpose of processing the logs of hydrocarbon-producing wells; however, the structure of the data base permits the data storage for any type of drillings. The majority of processing programs also ensures interpretation of various types of exploration boreholes after information on useful minerals and geological build-up have been entered into the data base.

* Szendrő D.

Mention should be made of the following programs of processing:

- preparing function relations;
- normalization processes;
- automatic depth correlation;
- correction of nuclear logs;
- correction for cycle skipping on acoustic logs;
- correction of SP logs;
- correction of induction logs;
- correction of laterolog curves;
- determination of true resistivity;
- automatic marking of bed boundaries;
- statistical lithological interpretation;
- determination of clay content;
- determination of porosity by several methods;
- determination of water saturation by several methods;
- determination of oil saturation by several methods.

Results obtained with the program system in a hydrocarbon-producing well are presented in *Fig. 62*.

2.3.4 Nuclear and electric apparatus design*

To modernize traditional loggers the KFU series of surface units was designed. This is an updated version of the old-fashioned system of nuclear surface panels. The current version has higher stability, reduced consumption and dimensions using Eurocards constructed with active semiconductor elements of the second and third generation in accordance with IEC recommendations (*Fig. 63*).

The universal KFU surface units and the pulse-type sondes developed in ELGI permit the following logs to be recorded:

- gamma-ray log;
- gamma-gamma (density) log;
- compensated gamma-gamma (calibrated density) log;
- neutron-neutron (porosity) log;
- compensated neutron-neutron (calibrated porosity) log;
- temperature (graduated in °C);
- caliper (graduated in mm);
- borehole profile;
- flow-meter diagram;

* *Korodi G., Liszt F., Nagy M., Szentpály M.*

- mud density;
- photoelectric gamma log;
- X-ray radiometric log;
- energy-selective recording of gamma radiation (on 4 channels at most);
- spectrum of gamma radiation;
- normal resistivity 0.4 m (16'') + 1.6 m (64'');
- lateral resistivity 1.8 m (6') + SP;
- mud resistivity;
- CCL.

Of the measurements listed above four types can be performed simultaneously at most depending on the chosen sonde. One of the main features of the KFU units is that only a single-conductor armoured cable is needed for the simultaneous operation on four channels.

The incorporated processor is used to calculate compensated density and porosity, as well as to perform further simple calculations, e.g. the four basic operations.

The processor is realized on a single Eurocard which is being developed with the purpose of performing other calculations.

The block diagram of the KFU-4-12 surface unit is shown in *Fig. 64*.

In the case of energy-selective gamma measurements the pulses with amplitudes proportional to the measured energy of radiation are forwarded on a further conductor of the cable to the input of a PRA-4 Pulse Height Analyser which allows four energy windows to be set. Such measurements require a cable with at least 3 conductors.

For simultaneous recording of technical and nuclear measurements combined sondes have been designed. The benefit of these types of sondes is that correction for borehole effects (e.g. density measurement corrected for borehole diameter) can be introduced, information can be processed with a processor (e.g. determination of borehole volume from borehole profile measurement), and the wall of the borehole can be followed more accurately. In addition to these advantages, other technical improvements are provided: in particular the possibility of opening and closing of caliper arms within the well. Three main types of the sonde family combined with a motor-driven caliper have been developed.

i) Sondes combined with 3-arm caliper

- Parameters to be measured:
- hole diameter
 - temperature
 - gamma ray

ii) Sondes combined with 1-arm caliper or pad type caliper detector system

- Parameters to be measured:
- density compensated for borehole
 - hole diameter
 - gamma-ray

iii) Sondes combined with 4-arm caliper (profile gauge with 2×2 arms)

- Parameters to be measured: — X-Y hole diameter
— temperature
— continuous mud resistivity

The electronic scheme of the scombined sondes is illustrated in *Fig. 65* by means of the block diagram of a KGGGC-4-80-60 sMPY sonde. This sonde is capable of the simultaneous measurement of

- compensated density
- hole diameter
- gamma ray.

The characteristic features of the sonde family are as follows: (*i*) the caliper arms with the built-in density measuring detectors are pressed against the wall by a spindle and spring mechanism driven by an electric motor which is controlled from the surface; (*ii*) sondes are manufactured with diameters of 36 or 60 mm; (*iii*) the maximum working temperature is 150 °C; (*iv*) they are operated on a single conductor armoured cable; (*v*) the operation of their electronic system free of dead time and coincidence errors is ensured by downhole divider stages with AMPLITUDOMULTIPLEX* selective storage.

2.3.5 Digital apparatus design**

Within the scope of this project the first model KD-80 of the MOLE (Micro-processor Organized Logging Equipment) system has been constructed. The main purpose of this project was to satisfy present and future requirements of well logging techniques utilizing computer technique. The achievements so far are that (*i*) the growing diversity of measuring techniques does not complicate the construction and handling of the measuring system; (*ii*) there is no need to use an independent surface unit for each logging method, and in addition, the execution of traditional measurements is also rendered simpler; (*iii*) more precise data are obtained from the measurements partly by improving and automatically checking the measuring process, partly by using calibration data; (*iv*) simultaneously with the measurement, physical parameters corrected with borehole data are recorded and express-interpretation is performed in the field.

The basic configuration of the MOLE system (*Fig. 66*) contains the following units:

- measuring unit with analog input;
- measuring unit with pulse-type input;

* Hungarian patent No. 173355 — 30. 01. 79/22. 04. 76.

** *Horváth F.*, Josepovits Gy., Szongoth G.

- depth handling unit;
- control unit;
- analog recorder;
- transitional data store.

The basic configuration of the MOLE system enables the following logs to be run:

Electric measurements (with the analog input measuring unit)

- resistivity with 10 and 40 cm normal sonde + SP;
- resistivity with short lateral sonde + SP;
- resistivity with 40 and 160 cm normal sonde + SP;
- resistivity with long lateral sonde + SP;
- focused current measurement with three electrodes;
- induction log;
- induced polarization;
- microresistivity;
- mud resistivity.

Nuclear and pulse-type measurements (with the pulse-type input measuring unit)

- gamma-ray;
- density (with a sonde having 4 channels at most);
- photoelectric gamma;
- neutron porosity;
- neutron activation;
- caliper;
- temperature;
- flowmeter.

In depth data handling the unit performs depth correction, shifts the recorder, displays the depth number and logging velocity and provides other warning signals (e.g. end of logging interval). The control unit includes the data transfer processor and fast arithmetics to introduce primary corrections, it gives numerical indications for selecting the measuring range and performs D/A conversion. To realize analog recording of logs any ELGI designed pen-recorder or camera can be attached to the system.

The task of transitional data storage is to store data of several logs (e.g. caliper, mud resistivity) for the total time of logging runs in order to introduce correction for hole effects, to play back logs with other scale or dynamics and to perform other kinds of processing.

The MOLE system can optionally be expanded by spectral gamma measuring unit, acoustic unit, CRT display, magnetic tape transport, standard serial data output.

The electronic construction of the system is backed up by a microprocessor which is controlled by fixed programs. Partial programs controlling calibration, measurement, calculation and recording for each type of logs are started by pushing a single button.

2.3.6 Nuclear geophysical analyser*

As the results of research over the past years and experience of oceanographical expeditions we have created the MTA 1527-HFD Integrated Nuclear Geophysical Analyser.

In addition to the measuring unit for determining the main components by activation, an X-ray radiometric measuring equipment with gas cooled semiconductor detector was also incorporated in the analyser in order to study useful mineral components.

The measuring system, the automatic changing of samples, the acquisition, interpretation and display of measured data are all governed by the control unit based on a Z80 microprocessor. Characteristic X-ray radiation arriving from the rock sample is sensed by the gas cooled semiconductor detector.

Signals of the detector after amplification and signal shaping go to the A/D converter, from where they are forwarded to the memory of the Z80 microprocessor. After the measurement is completed, the computer in automatic mode of operation compares the unknown spectrum of the analysed sample with standard spectra stored in the computer's memory and determines percentage compositions by programmed interpretation algorithms. The results of measurement are recorded in print and visualized on the display.

The equipment is able to perform individual and combined interpretation of complete spectra obtained from the X-ray radiometric measuring site. All data can be stored on the background store of the system (magnetic tape, floppy disc) for subsequent processing.

The integrated equipment was used to make a detailed analysis of iron-manganese nodule samples collected in the course of expedition work. We have investigated the reproduction accuracy of the measuring system and have determined the minimum concentration value that can be revealed by the equipment in routine operation. The reproduction accuracy for certain elements in absolute per cent is as follows:

Mn $\pm 0.06\%$, Fe $\pm 0.09\%$, Ni $\pm 0.013\%$, Cu $\pm 0.02\%$, Sr $\pm 0.003\%$.

When analysing other rock types it was also reaffirmed that the accuracy achieved by the analyser surpasses the accuracy of wet chemical analyses.

* Beszeda T., Renner J., Siklós A.

3 EARTH PHYSICS RESEARCH

3.1 INVESTIGATION OF THE GEOMAGNETIC FIELD*

At Tihany Observatory, variations of the F, D, H, Z components of the geomagnetic field were recorded continuously apart from interruptions for a few days. These short interruptions were due to the need to overhaul the measuring systems and to repair the buildings.

On the basis of absolute measurements the average values of the geomagnetic field and its components for 1983 are as follows:

$$F = 47\,395 \text{ nT}$$

$$D = 1^\circ 24.0'$$

$$H = 21\,460 \text{ nT}$$

Utilizing the breaks in observations, magnetic surveys were carried out in and around the variometer and absolute houses in order to map possible disturbing effects, and steps have been taken to eliminate their causes.

In 1982 the electronic measuring and data acquisition systems were damaged by a thunderstorm. Overhaul of the instruments continued in 1983. The TTL type electric circuits were extremely badly damaged, virtually none remained fit for operation. In contrast, the MOS and CMOS circuits survived the storm; however, within some months they first became unreliable, and were sensitive to temperature variations, then they broke down completely.

The DIM-100 magnetometer has been introduced into regular service. This instrument permits declination and inclination to be measured rapidly and reliably in the field.

Measurements of F, H and Z using a vector proton-magnetometer were automatized with a HP 97 S calculator leading to a substantial increase in the reliability of measurements.

In the course of the magnetic base network survey over Hungary two anomalous areas were found in the Eperjes-Tokaj mountains and at the bend of the Tisza river. It was established by check measurements that the anomalies were created by industrialization and large-scale vine cultivation (with espaliers along wires). The anomalous data were omitted from the final processing of the network.

* Hegymegi L., Körmendi A., Lomniczi T., Szabó Z.

Comparative measurements were carried out in several observatories: at Nagycenk, at Niemegek, and at Wien-Koblenz. Similar measurements were performed by researchers of the Niemegek observatory at Tihany in April, 1983. The purpose of the comparative measurements was—in addition to the usual checking of the standards—to improve the QHM constants; to tie the new DIM-100 declination instrument to the international network; and to calibrate measurements made with the Elsec vector proton-magnetometer.

Basic research themes

a) In cooperation with the Department of Geophysics of Eötvös Loránd University (ELTE), investigations were carried out to study the coupling mechanism between the plasmasphere and the ionosphere. The spectral characteristics of the horizontal component of the magnetic field were investigated. The aim of these investigations is to construct indices of the magnetosphere that can be correlated with electron density data obtained from whistler registrations.

b) Comprehensive processing of geomagnetic data measured at the Tihany observatory has been started and the methodology of processing the data system according to various research requirements has been prepared. The purpose of this work is to establish a data system of the observatory that can easily be accessed by researchers; to create and apply new methods of magnetosphere investigation relying on observatory data; and to correlate our data with those of other observatories.

Observation and processing of geodynamic phenomena

Earth tide observations of ELGI have been conducted since March 1982 in the Mátyáshegy cave. In 1983 observations performed within the period of March–December 1982 were processed (*Table I*). The records—of which a short section is presented in *Fig. 67*—can be characterized by low and regular instrumental drift and high internal accuracy. Our experience so far is that the conditions for gravimetric recording are more favourable at stations located underground at a depth of some tens of meters than in surface buildings since the temperature stability underground can be ensured with high accuracy.

Within the framework of cooperation between ELGI and Darmstadt University (FRG), the Earth tide observations carried out at Tihany in 1980–82 were also processed (*Table II*). Comparison of these measurements with observations carried out earlier at Tihany shows that the amplitude ratios (δ) of the La Coste Romberg (LCR) ET-16 instrument of Darmstadt coincide with the values obtained at Tihany previously, but their phase differences ($\Delta\alpha$) deviate from them (*Table III*). It was important to reveal the instrumental phase delay of the LCR ET-16 instrument since the interpretation of observations carried out earlier with this instrument in West and Central Europe met with difficulties. Now, however, with the phase delay corrected, interpretation is rendered possible.

As in previous years, observations with the quartz extensometer continued in the Mátyáshegy cave. The results of the observations were analysed from the viewpoint of Earth tides. The biggest tidal waves could be identified with a high degree of reliability (*Table III*).

Investigation of residual vectors

From Earth tide records the M_2 wave can be obtained with the highest accuracy. If, from vectors determined on the basis of the observed amplitude and phase of M_2 , the effect of the elastic earth and the indirect effects of ocean tides are subtracted, then the so called residual vector is obtained. Its interpretation

* Varga P.

is rather complex since its amplitude is of the order of 10^{-1} μgal . *Table IV* presents the M_2 residual vectors calculated on the basis of observations carried out with the Askania GS-11 BN-07 recording gravimeter of ELGI. The deviation of residual vectors determined from observations of various instruments set up on the same station is significant but smaller than the differences between individual stations. Thus the residual vectors—in spite of their limited reliability—cannot be regarded as being random quantities.

As suggested by *Table V*, the mean value of residual vectors is 0.411 μgal and it is 1.05% of the observed total M_2 amplitude. Since, on the basis of comparison of the instruments, the average error of M_2 is 0.2–0.3%, the amplitude of residual vectors substantially exceeds the noise level. In *Fig. 68* the residual vectors of our observations are shown together with the results of Prof. Gerstenecker obtained with the LCR ET-16 gravimeter after the correction of phase delay, and we have also plotted several residual vectors received from the observation results of the International Center of Earth Tides (ICET). The figure supports the assumption that the residual vectors have no random character. A good example of this is the coincidence of the residual value obtained from the observations of ELGI at Potsdam with that of Gerstenecker, — observed in West Berlin; or the good agreement of the residual vectors of Sopron, Tihany, Budapest and Penc. It can similarly be established that the M_2 residual vector obtained on the basis of observations with ELGI's BN-07 instrument at Bonn is in good agreement with values furnished by observations in its environment.

Vectors entering the map can be divided into the following groups:

- in the coastal area of the North Sea (Kiel, Münster) the directions strongly differ from those measured in other parts of Germany. This is probably attributable to the tide of the North Sea, which could not completely be eliminated from the results because of its proximity;
- over the greater part of the map the direction of the residual vectors is N-S or NW-SE;
- in the Alpine area the vectors turn against this direction (Zürich, Munich, Berchtesgaden);
- the measurements of ICET over the territory of South France and northern Italy show an approximate E-W orientation. This direction was also observed by our measurements at Pécs. It is interesting that this residual vector anomaly happens to occur on the very spot where, according to PANZA, MÜLLER and CALCAGNILE [1980], the lithosphere becomes thicker within the territory of Europe.

On the basis of the foregoing it can be assumed that the residual vector of the Earth tide M_2 is related to the Earth's tectonic elements.

Palaeomagnetic investigation of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous geological basic section at Sümeg, Mogyorósdomb

As the result of the palaeomagnetic survey in 1980–81 the Upper Jurassic–Lower Cretaceous section at Sümeg could be correlated in gross lines with the oceanic magnetic scale [MÁRTONNÉ SZALAY E. 1980 and 1981]. On certain parts of the Sümeg section, however, more polarity changes were observed than on the oceanic scale. At these places a zone was sometimes represented by a single sample only. This was why sampling had to be repeated with a shorter spacing. New samples were also taken from the reverse zone that can be correlated with the oceanic anomaly M17 and this is an important clue for stratigraphic correlation — to prove its character or uninterrupted inverse polarity and to determine its length more accurately. The picture of polarity changes summarizing the results of 1981–82 and 1983 is presented in *Fig. 69*. Investigations performed in 1983 have confirmed the polarity scale of 1980–81.

Since 1981, besides the detailed Calpionella study of the Sümeg section (FÜLÖP et al. *in press*), the magnetic and Calpionella zonation of two other continental sections of similar age, namely the S. Alps [OGG 1981] and Umbria [CIRILLI et al. 1983], has been completed. From *Fig. 70* it can be seen that if the palaeomagnetic zones of the continental sections and of the oceanic scale are correlated in a manner as suggested by the authors, then the boundaries of the Calpionella zones are not always of the same age. The mismatch between magnetic and Calpionella zones is expected to be explained by the integrated work of specialists dealing with palaeomagnetism and palaeontology. The question of frequent polarity reversals revealed at Sümeg which, however, do not appear in the Fonte del Giordano (Umbria) section, can be cleared up by examining additional continental sections characterized by a high sedimentation rate similar to that at Sümeg. The frequent polarity changes observed in the Sümeg section can be related to polarity changes of the magnetic field only if a similar phenomenon is observed in corresponding parts of other sections.

Palaeomagnetic investigation of bauxites and their accompanying rocks

Palaeomagnetic research in 1983 concentrated on the Gánt bauxite area. Samples were taken from bauxite and from the fossiliferous cover of Upper

* Márton E.

Eocene, since these formations had not furnished statistically well characterized directions in previous years.

The method used in previous years for laboratory processing of both Eocene and bauxite was modified. The essence of the modification was that two probes of each sample were cleaned and only those samples were accepted as good in which the direction of magnetization became similar in both probes after cleaning (Figs. 71 and 72). In the final account — together with the results of 1981–82 — the following directions were determined for Gánt (D and I are declination and inclination, k and α_{95} are statistical parameters characterizing the reliability of the mean direction, N is the number of samples):

1. Red dolomite in the underlying Triassic:

D=1.0° I=58.6° $k=92$ $\alpha_{95}=5.8^\circ$ $N=8$

2. Bauxite

a) D=295.4° I=40.3° $k=41$ $\alpha_{95}=6.9^\circ$ $N=12$

b) D=297.6° I=45.0° $k=22$ $\alpha_{95}=5.8^\circ$ $N=30$

3. Grey marl in the cover, without level indicating fauna

D=289.0° I=57.4° $k=101$ $\alpha_{95}=4.6^\circ$ $N=11$

4. Marl in the cover with upper Eocene level indicating fauna

D=311.5° I=50.4° $k=24$ $\alpha_{95}=9.6^\circ$ $N=14$

Of the two directions defined for the bauxite, 2a) is the mean direction of samples, of which the cleaned direction of the two analysed probes was practically identical, while 2b) is the mean direction of all bauxite samples disclosing all characteristic magnetizations, thus the latter group includes directions of “poorer quality”, too.

The ages of bauxite and overlying grey marl are stratigraphically kept within limits by the underlying Triassic and the Upper Eocene fossiliferous cover. Of these the magnetization of the former is secondary, acquired in the recent field. The magnetic pole of the Upper Eocene fossiliferous cover (Fig. 73) is near the pole of the Upper Senonian in the Transdanubian Central Range while the pole determined for the andesite volcanism or post-volcanism of the Velence hills lies to the east of the Upper Senonian and older Mesozoic poles.

The poles of bauxite and overlying grey marl differ from those of the Upper Eocene cover. The difference is due to the significant deviation of the direction of bauxite both in declination and inclination from those of the Upper Eocene cover. At the same time the bauxite pole is similar to the Albian pole of the Transdanubian Central Range, hence the most probable age of the magnetization and origin of the bauxite at Gánt is Albian.

The palaeomagnetic direction of the grey cover is similar in declination to the bauxite, in inclination to the Upper Eocene cover. Since the poles of the Transdanubian Central Range between the Albian and Upper Eocene are not known, its magnetization may be put to any time within the period from Albian to Senonian.

Work along the Central and East European Gravity Standardization Net (CEEGSN), started in 1982, was continued. In the framework of cooperation between Hungary and Czechoslovakia the part of the CEEGSN network over Czechoslovak territory was measured by four operators simultaneously with eight gravimeters, in the measuring system of A-B-A-B-A. The operators and instruments were transported from one observation point to another by an AN-2 aircraft. A sketch of the CEEGSN network over Hungary and Czechoslovakia is shown in *Fig. 74*.

In the course of the year a Soviet measuring crew repeated the absolute gravity determination at the Budapest fundamental gravity base point. The first measurements were in 1980.

Within the scope of up-dating the gravity networks the measurement of the *Ind* order gravity base network was continued. In 1983, no less than 100 connections of the network were determined, each of them by 3 gravimeters.

The data bank of the regional gravity measurements renders it possible to plot any map by means of computer programs. To this end we have adapted or modernized the available programs and compiled a program package for drawing contour maps of $z(x_i, y_i)$ data of scattered distribution. The first part of the program system performs selection, grouping of the data, and calculation of the required anomalies. At present the program is able to contour maps in Gauss-Krüger and in the Unified Map System of Hungary. The second program of the system interpolates the data of random distribution to the corners of a square grid. Interpolation is performed by the spline interpolation.

* Csapó G., Pollhammer M., Sárhidai A., Szabó Z.

Examples of ELGI's activities abroad

*Well logging in Libya**

Our well logging service in Libya concluded its first operational phase with the NIKEX-OVIBER Drilling Co. in the spring of 1983 after nearly three years of work: geophysical logs were run in 32 water wells drilled for irrigation at agricultural farms. The area of about 50 km² is 80 km south of Tripoli, 20 km to the northwest of Gharyan and lies at the southern part of the Jeffara plain in the foreland of the Nefusa mountain on the northern and southern sides of the Abu Shaybah wadi.

In 1976 the French GEFLI (now GERSAR) firm performed reconnaissance surveys in the area and the technical projects were elaborated on the basis of its results. The water bearing layer was marked off in the so called Aziziyah formation of middle Triassic which, according to local definition, is petrographically "limestone or dolomitic limestone containing at certain places thin beds or bulbs of chert". The formation is covered by Quaternary conglomerates with a thickness of 30 to 60 m, and is underlain by the so called Ras Himia formation composed of alternating beds of sandstone and silt.

The holes were drilled with diameters $17 \frac{1}{2}$ " (444 mm) to a maximum depth of 300 m. The rather strongly fractured and unstable water-bearing complex caused extraordinary problems of drilling particularly because of the frequently occurring total loss of mud and of the technical prescription to drill with pure water.

Our well logging equipment was a K-600 logger mounted on a Land-Rover 109 SW truck with the well-established Series KGF surface units and a two-channel Philips recorder.

The tools included potential sondes of 16" and 64", SP, a gamma-sonde, a neutron sonde (with AmBe source of 7 Ci), and calipers. The complete equipment worked faultlessly in spite of the warm and dusty climate.

The form of plotting typical logs measured in the wells in step scale is presented in *Fig. 75*. In the Aziziyah formation there was an upper and a lower hard section. The filters were put between these two sections (over an interval of

* Salamon B.

66 m on the average), but the filtered interval extended over the upper section, too. The relatively low resistivity and neutron intensity is due to water filling up the fissures. The average gamma intensity was 300 cpm with anomalies of ± 200 cpm. The SP logs were undistinctive whereas the KS-3 caliper tool with fast operation indicated excellently the fissures and caverns which were sometimes 10 m long and had diameters of over 1 m. The measured materials with the well documentation are held by the OVIBER Co. (Budapest).

The static water table of the wells was, on average, 100 m below the surface. The results of pumping furnished the projected yield of 50 l/s with a depression sometimes less than one meter. The resistivity of water was 5 Ωm at 20 °C, corresponding to a total salt content of 1500 mg/kg.

*Multifrequency electromagnetic sounding (MFS)**

ELGI, in cooperation with the NIKEX Foreign Trading Company for Products of Heavy Industry, undertakes commissions for prospecting abroad. One of the fields of such marketing activity is to search for exploration demands abroad, where the electromagnetic sounding with the Maxi-Probe system which provides high resolution and quick results can successfully be applied. With regard to the novelty of the method (see Annual Report for 1980, p. 73), in order to win new contracts we organize field demonstrations and test measurements on individual geological basic models for new prospects.

In 1983, MFS measurements were carried out in Austria, Bulgaria, Finland, Norway, Sweden and USSR. Below, several measurements are reported on—with the agreement of our partners.

a) MFS measurements in Sweden

At the request of the Geological Survey of Sweden (SGU) a four-member crew of ELGI performed electromagnetic frequency soundings in June 1983 at the NW part of the Siljan ring in the neighbourhood of Orsa. The ring-like Siljan structure is assumed to have been created by asteroid impact about 360 million years ago. The interior of the crater is covered with brecciated granitic rocks having a resistivity of several thousand Ωm . In the ring surrounding the crater there are Palaeozoic sediments to be found (conglomerate, limestone, sandstone, etc.) with resistivities of several hundred Ωm or less, while the bulk of the area outside of the ring is composed of very old Precambrian crystalline rocks with resistivities of several ten thousand Ωm (Fig. 76).

The purpose of the experimental measurement was partly to decide whether frequency sounding with inductive coupling is suitable for prospecting such high resistivity areas, where the application of direct current sounding obviously encountered difficulties. The actual task was to prove the existence or absence

* Gyurkó P., Kardeván P., Rezessy G., Szabadváry L.

of deep geoelectric boundaries within the central area and outside the ring. In the planning of the measurements participated from the Swedish side Lars Granar and Leif Eriksson.

In the course of the measurements, great penetration soundings with spreads $L=1200-1800$ m were successfully performed, sweeping the depth range from 400 to 1500 m. Soundings within the ring have unambiguously affirmed the existence of sharp geoelectric boundaries in the rock complex. *Figure 77* presents the ρ_a-H curves of sounding with spreads $L=1000, 1350$ and 1500 m over one such point, which show the existence of electric boundaries at depths $h_1=325 \pm 5$ m, $h_2=680 \pm 20$ m, $h_3=1100 \pm 20$ m, $h_4=1280 \pm 10$ m (break-points *A, B, C, D*). Between 325 and 680 m a series of 100–300 m thick high resistivity formations was encountered. Below about 1100 m there lies again a high resistivity complex. The revealed break-points appear on curves obtained at soundings with 3 km spacing between them, which indicates that formations with resistivities changing strongly with depth are not simply local inhomogeneities but expand for larger areas.

Soundings in areas outside the crater render probable the existence of a geoelectric boundary at a depth of 1200 m.

b) Experimental sounding over a magnetite intrusion in Northern Finland

At the request of Rautaruukki Oy and of the Finnish Geological Survey, MFS measurements were conducted in the Rautuvaara area in the vicinity of Rovaniemi town in the summer of 1983. The aim of the experiment was to determine whether the Maxi-Probe method is suitable for studying the Rautuvaara formation or areas with similar geological structure.

The soundings permitted one to follow not only the ore body with conductivity higher by 3–4 orders of magnitude than that of its environment, but in addition further layers in the Rautuvaara formation within the depth range of 150–800 m. According to the high resistivity contrast the ore body appears with conspicuous break-points (*Fig. 78*). It is regarded as an essential result that we succeeded in determining the lower boundary of the ore body which behaves as a screen against frequency sounding, as well as the surface of amphibolite and quartzite below it, in good agreement with the geological model compiled on the basis of earlier drilling and geophysical prospecting. The interpretation furnished depth data with only a few per cent error for the overwhelming part, though the investigated beds dip at angles over 20° at certain places. (In the figure the horizontal scale is doubled for better distinction.) The interpretation was reaffirmed by a hole drilled after the experimental measurement.

Acknowledgement is made to Dr. Juhani Nuutalainen, chief geologist, and to Aimo Hattula, geophysicist, of Rautaruukki Oy, for their help in the performance and interpretation of measurements.

c) MFS measurements in Upper Austria

The Forschungsgesellschaft Joanneum commissioned us to carry out measurements with the purpose of determining the depth of the bottom composed of gneiss or granite of a basin promising to contain key-bed type coal along 9 profiles. Significant help was offered in the interpretation of measurements by Dipl. Ing. Dr. Mont. Christian Schmidt, geophysicist, and Dr. Erich Enichlmayr, geologist.

The measured sounding curves were classified into two basic types. Curves on the margin of the basin dissect the sedimentary series with well-defined break-points, and indicate the baserock with nearly vertical section. In *Fig. 80* such a curve is presented in comparison with the results of a hand-made drilling sunk in 1920. Boundary *A* (76 m) agrees very well with the surface of the granite (75.30 m). This comparison proves directly the geological-geophysical model used for the interpretation, according to which the granite appears with low resistivity as compared to the overlying sandstone complex (Linzer Sand). This assumption held not only in this basin but also for other areas in Austria.

Sounding curves measured in the interior of the basin dissect the sedimentary complex—in correspondence with the greater depth—with less conspicuous break-points. Curves with a spacing of 500–800 m between them can, in spite of this, readily be correlated. Along the profile shown in *Fig. 80* beds with thicknesses changing between 6 and 20 meters can be followed over 3 km length. This correlation possibility—which is significantly better than the average—indicates quiet bedding conditions and uniform sediment formation over the whole basin.

The interpretation of MFS measurements is in agreement with the results of a gravity survey performed in the area. It can be inferred that the investigation of similar areas can successfully be solved with gravity and electromagnetic measurements both in the first stage of survey similar to the present experiment and in subsequent stages with the task of determining the sites of faults more accurately and to establish the limits of the coal field.

Library, publications

The present stock of our Library amounts to 25 319 volumes of books and periodicals, as well as 28 716 miscellaneous items. In 1983 our stock was increased by 650 books, 411 volumes of periodicals, 789 documentary publications, 290 folders on instruments. Our collection of periodicals was enlarged by 15 new titles. As a result of international exchange of publications the Library received 385 publications and dispatched 1921 publications to 405 addresses in 59 countries.

In 1983 the following publications were issued:

- Geophysical Transactions, vol. 29., Nos 1, 2, 3, 4
- Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary
- Annual Report 1981 of the Tihany Geophysical Observatory
- Study of the Earth Tides (Bulletin of KAPG, No. 5)

ГОДОВОЙ ОТЧЕТ
ВЕНГЕРСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. ЛОРАНДА ЭТВЕША ЗА 1983. Г.

1. ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

1. ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

Полевые работы ЭЛГИ представлены на карте *рис. 1*.

В рамках темы „Региональное изучение Задунайского Среднегорья“ согласованно выполнены несколько программ по разведке на уголь и бокситы, а также региональных исследований. Наряду с обеспечиванием геологической информации значительная часть наших задач заключается в постоянном развитии геофизических методов. Одним из показателей достижений может быть продуктивность разведочного бурения (*рис. 2*).

Темы в *разведке бурых углей*: выполнение программы разведки *сенонских бурых углей* продолжалось с использованием сейсморазведки методом отраженных волн и многочастотных электромагнитных измерений. На *рис. 3/a и b* показаны типичные профили МОВ и МТЗ соответственно. Угленосная формация Айка (cK_3) проявляется хорошими отражениями. Между скважинами K_f-8 и $+12$ уточнено сейсморазведкой положение разлома, отделяющего перспективный участок от непродуктивного. Профили МТЗ были ориентированы перпендикулярно к линиям МОВ с целью получить трехмерную структурную картину, представленную на *рис. 4*.

В рамках программы разведки *эоценовых бурых углей* поисковые работы на площади Бокод-Маркушхедь были начаты детализационной гравиметрической съемкой в 1981 г. Они были продолжены сейсморазведкой МОВ в 1982 г. и профилями МТЗ в 1983 г. Карта остаточных гравитационных аномалий и расположение профилей МОВ и МТЗ даны на *рис. 5*. На временных разрезах МОВ могут быть выделены более древние и более молодые структуры и может быть установлено уменьшение мощности угленосной формации к западу.

На *рис. 6* показаны временной разрез МОВ и профиль МТЗ этой площади. С целью повышения разрешающей способности, при составлении временного разреза Мер-5/82 (*рис. 7*) был применен метод деления пополам интервалов между глубинными точками. В результате, перекрытие снижается с $12 \times 100\%$ в то время как интервал ОГТ уменьшается с 12 до 6 м.

В *разведке бокситов* объектом прогнозных исследований стали юговосточные предгорья массива Герече — площадь выполненных ранее успеш-

ных геологоразведочных работ на уголь. В 1983 году первая фаза исследований была завершена на двух небольших участках. Мезозойский фундамент на участке *Шомьйохедь* размером в 16 кв. км находится на незначительной глубине. Для картирования его поверхности до глубин в 20 м достаточно применение метода сверхдлинноволнового радиокипа. Для глубин более 20 м использовалась электроразведка методами потенциалов (МП) и многочастотного электромагнитного зондирования (МТЗ). Результаты представлены на *рис. 8*. До сих пор обнаружены 4 линзы бокситов. Применительно к участку *Тюкрёшпуста* необходимо было разработать специальную методику. На основе геологической модели можно было ожидать наличие бокситовых линз исключительно малых размеров; кроме того, вследствие тектонических движений, проявившихся в несколько фаз (до и после накопления бокситов), возникла сильная горизонтальная неоднородность, усугубляющая проблематику. Вслед за съемочными методами (гравиразведка, МП) в основном ставилось МТЗ по профилям. На *рис. 9* и *10* показано размещение поисковых скважин. В 1983 году всего 5 скважин было пробурено, из них две вскрыли промышленные бокситы, одна — бокситы низкого качества и две были пусты.

В 1981 году были проведены прогнозные исследования на бокситы в югозападной части Задунайского Среднегорья. В результате, *западные предгорья Кестхейского массива* на основании геологических аналогий были выделены в качестве перспективной площади. Поисковые работы были начаты в том же году гравиразведкой. На *рис. 11/a* представлена полученная карта остаточных гравитационных аномалий. На основании этой карты два небольших участка с неглубокими (200–300 м) залеганиями фундамента выделены под дальнейшие исследования. Для определения рельефа триасового фундамента и слоистости более молодых отложений была поставлена сейсморазведка методами отраженных и преломленных волн и были выполнены измерения методом многочастотного электромагнитного зондирования. На основании профиля МТЗ, представленного на *рис. 11/b*, был оконтурен поднятый по разломам блок.

В Задунайском Среднегорье имеется несколько тысяч кв. км площадей, перспективных на наличие бокситов вблизи от дневной поверхности. Так как подобные месторождения легко разрабатывать, имеется определенный смысл в выявлении даже самых небольших крутых углублений, в которых могут залегают качественные бокситы значительной мощности. С этой целью используются измерения методом сверхдлинноволнового радиокипа (СДВР) по сети (см. Годовой отчет ЭЛГИ за 1979 год, стр. 140). Однако, с учетом больших размеров площадей и малых — бокситовых тел, по экономическим соображениям, требуется применение еще более дешевого метода. Согласно нашему новому подходу, все операции были разбиты на две фазы. В первую из них измерения методом СДВР

выполнялись вдоль профилей, заданных там, где по геолого-геоморфологическим соображениям можно ожидать наличие углублений в фундаменте. Во вторую фазу выявленные по профилям минимумы сопротивлений были оконтурены в плане и детализированы площадными измерениями СДВР. В качестве примера на *рис. 12* приводится участок на востоке от Ихаркута. В первую стадию были найдены две бокситовые линзы. Тем самым существенно улучшены перспективы участка, поэтому на нем была поставлена СДВР в 25×25 м (*рис. 12/b*). Оконтуривание двух бокситовых линз, найденных в первую фазу, было выполнено сетью МП в 12×12 м. Сводная интерпретация представлена на *рис. 12/c*, а типичный профиль — на *рис. 12/d*. Часть участка, изображаемого картой *рис. 12/c*, представлена в аксонометрическом виде на *рис. 12/e*. Раскраской показаны различные породы: красной — бокситы, пурпурной — доломиты, черной — обломки доломитов или лесс.

В рамках темы „Региональное изучение Малой Венгерской впадины“ геофизические исследования были начаты в 1982 г. Они проводились в трех диапазонах глубин залегания фундамента: *при малых глубинах* (до 15 м) — с целью оказания помощи геологическому картированию и агрогеологии инженерно-геофизическим зондированием; *при средних глубинах* (до 500 м) — с целью изучения водоносных горизонтов и водоносности в целом электроразведкой; *при больших глубинах* (до 6000 м) — для получения региональной структурной информации и поисков нефти глубинными методами электроразведки и сейсморазведки методом отраженных волн. Методика изучения средних глубин представлена на *рис. 13—17*. На профиле электроразведки, приводимом на *рис. 13*, в изучаемом интервале глубин видны весьма изменчивые слои. В такой обстановке практически невозможно картировать отдельные горизонты при сети электроразведочных измерений в 5–7 кв. км на точку. Поэтому в качестве решения было решено картировать геоэлектрические параметры определенных интервалов глубин. На *рис. 14* представлены средние сопротивления, взвешенные на мощностях слоев, для интервала от дневной поверхности до глубины 100 м. На *рис. 15* тот же самый параметр распространен до глубины 500 м. Распределение кажущейся поляризуемости показано на *рис. 16* для разноса электродов $AB=400$ м. По данным лабораторных измерений получены графики зависимости сопротивлений и поляризуемости от литологии. Карта, приводимая на *рис. 17*, обобщает все эти данные, которые в сопоставлении с литологическими колонками по 26 скважинам обнаруживают удивительно хорошую корреляцию.

Для изучения глубинной структуры сначала ставились измерения методом теллурических токов. На этой площади ранее были измерения только по нескольким точкам МТЗ. По ним известно, что обычная карта изоарал отражает суммарный эффект от осадочной толщи низкого сопротив-

ления и от глубокозалегающего проводящего слоя. Поэтому были рассчитаны также и абсолютные эллипсы, и они были нанесены на карту изоареал, приводимую на *рис. 18*.

Разведочные работы на ангидриты в Северной Венгрии были уже освещены в Годовых отчетах за 1981 и 1982 гг. В качестве результата геофизических измерений, был оконтурен участок С, наиболее перспективный на выявление мощных, ненарушенных залежей гипсов и ангидритов (*рис. 19*). Продолжением сейсмического профиля Anh-2/81 к северо-востоку (*рис. 20/a и b*) можно было бы оконтурить участок С по профилю. Поперечное сечение этого перспективного участка приводится на *рис. 21*. С целью определения мощности перекрывающих отложений были выполнены ВЭЗ-ы. На участке С мощность чехла не превышает 50 м.

Исследования по теме „Региональное изучение тектоники Задунайщины“ продолжались магнитотеллурическим зондированием как в Задунайском Среднегорье вдоль сейсмического профиля МК-1/82, так и между горами Мечек и Виллань вдоль сейсмических профилей MV-1 и 2 (см. карту на *рис. 22*). Результаты МТЗ вдоль МК-1 приводятся на *рис. 23*. Переработанный вариант профиля МК-1 приводится в двух частях: по первой, полученной с помощью взрывов, регистрация велась вплоть до 10 сек (*рис. 24*), а по второй, полученной методом БИБРОСЕЙС — вплоть до 5 сек (*рис. 25*). Нами сделана попытка скоррелировать магнито-теллурические данные с сейсмическими горизонтами. При интерпретации были использованы геологические данные (*рис. 26*), и между слоем высокой проводимости и перекрывающими породами необходимо было предположить наличие тектонического контакта. Для подготовки магнито-теллурических зондирований была проведена съемка методом теллурических токов на северозападной окраине Задунайского Среднегорья и на прилегающих пространствах Малой Венгерской впадины (*рис. 27*).

По контракту с Национальным Нефтегазовым трестом, были выполнены *структурные исследования сейсморазведкой МОВ в районе селений Кишкунфелдэхазы, Кечкемет и Алпар* (см. карту на *рис. 28*). Геологическое строение района довольно сложное. Магнитные аномалии ΔZ (*рис. 29*) отражают распределение раннемеловых магматических пород, обусловленное австрийской фазой орогенеза. Остаточные гравитационные аномалии (*рис. 30*) связаны с возвышениями фундамента и с основным структурным направлением с ЮЗ на СВ.

В дополнение к прежним электроразведочным работам, были выполнены теллурические и магнито-теллурические измерения, но плотность сети наблюдений все еще не превышает 3,5 кв. км на точку. Теллурическая карта изоареал вместе с эллипсами анизотропии представлена на *рис. 31*. На магнито-теллурическом профиле *рис. 32* показаны вариации

сопротивлений в чехле. Местами сопротивление фундамента чрезвычайно низкое (40–50 ом-м).

Из материалов сейсморазведки выбраны четыре временных разреза с миграцией (рис. 33, 34, 35 и 36). Временной горизонт, выделенный оранжевым цветом, может быть сопоставлен с фундаментом Паннонской впадины. Внутри серии паннонских отложений распознаются фации фронта продвигающейся дельты. Более высокие горизонты паннонской серии могут быть расчленены в две сейсмические фации (желтые волнистые линии). Зеленым цветом обозначена кровля верхнемеловых отложений, диагностируемых по некоторым скважинам как флиш. Пурпурным цветом обозначается так называемый доавстрийский фундамент, который представляется единым только при взгляде сверху. Основной принцип его прослеживания заключается в различиях сейсмических характеристик: верхнемеловые отложения выделяются отсутствием отражений, а подстилающие образования — низкочастотными отражениями значительных амплитуд. Были закартированы следующие временные горизонты: фундамент Паннонской депрессии (оранж, рис. 37) и доавстрийский фундамент (пурпур, рис. 38). Тектонические зоны распознаются по сгущениям изолиний.

2. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУТЫ

2.1.1 Система программ СЦС-3 в обработке сейсмических данных ЭЛГИ*

С 1981 года обработка сейсмических данных осуществляется в вычислительном центре ЭЛГИ на базе ЭВМ ЕС-1035 с использованием системы программ СЦС-3 (годовой отчет ЭЛГИ за 1981 год). Система разработана Центральной Геологической Экспедицией (ЦГЭ) Министерства Нефтяной и Газовой промышленности СССР в сотрудничестве с геофизическими организациями стран — участниц СЭВ. Задача системы — обработка сейсмических данных на ЭВМ ЕС, снабженной оперативной системой ОС. Система программ позволяет производить обработку данных, полученных при любой системе наблюдений. Потребителю предоставляются следующие возможности:

Управление обработкой заданной последовательности трасс

Параметры управления:

- тип общей координаты
SP пункта взрыва
OP сейсмоприемника
DP общая точка отсчета (глубинная точка)
возможность сбора данных по этим координатам
- выбранный интервал профиля (INTX) и шаг (DX)
- выделение различий в расстояниях (L_i) между пунктами взрыва (SP) и геофонами (OP)
- интервал времени (INTT)
- шаг квантования (DT: 1, 2, 4, 8 мс)
- формат данных (FTR: I2, I4, R2, R4)

Наиболее важные преобразования последовательности трасс, производимые с помощью основных программ

- выбор последовательности трасс по SP, OP, DP, получение „сейсмограмм“
- сортировка выбранных трасс внутри сейсмограммы

* Тимар 3.

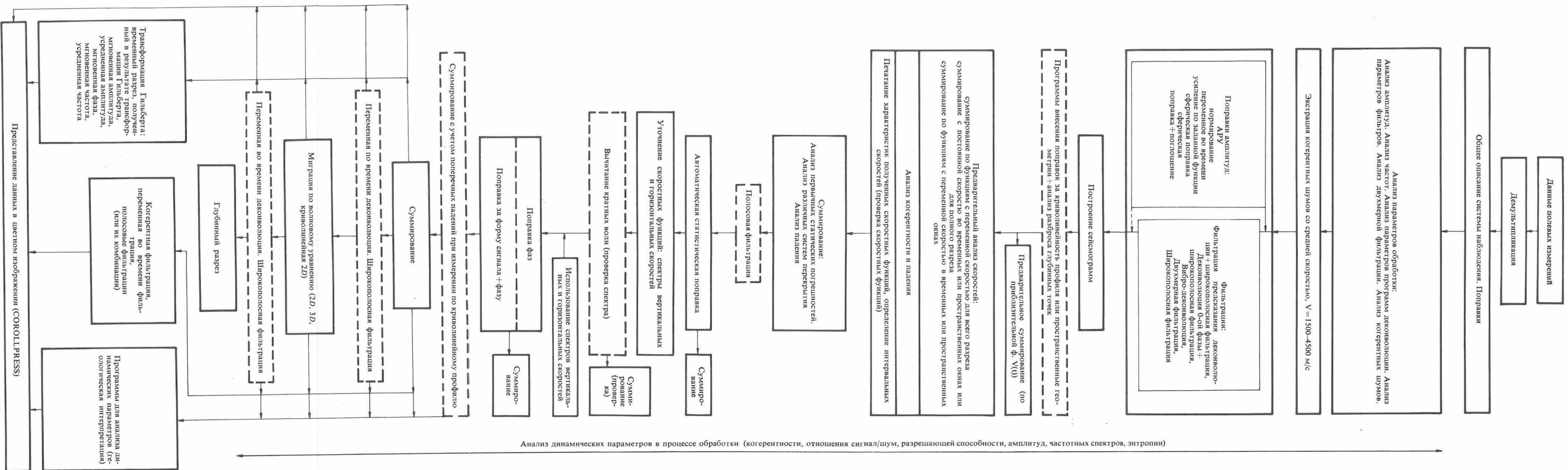
- сортировка и накопление разноудаленных записей
- накопление записей с учетом когерентности
- накопление записей с учетом наклона горизонтов
- оценка когерентности и наклона горизонтов
- накопление с передором параметров подпрограмм (тестирование)
- анализ скоростей когерентных шумов
- экстракция когерентных шумов с сейсмограмм пунктов взрыва
- двухмерная фильтрация*
- накопление по заданной или автоматически определенной функции скоростей в любом участке профиля или интервале времени
- коррекция статической поправки на профилях с общими пунктами взрыва или сейсмоприемниками
- коррекция статической поправки на сейсмограммах, отобранных по общей точке отсчета (глубинной точке)
- расчет спектров частоты в вертикальном и горизонтальном направлениях и их вывод на АЦПУ
- создание систем трасс, отобранных по общей точке отсчета, и по возможности их суммирование с учетом поправок за фазу, форму сигнала или их комбинации
- получение спектров скоростей вдоль оси времени или вдоль горизонтов
- экстракция многократных волн
- когерентный фильтр по временному разрезу
- взвешенная или невзвешенная миграция Кирхгоффа
- миграция по волновому управлению** (двухмерная и трехмерная)

Подпрограммы используемые в основных программах, позволяют производить следующие наиболее существенные преобразования

- редактирование (срез произвольных частей записи)
- отбраковка трасс, изменение полярности, режекторная фильтрация
- печатание хода амплитуд
- ввод статических и кинематических поправок и обратной величины кинематической поправки
- создание спектра частот по трассам
- автоматическая регулировка амплитуд
- нормирование уровня трасс по макс. амплитуде, средней амплитуде или по средней энергии и по их обратным величинам
- коррекция амплитуд за поверхностные влияния
- восстановление амплитуд за расхождение и затухание

* Программы, написанные членами эконо. кооператива предприятия ГЕОСОФТВЕЙР

** Разработана в ЭЛГИ.



Анализ динамических параметров в процессе обработки (когерентности, отношения сигнал/шум, разрешающей способности, амплитуд, частотных спектров, энтропии)

Рис. 39. Блок-схема системы обработки сейсмических данных СЭС-3, применяемая в ЭЛТИ

- регулировка амплитуд задаваемой функции
- прослеживание в процессе обработки кинематических параметров трасс вдоль заданных направлений (когерентность, уровень шумов, разрешающая способность, энтропия)
- вибросейсмическая деконволюция
- полосовая фильтрация по времени и вдоль профиля
- деконволюция, переменная по времени и вдоль профиля (с предсказанием или без него, нульфазовая вибросейсмическая фильтрация)
- преобразование Гильберта для получения мгновенных амплитуд и их сглаженных вариантов, мгновенных частот и их сглаженных вариантов и профиля мгновенных фаз
- программы поправок за криволинейность профиля или за пространственную систему наблюдения**
- представление криволинейной установки и распределения глубинных точек (скаттерограмма)**
- суммирование по когерентности и падению в случае криволинейных профилей**
- получение временных сечений** (в случае трехмерного измерения)

Программы КОРОЛПРЕСС представления материалов

- раскраска по амплитуде**
- раскраска по кажущейся частоте**
- изображение скаттерограммы кодированными цветами**
- представление цветных временных сечений**
- раскраска временных разрезов по когерентности или по углам отражений

Схематическое изложение системы программ показывает возможности, предоставленные геофизикам — около 180–200 программ позволяют разрешить задачи обработки данных и методические задачи. После расширения вычислительного центра (подключение специального процессора, отчет за 1982 год) в начале 1983 года создали стандартную форму обработки с учетом широкого набора разрешаемых задач (рис 39).

Первым шагом обработки является исследование характерных особенностей отдельных сейсмограмм и создание набора операций и параметров, необходимых для исправления измеренных данных. В каждом случае производится анализ амплитуд и частот, с помощью тестов определяются тип и параметры, необходимые для выравнивания амплитуд (в основном производится восстановление истинных амплитуд), исследуется необходимость деконволюции и производится выбор параметров полосовой фильтрации. В случае необходимости производится анализ шумов и используются приемы, их исключающие. После этих подготови-

тельных операций производится анализ скоростей и получаем предварительно суммированный скоростной разрез (Рис. 40). Следующим шагом является введение автоматической статической поправки. Полосовой фильтрацией, „настроенной“ на форму сигнала, можно повысить эффективность этой операции. В дальнейшем спектральными анализами повышаем точность скоростных функций, в необходимых случаях производится экстракция повторных волн. На последней стадии перед суммированием, но после удаления остаточных ошибок статического и кинематического характера, с помощью операций, исправляющих форму сигнала и фазу, повышаем эффективность суммирования (Рис. 41). И наконец применяем миграцию волнового уравнения по когерентности по выделению сигнала (Рис. 42).

Система программ плоттера КОРОЛПРЕСС дает возможность цветного представления временных разрезов в различной форме с раскраской по амплитуде и кажущейся частоте, а также кодированное цветное изображение значений мгновенных амплитуд, мгновенных частот и мгновенных фаз, полученных преобразованием Гильберта (ис. 43, 44). Спектр под рисунками показывает изменение параметров, изображенных на рис. 44, в интервале времени.

Возможности интерпретации сейсмических данных расширяются за счет приобретенной в 1983 году и вводимой в использование в 1984 году системой программ „прогноз геологического разреза“ (ПГР). О возможностях и результатах этой системы будет сообщено в отчете за будущий год.

2.1.2 Ввод сейсмических данных, полученных от аппаратуры ИСН-01-24, в ЭВМ типа ЕС-1035*

Разработанная в ЭЛГИ цифровая аппаратура типа ИСН-01-24 для сейсморазведки в инженерно-геологических целях имеет широкие возможности полевого использования.

Ее характерные данные — объем памяти 16 Кслов (форматом слова 16 разрядов), диапазон частот с 20 до 2000 Гц, возможность суммирования, малый вес — делают ее универсальной сейсмической аппаратурой. Область ее использования расширяется за счет возможности непосредственного ввода записанных на магнитную кассету данных измерений в ЭВМ ЕС-1035 с помощью вновь изготовленного периферийного устройства и таким образом, они включаются в обычный процесс обработки сейсмических данных. Улучшение качества индикации данных измерений путем математического обеспечения дают большую помощь геофизику в интерпретации измеренных данных.

* Холцер П., Сепхеи Э., Дианишка Л., Черчик Ф.

Новое периферийное устройство ЭВМ, накопитель на кассетной магнитной ленте типа РК-1. Для ввода данных с кассеты было осуществлено преобразование блока управления накопителя на перфоленте типа ЕС-6022, таким образом, что и после преобразования он способен выполнять управление обыкновенной перфолентой. Работу устройства РК-1 делает возможным такой специальный блок согласования, который моделирует физически и логически стандартный блок интерфейса накопителя на перфоленте типа FS-1501, для устройства ЕС-6022. Этим блоком согласования обеспечивается управление запоминающем устройством на кассетной магнитной ленте, дешифрация, преобразование и прием по блокам считанных данных под влиянием управляющих сигналов, принятых с устройства управления, генерированных программным путем. Поступление информации на канал — в результате применения внутренней буферной памяти — не зависит от скорости магнитофона, таким образом аппаратура может работать в мультиплексном режиме. Скорость передачи данных с 12 000 до 40 000 Бaud. Устройство сопряжение (УС) принимает данные с магнитного кассетного накопителя и передает их по блокам.

Размеры блоков могут составлять 1, 2, 4 Кбайта. В случае более коротких блоков выбранного размера памяти, эти блоки данных дополняются характеристиками „00“.

Из-за малых размеров и низкой потребляемой мощности (интегральные микросхемы средней и высокой степени интеграции) устройство согласования помещено в корпус устройства ЕС-6022 и питание обеспечивается оригинальным блоком питания того же самого устройства.

Поддержка математического обеспечения

Управление устройством согласования, прием, контроль и дешифрация данных осуществляется с помощью разработанной для этих целей программы, которая данные кассеты форматом FSO (для системы обработки на языке ФОРТРАН-IV) преобразует в необходимый формат и записывает на магнитную ленту. Прием данных осуществляется в двух этапах: сначала считываются данные с кассеты, затем — оставив возможность ручной манипуляции — происходит коррекция ошибочных данных или их сброс.

Прием одной стороны кассеты занимает с 30 до 60 минут, поэтому очень важной чертой программы является то, что можно снова запускать. После каждого успешного ввода (1 головной блок + 24 блока данных) важную информацию программа переписывает на магнитный диск.

Вследствие этого при остановке из-за сбоя машины, или из-за каких-то других причин программа при новом включении после обратной перемотки автоматически устанавливает магнитную ленту на необходимое место, а затем продолжает ввод данных.

Язык программы: ПЛ-1 и ФОРТРАН-IV, потребность в памяти мень-

ше, чем 128 К, необходимые периферийные устройства: ЕС-6022 (ввод) и ЕС-5017 (вывод).

Блок-схема устройства согласования РК-1 видна на *рис. 45*.

2.1.3 Геофизическая обрабатывающая система на базе ЭВМ ЕС-1011*

В результате многолетней работы был разработан усовершенствованный вариант геофизического обрабатывающего центра на базе малой ЭВМ типа ЕС-1011. Работы велись в рамках сотрудничества с заводом Видеотон в соответствии с планами Интерморгео и ГКНТ (ВНР). Для создания комплекса технических средств системы базовая ЭВМ типа ЕС-1011 была дополнена следующими геофизическими периферийными устройствами:

- устройством сбора сейсмических данных СДА, разработанным в институте ЭЛГИ (см. Годовой отчет ЭЛГИ за 1980 г., стр. 69), подключенным прямо к ЭВМ в качестве вводного каскада с целью обеспечения работы геофизической системы в реальном масштабе времени (при этом устройство сбора данных работает в качестве непосредственной периферии ЭВМ, параметры которой устанавливаются и проверяются при помощи программы);
- цветным графопостроителем типа Короллпресс-4, разработанным в ЭЛГИ, в качестве устройства вывода геофизических информаций. Устройство сопряжение (УС) плоттера служит для чередующегося обслуживания двух графопостроителей в интересах производства работ в реальном масштабе времени. Кроме того, для системы можно использовать плоттеры, работающие в автономном режиме;
- специальным процессором нового типа с плавающей запятой (см. Годовой отчет ЭЛГИ за 1982 г., стр. 101), имеющим своей целью ускорение вычислительных операций в реальном масштабе времени на данной обрабатывающей системе. Благодаря применению операционного устройства с плавающей запятой и большой оперативной памяти возможности системы были значительно расширены;
- кроме вышеуказанных периферийных устройств для непосредственных геофизических целей: устройством сопряжения диска для демультимплексирования в соответствии с прежней практикой системы на базе ЕС-1010, так как демультимплексирование техническими средствами приводит к весьма существенной экономии времени в процессе обработки;

* Кересты Ф., Комяты Й., Лазарович Дь., Меры Т., Молнар Имре, Молнар Иштван, Пахи Л., Рац И.

- расширенным устройством сопряжения накопителя на магнитной ленте для обеспечения приема длинных массивов данных чередующимися буферами, так как стыковка НМЛ на базовой системе не может непрерывно обслуживать массивы данных свыше 64 Кбайт, таким образом не обеспечивает прямой ввод зарегистрированных в поле сейсмических записей.

В числе основных периферийных устройств ЭВМ кроме дисков и НМЛ для геофизической обрабатывающей системы используются еще АЦПУ, кроме дисплея на пульте оператора — дальнейшие операторские рабочие места, гибкие диски, и для доработки программы — на неподвижном варианте — большие диски.

Для создания морской системы они строятся заводом Видеотон в квази-полевым исполнении. Блок-схема системы приведена на *рисунке 46*.

Для геофизической обрабатывающей системы на базе ЭВМ ЕС-1011 к оригинальной операционной системе ЭВМ ЕС-1011 типа МТМ2 в Институте новых разработок Видеотона были составлены программы для обслуживания геофизических периферий, в ЭЛГИ были разработаны программный пакет для сбора и предварительной обработки морской геолого-геофизической информации в реальном масштабе времени и программная система для экспресс-обработки данных сейсморазведки.

Программный пакет для сбора и предобработки морской геолого-геофизической информации в реальном масштабе времени

Входные данные:

- параметры, описывающие измерение и управляющие обработкой, с терминала,
- сейсмические записи с устройства сбора данных типа СДА.

Выходные данные:

- Записанные на магнитную ленту следующие за трассами сейсмограммы для последующей детальной обработки,
- одноканальная или накопленная сейсмограмма, выписанная на цветном плоттере.

Во время непрерывной работы (которая может продолжаться за несколько дней) предусмотрены следующие возможности запуска отдельных циклов измерения:

- на основании управления от навигационной ЭВМ,
- через равномерные промежутки времени по часам реального масштаба времени ЭВМ ЕС-1011,
- индивидуальным управлением.

Программный пакет позволяет обрабатывать 24-х или 48-и каналные сейсмические записи, изготовленные при шаге квантования 2 или 4 мс, которые содержат 4000 данных по трассе. Параметров установки для устройства сбора данных СДА, необходимых к обработке данных, индикаций во время производства измерения и инструкций для оператора программа ожидает от одного и того же дисплея, или записывает их на один и тот же дисплей, обеспечивая тем самым простоту наблюдения за системой.

Во время производства работ обеспечена возможность изменения параметров в любой момент, а также вовлечения или исключения отдельных процедур в обработке. Выбираемые процедуры обработки по обыкновенной последовательности выполнения их заключаются в следующем:

- запись на магнитную ленту,
- обнуление канала,
- мютинг,
- введение кинематических поправок,
- накопление,
- деконволюция,
- полосовая фильтрация,
- масштабирование,
- выписывание.

Система экспресс-обработки данных сейсморазведки

Разработанная программная система походит на программный пакет, разработанный в предыдущих годах для системы на базе ЭВМ типа ЕС-1010 (см. Годовой отчет ЭЛГИ за 1982 г., стр. 99). При составлении программ основным требованием считалось обеспечение возможности обработки записей сейсмостанции с каналностью не более 256, записанных в соответствии с международным форматом, простоты ввода параметров обработки в ЭВМ, оптимального использования возможностей разработанных в ЭЛГИ периферийных устройств (спецпроцессора, плоттера Короллпресс). Система должна быть пригодной для обслуживания экспедиций и иметь все достоинства операционной системы ЭВМ ЕС-1011.

Программная система пользуется шагом квантования от 1/8 до 16 мс, и предназначена для обработки сейсмических записей с количеством каналов не более 256 и длиной не более 8000 данных.

Разработанные до сих пор процедуры обработки заключаются в следующем:

- программы для обслуживания магнитных лент,
- программа для обработки геометрии измерения,

- МЮТ,
- КИЛЛ,
- перемена полярности трассы,
- перевыборка,
- введение статической поправки,
- введение динамической поправки,
- накопление,
- полосовая фильтрация,
- деконволюция,
- масштабирование,
- выписывание по амплитуде или частоте в автономном или неавтономном режиме на цветном цифровом плоттере Короллпресс,
- автоматическая статическая поправка,
- миграция.

Вышеперечисленные процедуры могут выполняться по любой последовательности, результаты любой фазы могут быть выписаны на магнитную ленту и использованы в последствии в качестве вводных данных. Выполнение алгоритмов осуществляется либо при помощи арифметики ЕС-1011, либо при помощи специального процессора с плавающей запятой. Применение специального процессора позволяет сократить время обработки на 5-10 раз.

2.1.4 Разработка шахтной сейсмической станции*

В области разработки сейсмических приборов в 1983 году закончены работы разработки взрывобезопасной цифровой сейсмической станции (ШСС-1) применимой в штреках. Новый тип станции разработан в прямом советско-венгерском сотрудничестве по программе, предложенной Постоянным Комитетом угольной промышленности СЭВ. Нашим советским партнёром является Украинский филиал ВНИМИ. Проведенные работы разработки шахтной сейсмической станции — с венгерской стороны — выполнены в ЭЛГИ в сотрудничестве с КБФИ и Предприятием Мечекских Угольных Шахт, по поручению Венгерского Треста Угольного производства (позже Координационный центр угольного производства и Предприятие Ноградских Угольных шахт).

Главными направлениями разработки явились следующие:

- взрывобезопасное выполнение
- переносные блоки

* Цифра Ф.

- применение полупроводниковой памяти для суммирования сигналов, поступающих из записей
- низкая потребность по энергии (применяя батареи, внутреннее питание)
- широкий диапазон частот для измерения преломленных и отражённых волн с большим разрешением
- быстрый визуальный контроль полученных данных измерений на месте
- запись данных на магнитную ленту для дальнейшей обработки.

Шахтная сейсмическая станция типа ШСС-I состоит из следующих главных блоков (см. *рис. 47*):

- блок усиления (1), содержащий 12 одинаковых усилителей снабжённых низкими и верхними фильтрами, 12-канальный аналоговый мультиплексор, 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь;
- блок управления (4), содержащий центральное управление на базе микропроцессора, полупроводниковую память, а также устройства управления перифериями для блока усиления (1), дисплея (2), касетного запоминающего устройства (3) и пульта управления (5);
- дисплей (2) — 12-лучевой осциллоскоп, служащий для непосредственного контроля сейсмических записей. Сейсмическая волновая картина выводится на экран в виде неподвижной картины;
- запоминающее устройство на магнитной кассете (3). Результаты измерений, полученные в виде цифр, записываются на промышленным путём изготовленную стандартную магнитную кассету типа Филипс;
- пульт управления (5), содержащий лампы сигнализации и кнопки, необходимые для установки всех параметров и выбора режима работы станции.

Режимы работы станции обеспечивают выполнение следующих трёх основных функций (функциональная блок-схема станции видна на *рис. 48*):

Контроль. Контроль идентичности по амплитудам и фазам, применением сверхточного внутреннего тестового генератора (4). В режиме 1 контролируются только внутренние цепи станции, в режиме 2 контролируются и кабели и сейсмометры.

Запись (режим 4). Учитывая, что станция эксплуатируется при взрывоопасных условиях, вибрация возбуждается молотком. Процесс записи информации начинается от импульса датчика сигналов, подключённого на молоток (2), служащий для возбуждения вибраций. Сигналы с сей-

смометров поступают на 12-канальные усилители (5), в диапазоне 24–108 дБ можем менять усиление шагом 12 дБ. Это значение определяется отдельно на каждый усилитель. Применяемые фильтрации:

с низкочастотными фильтрами 62,5; 125; 250; 500 гц

с высокочастотными фильтрами 250; 500; 1000; 2000 гц

Аналоговый мультиплексор (9) по очереди обращается к выходам усилителей и включает их на вход а/ц преобразователя (11). Разрядность а/ц преобразователя 10 разрядов (включая и знаковый разряд). Связь между шагами квантований, длинами записи и диапазонами частот задаётся в следующей таблице:

Шаг квантований	Длина записи	Диапазон частот
1 мс	2,048 с	62,5—250 гц
1/2 мс	1,024 с	62,5—500 гц
1/4 мс	0,512 с	62,5—1000 гц
1/8 мс	0,256 с	62,5—2000 гц

Созданные в временно-мультиплексной форме сигналы с выхода а/ц преобразователя через стыковку канала прямого доступа (13) поступают в полупроводниковую память (18). Задачи увеличения соотношения сигнал/шум, суммирования сигналов отдельных записей полученных при многократном возбуждении, и повторного хранения данных записей также выполняются стыковкой КПД. Максимальное количество суммируемых записей: 64. Ёмкость памяти: 2048 слов/канал. Устройство вывода на ЭЛТ (8) служит для непрерывного вывода на экран данных. Блок управления устройством вывода на ЭЛТ (16) посылает данные на экран. Одновременно можно исследовать на экране 1/4 часть полной записи, установлением параметров на пульте управления есть возможность вывести полный диапазон записи.

Запись данных на магнитную ленту. Данные записываются на ленту стандартным путём, в кодированной по фазе (PE) форме, частота записи 800 разрядов на дюйме (бпи). Режим 5 служит для записи данных находящихся в памяти. Длина записываемых данных может быть одна запись, половина или четверть одной записи; соответственно этому количество записей на одной стороне кассеты: 6, 11 или 21. Данные записываются на магнитную ленту по предписанному формату по файлам, сейсмические данные записаны по трассам. Дальнейшие программы работы с лентой и данными, связанные с регистрацией данных: поиск записи на магнитной ленте (заданный номер записи, поиск начала ленты, поиск конца ленты, режим б), загрузка записей с ленты в память (с целью контроля за-

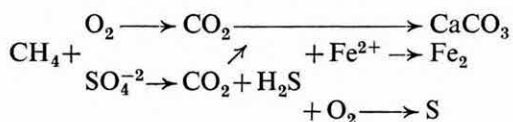
писанных данных или с целью последующего анализа, режим 7), запись этикетки на кассету (режим 8), запись новых данных на место последней записи (режим 9).

Станция имеет автономное питание, отдельные её блоки в корпусах работают с аккумуляторных блоков NiCd. Обозначение защиты взрывобезопасности: Sb-p/Ex i_a I (MSZ 4814). В 1983 году ЭЛГИ передал один экземпляр разработанной станции советскому партнёру, который проводил длительные измерения в разных шахтах донецкого угольного бассейна.

2.2.1 Поиски и разведка нефти и газа геоэлектрическими методами*

В залежах углеводородов поры коллектора заполнены не водой с низким сопротивлением, а нефтью или газом, обладающими большим сопротивлением. Таким образом, в принципе, залежи могут быть обнаружены с помощью методов сопротивлений. В то же время, на практике, из-за малых мощностей залежей по сравнению с глубиной залегания на кривых сопротивления они не проявляются.

В последние годы многочисленными наблюдениями было обнаружено, что над нефтяными и газовыми залежами геоэлектрические параметры покрывающих слоев вплоть до поверхности изменяются, даже образуются радиоактивные аномалии. Принципы геохимических процессов и движения материи (в первую очередь газов), обуславливающих эти изменения, точно не известны; наиболее принятое представление, что под уровнем грунтовых вод происходят восстановительные, а над ним — окислительные процессы, описываемые следующим образом:



Кроме этих, могут происходить более сложные процессы распада и преобразования материи (распад силикатов и алюмосиликатов, или образование вторичных минералов).

Эти процессы могут вызывать следующие изменения в электрических параметрах:

а) эпигенетический пирит может вызвать возрастание ВП над залежами нефти и газа, а процессы, вызывающие образование пирита, могут привести и к понижению сопротивления.

б) образование минералов, заполняющих поры, например CaCO_3 и вторичных минералов, может привести к повышению сопротивления.

Естественно, на результаты этих противоположных процессов влияют

* Еркель А., Чёргей Й.,

многие геологические, даже климатические факторы, поэтому нельзя высказать, залежи УВ характеризуются максимумами или минимумами сопротивлений. В то же время, вероятно, что аномалии ВП или сопротивлений образуются где имеются геологические условия, благоприятные для миграции нефти и газа.

В дальнейшем приведем результаты измерений методами вызванной поляризации и частотного зондирования, проведенные в Венгрии, над одной из газовых залежей диаметром в 1,5 км, залегающей на глубине 700–750 метров в верхнепаннонских отложениях. Коллекторы представлены слоем песчаников мощностью 5–10 м, имеющим сопротивление 200–300 ом и залегающим в толще с сопротивлением 3–5 ом. Они имеют малое падение и образуют пологий купол с амплитудой 30–35 м. Традиционными каротажными методами, кроме нарастания сопротивления, никаких других изменений параметров не обнаружено. Непосредственное выявление маломощной линзы песчаников на глубине 700 м невозможно ни одним из классических геоэлектрических методов. Поэтому измерения методами ВП и ЭМЧЗ были проведены с весьма большой густотой точек как над продуктивными, так и над пустыми породами, чтобы иметь непрерывные наблюдения изменения физических параметров пород как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

На *рис. 49* приведен профиль ВП, а на *рис. 50* — характерная кривая частотного зондирования. Для иллюстрации плотности наблюдений частотного зондирования, подчеркнем, что в интервале 1–30 гц сопротивление и фаза снимались на 104 частотах.

Газовая залежь попадает в интервал глубин, соответствующий кривой зондирования частот 1,1–2 гц ($H_{\text{эф}} = 400\text{--}900$ м). В процессе обработки в этом интервале нужно определить весьма малое изменение сопротивлений между пустыми и продуктивными породами и разницу изобразить в виде остаточных аномалий на профилях. Измерениями вызванной поляризации с разносами АВ=1600 и 2400 м определились параметр дифференциальной поляризуемости (производное кривых затухания ВП по времени), а также параметры единственного экспоненциального члена характеризующего кривую затухания. На *рис. 51* показаны значения ВП, измеренные на разnose АВ=2400 м и профили сопротивлений, построенные по данным ЧЗ. На основании сравнения результатов измерений с данными по скважинам можно сделать следующие выводы:

— Вблизи границы газ — вода видна аномалия ВП, которая, возможно, образовалась в результате эпигенетического пиритизирования.

— Газовая залежь располагается в широкой зоне пониженных сопротивлений, в которой относительные локальные максимумы могут соответствовать сдвинутым по отношению друг к другу, или расположенным над (или под) друг другом побычным газовым залежам малых размеров.

На рис. 52 приведено распределение сопротивления ρ_{E_x} вдоль профиля. Под грубозернистыми голоценово-плейстоценовыми отложениями большого сопротивления в интервале глубин 400–900 м наблюдается монотонное падение значений сопротивления. Традиционными методами интерпретации не удалось определить границы слоев различного сопротивления. Поэтому использовался метод разделения профиля сопротивления на две составляющие. Сначала по результатам зондирований определялась региональная составляющая сопротивления по следующей формуле:

$$\hat{\rho}(x, H_{\text{eff}}) = a_K(x)H_{\text{eff}}^K + a_{K-1}(x)H_{\text{eff}}^{K-1} + \dots + a_0(x),$$

где x — расстояние вдоль профиля

H_{eff} — эффективная глубина

$K=10$,

и

$$a_i = b_{i,N}x^N + b_{i,N-1}x^{N-1} + \dots + b_{i,0} \quad (N=5).$$

Остаточная аномалия — разница между измеренными и этими региональными значениями — на профиле отображена в %-х. На рис. 52 представлены измеренные, региональные и остаточные значения ρ_{E_x} , а на рис. 53 — измеренные, региональные и остаточные значения сопротивления, рассчитанного по отношениям электрического и магнитного компонентов, а также измеряемого между ними фазового угла.

На всех показанных профилях между точками 0 и +15 наблюдаются повышенные, а между пунктами 20 и 27 — пониженные значения остаточного сопротивления и фазового угла, в соответствии с наблюдаемыми здесь аномалиями ВП.

На рис. 54 представлен контур газовой залежи, полученный по аномалиям ВП, измеренным с разносами разной длины. На меньших разносах, соответствующих глубинам 400–500 м, аномалии от газовой залежи наблюдались только в районе скважины Мн-20. Контур, полученный по аномалиям ВП, измеренным на больших разносах, соответствующих глубинам 600–800 м, следует за определенной по скважинам границей вода-газ, за исключением ЮЗ-го угла. На основании измерений ВП предполагается наличие малой отшнурованной газовой залежи в районе скважины Мн-3. Эти выводы, естественно, только качественные, и только тогда состоятельны, если результаты, полученные в окрестностях скважин, могут быть распространены на все газовое месторождение.

В заключение, на основании полученных опытов отметим, что для успешных поисков неструктурных залежей нефти и газа, необходимо обязательное повышение точности измерений традиционными геоэлектрическими методами и вместо применяемых до сих пор классических методов обработки необходима разработка новых с использованием ЭВМ для выявления необходимой информации, имеющейся в измеренных кривых.

2.2.2 Влияние рельефа на результаты частотного зондирования с аппаратурой Макси Проб ЕМР-16*

Этой аппаратурой измеряется отношение абсолютных значений вертикальной (H_z) и горизонтальной (H_r) составляющих магнитного силового поля (при идеальных условиях — плоскость измерений горизонтальна, положение рамки датчика также горизонтально и он может быть принят за вертикальный магнитный диполь, а пункты измерений попадают в плоскость рамки датчика).

Рама приемной антенны устанавливается вертикально с помощью уровня, а виток датчика раскладывается на земной поверхности. Из-за этого приемная рамка образует угол φ с нормалью к плоскости, соответствующей среднему наклону земной поверхности, а дипольный момент витка датчика, вследствие неоднородностей рельефа, не точно перпендикулярен к этой плоскости ($\Theta \neq 0$). Геометрические условия показаны на *рис. 55*.

Так как при электромагнитных явлениях играет роль только факт, что перпендикулярны ли или параллельны земной поверхности составляющие силового магнитного поля, за нормаль средне-уровенной поверхности выберем ось z , а составляющие магнитного силового поля, происходящие от компонентов перпендикулярных и параллельных поверхности витка датчика обозначим индексами V и H . Используя формулы, описывающие вертикальную и радиальную составляющие магнитного поля, образованного вертикальным и горизонтальным магнитным диполем над n -слоистой средой, получаем ниже следующие уравнения:

$$H_z^V = \frac{M}{4\pi} \left\{ \int_0^{\infty} J_0(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda - \frac{1}{R^3} + \frac{3(z-h)^2}{R^5} \right\}, \quad (1)$$

$$H_r^V = \frac{M}{4\pi} \left\{ \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \frac{3r(z-h)}{R^5} \right\}, \quad (2)$$

$$H_z^H = \frac{M}{4\pi} \left\{ - \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \frac{3r(z-h)}{R^5} \right\}, \quad (3)$$

$$H_r^H = \frac{M}{4\pi} \left\{ - \frac{1}{r} \int_0^{\infty} J_1(\lambda r) \lambda e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda + \right.$$

* Кардеван П., Прачер Е.

$$+ \int_0^{\infty} J_0(\lambda r) \lambda^2 e^{-\lambda(z+h)} R_0(\lambda) d\lambda - \left. \frac{1}{R^3} + \frac{3r^2}{R^5} \right\}. \quad (4)$$

где: M — момент диполя

$R_0(\lambda)$ — рекурсивная kern-функция, зависящая от параметров слоев J_0, J_1 — функции Бесселя первого рода и нулевой и первой степеней $R = \sqrt{r^2 + (z-h)^2}$, здесь z — высота датчика над уровнем земли, h — высота приемника (в данном случае $h=0$).

Принимая во внимание возможность разложения на векторы диполя, символизирующего датчик, далее, что параллельная и перпендикулярная поверхности магнитные компоненты индуцируют напряжение в обеих рамках приемника, отношение вертикальной и горизонтальной составляющих магнитного силового поля выражается следующей дробью:

$$R^m = \frac{H_z^V \cos \Theta \cos \varphi - H_r^V \cos \Theta \sin \varphi - H_z^H \sin \Theta \cos \varphi + H_r^H \sin \Theta \sin \varphi}{H_z^V \cos \Theta \sin \varphi + H_r^V \cos \Theta \cos \varphi - H_z^H \sin \Theta \sin \varphi - H_r^H \sin \Theta \cos \varphi}. \quad (5)$$

Если

$$\Theta = \varphi = 0, \quad \text{тогда} \quad R^e = \frac{H_z}{H_r} = \frac{H_z^V}{H_r^V}.$$

Случай, когда $\Theta = \varphi = 0$ практически нереализуем. На основании опыта полевых работ датчик может поставлен так, что направление дипольного момента будет не намного отклоняться от нормали к средней поверхности склона, то-есть $\Theta = 0$. Тогда при равномерном склоне, если диполь датчика примерно перпендикулярен земной поверхности, между измеренным значением R^m и, в случае горизонтальной поверхности, измеренным значением R^e наблюдается следующая зависимость:

$$R^m = \frac{R^e - \operatorname{tg} \varphi}{R^e \operatorname{tg} \varphi + 1}.$$

Соотношение абсолютных значений выше описанных комплексных выражений дает следующая формула:

$$|R^e| = \frac{(R_a^m)^2 + \operatorname{tg}^2 \varphi + 2R_a^m \operatorname{tg} \varphi \cos R_f^m}{1 + (R_a^m)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi - 2R_a^m \operatorname{tg} \varphi \cos R_f^m}, \quad (6)$$

где

$$R^m = R_a^m e^{i(R_f^m)} \quad \text{és} \quad \varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\Delta H}{r}.$$

Так как аппаратурой может быть измерен фазовый угол R_f^m между вертикальной и радиальной составляющими магнитного поля, то $|R^e|$ может быть непосредственно рассчитано по формуле (6). (ΔH может быть

определено нивелированием). Самое важное преимущество этого приема, что топографическая коррекция пригодна для любой грунтовой поверхности, ее решение возможно и без нумерического расчета интегралов (1)—(4).

На *рис. 56* показаны кривые $R^m(f)$ в зависимости от частоты для однородного полупространства при выше рассмотренном геометрическом положении системы, при $\theta=0$, а φ — переменна.

В области значений R^e , используемых при интерпретации, реактивные кривые сдвинуты по отношению к углу склона и при положительных и при отрицательных значениях φ . Результаты совпадают с данными исследований СИНХА (1980 г).

2.3.1 Автоматизированная обработка данных о наклоне пластов, полученных в нефтегазовых скважинах*

Нефтяная промышленность ВНР в 1982 г. покупала пластовой наклонномер и систему обрабатывающих программ у фирмы Дресер Атлас (США). ЭЛГИ получил поручение провести применение программных средств к отечественным условиям, обработать данных измерений, проведенных в ВНР, и усовершенствовать пакет программ.

Пакет программ, разработанный для ЭВМ типа Интердата 8/32 фирмы Дресер Атлас, был переработан на ЭВМ типа ЕС-1035. На первом этапе пуска в эксплуатацию были произведены экспериментальные обработки с целью сопоставления результатов. Нам была также предоставлена возможность провести сопоставление с результатами прогона, проведенного в Хьюстонском центре фирмы Дресер Атлас. Результаты показали очень хорошее совпадение. После экспериментальных работ были обработаны диаграммы всех отечественных работ, составляющие примерно 4200 пог. метров.

Измерение наклона пластов и обработка полученных данных основаны на принципе, что смещения между кривыми сопротивления, полученные при помощи микроустановок на четырех башмаках зонда, характеризуют наклон пластов. Первый шаг обработки заключается в корреляции записанных на магнитную ленту кривых сопротивления по парам. По определенным таким образом значениям смещения, а также замеренным ориентационным данным можно определить наклон данного пласта в данной точке глубины.

Для определения достаточно иметь два линейно независимых смещения кривых. Из совокупности данных, замеренных на четырех рычагах, можно выбрать всего 13 пар линейно независимых смещений, значит измерение содержит избыточную информацию. Оригинальная система программ производить выбор лучших пар из них по некоторым качественным критериям.

Изготовленная в ЭЛГИ программа KZONA с использованием избыточной информации по методам математической статистики (кластерный

* Ковач Н., Сегеды С.

анализ) определяет наиболее вероятные данные пластового наклономера. В процессе анализа обрабатываемый участок глубины разделяется на зоны. Внутри каждой зоны для каждой глубинной точки вычисляются все возможные значения наклона, и полученный таким образом кластер точек зачисляется при помощи классифицирующего алгоритма в разные классы. Выделенные классы по числу элементов и их разбросу устанавливаются в порядок. Программа производит вычисление наклона только для тех точек глубины, где хотя одно из 13 значений наклона падает в класс, относящийся к категории хороших.

На *рис. 57* приведен вычерченный результат оригинальной программной системы. На рисунке показаны величина и направление расчетного наклона в каждой глубинной точке по способу т. н. стрелочного изображения. На *рис. 58* показан этот же интервал глубины с значениями наклона, вычисленными по программе KZONA.

2.3.2 Совершенствование программной системы для квалификации углей*

Система программ, разработанных для ЭВМ типа HP 9825A, была усовершенствована. Данная система программ по кривым Δt акустического каротажа и кривой плотности ρ производит вычисление параметров упругости: модуля Юнга, модуля сдвига, модуля объемного сжатия и коэффициента Пуассона.

Знание параметров упругости имеет большое значение прежде всего для пластов в кровле и подошве угольных залежей. В основу алгоритма лежит таблица, которая содержит значения V_p/V_s важнейших видов пород, где V_p — скорость распространения продольной волны и V_s — скорость распространения поперечной волны.

По Δt можно простым путем вычислить значение V_p , а зная литологию, можно определить значение V_s по упомянутой таблице. При помощи значений V_p , V_s и ρ можно однозначно определить параметры упругости. Вышесказанное иллюстрируется на *рис. 59*.

Другой областью совершенствования программной системы является дальнейшее расчленение угольных пластов, выделенных при помощи литологической программы. Настоящий вариант программной системы производит детальное расчленение угольных пластов в зависимости от зольности или калорийности. В основу алгоритма лежит встроенная в программу таблица со следующими значениями:

* Караш Дь., Бихари А., Месарош Ф., Салаи М.

Наименование	Зольность [%]	Калорийность [кДж/кг]
бурый уголь	> 20	> 16 800
бурый уголь с пачками глины	20–35	10 500–16 800
глина с улгем	35–50	4 200–10 500
глина со следами угля	50–65	–
органическая крашенная глина	> 65	2 000–4 200

На *рис. 60* приведен результат обработки на основании зольности.

2.3.3 Адаптация системы АСОИГИС*

В отчетном году была проведена адаптация „Автоматической системы обработки и интерпретации геофизических исследований скважин“ на ЭВМ типа ЕС–1035. Система была разработана под руководством Центральной геофизической экспедиции Управления промысловой и полевой геофизики Министерства нефтяной промышленности СССР, в сотрудничестве в рамках Постоянной комиссии СЭВ по нефтяной промышленности, при воздействии Треста Нефтяной и газовой промышленности ВНР (ОКГТ). Система предназначена для автоматизации процесса обработки данных скважинных геофизических измерений с целью повысить эффективность и надежность результатов с использованием ЭВМ третьего поколения. Дальнейшая цель разработки заключается в обеспечении геолого–геофизической информации при помощи базы данных.

Общая схема обработки по системе АСОИГИС приведена на *рис. 61*. Основные концепции организации обработки заключаются в следующем:

- единая база данных, однократный ввод данных, обеспечение возможностей перспективного применения;
- структура базы данных не зависит от конкретной задачи и обрабатываемых программ;
- хранимые в базе данных данные и их описания являются самостоятельными, что обеспечивает преимущество неизменности введенных раньше данных даже в случае изменения программ, обслуживающих базу данных;
- обслуживание, копирование, уплотнение и производство остальных операций осуществляются при помощи специальных системных программ;

* Сендрё Д.

- обработка производится на уровне временной базы данных, которая хранит необходимую информацию только на время выполнения данной задачи;
- обрабатывающие программы могут установить связь с временной базой данных только посредством специальных сервисных программ;
- связь потребителя с базой данных осуществляется посредством специальных языков для выписывания и редактирования данных, а также для управления обработкой.

На настоящем уровне система предоставляет в распоряжение потребителей больше чем 70 программ по обслуживанию базы данных и обработке геофизических данных.

По программам можно организовать процедуры применительно данной задачи, которые включают в себя либо полные, либо частные задания. Автоматический прогон этих процедур обеспечивает возможность рассмотреть частную обработку и определить необходимые к следующему шагу параметры.

Программная система была разработана прежде всего с целью обработки данных нефтегазовых скважин, но структура базы данных позволяет хранить данные скважин, бурящихся на разные цели. Большинство обрабатывающих программ также обеспечивает остальные типы интерпретации после ввода информации о полезных ископаемых и районе в архив. В числе обрабатывающих программ можно назвать следующие:

- изготовление связей между функциями
- способы нормализации
- автоматическое согласование глубин
- введение поправок в радиометрические диаграммы
- введение поправки за пропуска фазы в кривую АК
- введение поправки в кривую ПС
- введение поправки в кривую ИК
- введение поправки в кривую БК
- определение истинных сопротивлений
- автоматическое намечение разделов пластов
- статистическая литологическая интерпретация
- определение глинистости
- определение пористости по различным методам
- определение водонасыщенности по разным методам
- определение нефтенасыщенности по разным методам

Результаты, полученные с применением программной системы в случае нефтегазовой скважины, показаны на *рис. 62*.

2.3.4 Разработка ядерной и электрической аппаратуры*

С целью усовершенствования традиционных каротажных установок была разработана наземная панель типа KFU, которая показывает дальнейшее развитие прежних наземных радиометрических панелей (в соответствии с рекомендациями ИЕС была доработана с использованием плат марки Европы, построенных на активных полупроводниковых элементах второго и третьего поколений) для повышения стабильности, снижения потребления и сокращения габаритов (Рис. 63).

При помощи универсальной наземной панели типа KFU и разработанных в ЭЛПИ зондов, работающих в импульсном режиме, можно зарегистрировать следующие каротажные диаграммы:

1. ГК
2. ГГК (плотностного)
3. компенсированного ГГК (калиброванной плотности)
4. ННК (пористости)
5. компенсированного ННК (калиброванной пористости)
6. температуры (градуированной в °С)
7. каверномера (градуированной в мм)
8. профиля скважины
9. расходомерии
10. плотности жидкости в скважине
11. ГГК (селективного)
12. рентгено-радиометрического анализа
13. энерго-селективного ГК (не более по 4 каналам)
14. спектра гамма-излучения
15. сопротивления с потенциальным зондом 0,4 м (16'') + 1,6 м (64'')
16. сопротивления с градиентным зондом 1,8 м (6') + ПС
17. сопротивления бурового раствора.
18. локатора муфт

Из вышеперечисленных видов работ одновременно можно провести не более 4 измерений в зависимости от выбранного зонда. Одной из основных характеристик панели KFU является то, что для одновременного измерения по 4 каналам достаточно пользоваться одножильным бронированным кабелем. Встроенный процессор предназначен для вычисления компенсированной за скважину плотности и пористости, а также для производства дальнейших простых вычислений, напр., выполнения четырех основных операций. Процессор построен на одном плате Европа, которая непрерывно дорабатывается с целью выполнения остальных расчетов. Блок-схема наземной панели типа KFU-4-12 приведена на рис. 64.

* Короды Г., Лист Ф., Надь М., Сентпали М.

В случае энергоселективных спектральных измерений импульсы с амплитудой, пропорциональной энергии измеряемого излучения, по еще одной жиле кабеля попадают на вход анализатора амплитуд типа PRA-4, который позволяет установить четыре окна энергии. Для таких видов работ требуется кабель с не менее 3 жилами.

Для одновременной записи кривых технических и ядерных измерений были разработаны комбинированные зонды. Эти типы зондов позволяют ввести поправки за скважинные эффекты (напр., измерение исправленной за диаметр плотности), обработать информации при помощи процессора (напр., определение объема скважины по измерению профиля скважины) и точнее проследить стенку скважины. Кроме того, они обеспечивают и другие технические преимущества, напр., раскрытие и закрытие рычагов в скважине. Было разработано три основных типа семейства зондов, комбинированных с каверномером с моторным приводом рычагов.

1. Зонды с каверномером, имеющим 3 рычага

Измеряемые параметры:

- диаметр скважины
- температура скважины
- естественное гамма-излучение

2. Зонды с каверномером, имеющим 1 рычаг, или системой каверномера на башмаке

Измеряемые параметры:

- компенсированная за скважину плотность
- диаметр скважины
- естественное гамма-излучение

3. Зонды с каверномером, имеющим 4 рычага (2×2 рычага для измерения профиля скважины)

Измеряемые параметры:

- диаметр скважины по X и Y
- температура
- непрерывное измерение сопротивления бурового раствора в скважине

Электронное и структурное устройство комбинированных зондов иллюстрировано на примере зонды типа KGGGC-4-80-60 sMPY, приведенном на *рис. 65*. При помощи этого зонда можно провести одновременное измерение следующих параметров скважины:

- компенсированной плотности
- диаметра
- естественного гамма-излучения

Семейство зондов характеризуется следующими чертами: рычаги карверномера и детекторы плотности прижимаются к стенке скважины при помощи управляемого с дневной поверхности пружинного механизма с шариковым шпинделем, который приводится в движение электродвигателем; зонды изготавливаются диаметрами 36 и 60 мм; они могут работать при температуре до 150 °С на одножильном кабеле; встроенные в скважинный прибор делительные каскады обеспечивают устранение ошибок за мертвое время и сходимость в их электронной схеме благодаря селективному хранению AMPLITUDOMULTIPLEX*

2.3.5 Разработка цифровых каротажных установок**

Была изготовлена измерительная система КД-80 под названием MOLE. Разработка была направлена на использование результатов вычислительной техники для удовлетворения нынешних и будущих потребностей скважинных измерений. Были реализованы следующие цели разработки: а) расширяющаяся разновидность методов измерения не усложняет конструкцию и технику обслуживания измерительной системы, нет необходимости пользоваться самостоятельной наземной панелью для каждого вида каротажных работ, кроме того, выполнение традиционных измерений также становится более простым; б) по измерениям получаются более точные данные в результате исправления и автоматической проверки процесса измерения и использования данных калибрации; в) одновременно с измерением записываются исправленные с учетом скважинных данных физические параметры и предусмотрена возможность экспресс-обработки на буровой.

Основная конфигурация системы MOLE содержит следующие узлы (см. рис. 66):

- измерительное устройство с аналоговым входом
- измерительное устройство с импульсным входом
- устройство для обработки глубинных данных
- устройство управления
- аналоговый регистратор
- переходное запоминающее устройство

Система в основной конфигурации позволяет провести следующие виды измерений.

Электрические измерения (при помощи измерительного устройства с аналоговым входом)

* Венгерский патент № 173 355—30 01.79/22.04.76

** Хорват Ф., Йошепович Дь., Сонгот Г.

- измерение сопротивления потенциальным зондом 10 см и 40 см + ПС
- измерение сопротивления коротким градиентным зондом + ПС
- измерение сопротивления потенциальным зондом 40 см и 160 см + ПС
- измерение сопротивления длинным градиентным зондом + ПС
- боковой каротаж с тремя электродами (LL3)
- индукционный каротаж
- измерение ВП
- измерение сопротивления микроустановками
- измерение сопротивления бурового раствора

Ядерные измерения и остальные измерения в импульсном режиме: (при помощи измерительного устройства с импульсным входом)

- ГК
- ГГК (плотности) (с зондом, имеющим не более 4 каналов)
- селективный ГГК
- ННК (пористости)
- нейтронная активация
- каверномер
- термометр
- расходометрия

Устройство для обработки глубинных данных вводит поправки в данные о глубине, сдвигает регистров, индицирует значение глубины и скорость подъема и дает остальные сигналы предостережения (напр., интервал измерения). Устройство управления содержит процессор и быстродействующую арифметику для введения первичных поправок, выдает численную индикацию для выбора пределов измерения и производит цифро-аналоговое преобразование. Для аналоговой записи диаграмм можно подключить любой перописец или фоторегистратор, разработанные в ЭЛГИ.

Задача переходного хранения данных заключается в временном хранении данных некоторых диаграмм (напр., каверномера, сопротивления бурового раствора) на время выполнения всех предусмотренных работ в скважине, в интересах введения поправок за состояние скважины или производства воспроизведений с другой динамикой или остальных операций по обработке.

Система MOLE может быть расширена по желанию энерго-селективным измерительным устройством, устройством АК, дисплеем кривых на телевизиорном экране, НМЛ, стандартным АЦПУ.

Электронная схема системы построена на базе микропроцессора и имеет программное управление: программы хранятся в памяти в фикси-

рованном виде. Частные программы, управляющие относящимися к данному типу измерения калибрацией, измерением, вычислением, записью, запускаются нажатием на единственную кнопку.

2.3.6 Комплексная ядерно-геофизическая установка*

На основании проведенных за прошедшие годы исследований и опыта морских экспедиционных работ был создан комплексный ядерно-геофизический анализатор типа 1527-HFD.

В анализаторе рядом с измерительным устройством для определения основных компонентов путем нейтронно-активационного анализа была встроена рентгено-радиометрическая установка, содержащая полупроводниковый детектор с газовым охлаждением, для изучения полезных ископаемых.

Работа измерительной системы, осуществление автоматической перемены образцов, сбор данных измерения, их интерпретация и представления в цифровом виде управляются устройством управления, реализованным на базе микропроцессора типа 80. Характеристическое рентгеновское излучение, приходящее от изучаемого образца породы, воспринимается полупроводниковым детектором с газовым охлаждением.

Сигнал от детектора после усиления и формирования попадает на аналого-цифровой преобразователь, откуда он поступает в память микропроцессорного вычислительного устройства. По завершении измерения вычислительное устройство в автоматическом режиме производит сравнение неизвестного спектра образца с эталонными спектрами, хранимыми в его памяти, и при помощи запрограммируемых обрабатывающих алгоритмов определяет состав породы в весовых процентах. Результаты измерения записываются в печатанном виде и индицируются на дисплее.

Установка обеспечивает возможность индивидуальной или комбинационной интерпретации полных спектров, полученных от пульта рентгено-радиометрического измерения. Все данные могут храниться в вспомогательном запоминающем устройстве системы (на магнитной ленте, гибком магнитном диске) для целей последующей обработки.

При помощи комплексной установки был проведен детальный анализ на образцах железо-марганцевых включений, собранных в ходе экспедиционных работ. Была проверена точность повторения измерительной системы, определено значение минимальной концентрации, выявляемой при помощи установки в производственном порядке. На некоторые

* Беседа Т., Реннер Я., Шиклош А.

элементы были определены следующие точности повторения в абсолютных процентах:

Mn	+0,06%
Fe	+0,09%
Ni	+0,013%
Cu	+0,02%
Sr	+0,003%

При изучении других видов пород также было подтверждено, что достигаемая анализатором точность превышает точность влажного химического анализа.

3. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

В Тиханьской обсерватории за исключением перерывов на несколько дней непрерывно записывались изменения значений F , D , H , Z геомагнитного поля. Короткие перерывы были вызваны необходимостью неотложного ремонта измерительных систем и зданий.

На основании абсолютных измерений средние значения геомагнитного поля и его составляющих за 1983 год заключаются в следующем:

$$\begin{aligned} F &= 47\,395 \text{ нТ} \\ D &= 1^\circ 24,0' \\ H &= 21\,460 \text{ нТ} \end{aligned}$$

С использованием перерывов измерения при помощи протонного магнитометра были проверены внутренность и окружение зданий в которых ведутся измерения абсолютных значений вариаций, с целью определения случайных помех, и были приняты меры по их устранению.

В 1982 г. молниевый удар разрушил электронные измерительные системы и систему для сбора данных. В 1983 г. продолжались работы по восстановлению приборов и проверке их надежности. По нашему опыту часть биполярных схем типа ТТЛ вышла из строя, а часть их осталась работоспособной. В отличие от этого, схемы типа MOS и CMOS, которые перенесли удар молнии, в течение последующих месяцев сначала стали ненадежными, чувствительными к температуре, затем дефектными.

Была организована регулярная эксплуатация магнитометра DIM-100, который позволяет быстро и надежно измерять склонение и наклонение в полевых условиях.

При помощи настольного калькулятора HP 97 S было автоматизировано измерение F , H и Z вектор-протонным магнитометром, благодаря чему надежность измерений сильно возросла.

В ходе региональных измерений по территории страны были найдены два района в горах Эпереш-Токай и в Затисской области, которые показали аномальные значения. Путем проверочных измерений было уста-

* Хедьмеги Д., Кёрменды А., Ломници Т., *Сабо* З.

новлено, что большинство кажущихся аномалий вызвано с поверхностными помехами, связанными с виноградарством на крупных хозяйствах (по кордонам) и индустриализацией. Эти данные были пропущены при обработке.

В течение года были проведены сравнительные измерения в некоторых обсерваториях, в том числе в Надьценской обсерватории (в марте, апреле и декабре), в г. Нимегк (в октябре) и в обсерватории Вена-Кобленц (в декабре). Подобные работы были проведены сотрудниками Нимегкской обсерватории в с. Тихань в апреле 1983 г. Кроме обычной проверки опорного уровня цель сравнительных измерений заключалась в улучшении постоянных QHM; привязке нового магнитометра типа DIM-100 для измерения склонения к международной сети и калибрации измерения компонентов вектор-протонным магнитометром Элзек.

Темы основных исследований

а) В сочетании с работами на Кафедре геофизики Будапештского университета было проведено изучение механизмов связи между плазмосферой и ионосферой. Были вычислены простые спектральные характеристики временных рядов с характером средней интенсивности, полученных по записям составляющих продольной интенсивности поля. Цель этих исследований заключалась в создании индикаторов состояния магнитосферы, которые хорошо поддаются сопоставлению с потоками связи, основанными данной электронной плотности по местным записям свистящих атмосфериков и позволяют проследивать их корреляцию.

б) Начались сводная обработка ряда геомагнитных данных Тиханьской обсерватории и методическая подготовка системы данных по разным аспектам исследований. Цель этих работ заключается в создании легко доступной для исследователей системы обсерваторийных данных; применении и создании методов изучения магнитосферы на основании обсерваторийных данных в соответствии с классическими и новыми аспектами обработки; сопоставлении наших данных с сходными результатами, полученными по данным сети обсерваторий.

Наблюдение и обработка геодинимических явлений

Наблюдения земных приливов водятся ЭЛГИ с марта 1982 года в пещере на горе Матяшхедь. В 1983 г. были обработаны кривые гравиметрических наблюдений, проведенных в период с марта по декабрь 1982 г. (*Таблица I*). Записи — короткий участок которых приводится на *рис. 67* — характеризуются небольшим и регулярным ходом прибора и обладают удовлетворительной точностью. Накопленный до сих пор опыт показывает, что для регистрации при помощи гравиметров подземные условия на станциях, заложенных на глубине нескольких десятков метров под земной поверхностью, являются более благоприятными, так как здесь стабильность температурного режима можно обеспечивать с высокой точностью.

В рамках сотрудничества между ЭЛГИ и Дармштадского технического университета были также обработаны наблюдения земных приливов, проведенных в 1980–82 гг. в с. Тихань (*Таблица II*). Сопоставление этих измерений с наблюдениями, проведенными в с. Тихань раньше с использованием нескольких приборов показывает, что амплитудные отношения (δ) дармштадского прибора типа Ла Коста Ромберг ET-16 совпадают с базисными значениями, полученными в Тиханьской обсерватории, но разности фаз ($\Delta\kappa$) отклоняются от них (*Таблица III*). Выявление инструментального опаздывания фазы на приборе LCR ET-16 оказалось важным потому, что при помощи этого прибора в Западной Европе был проведен раньше ряд наблюдений, интерпретация которых наталкивалась на трудности. Теперь — после введения поправки за запаздывание фаз — открылась возможность провести ее.

Подобно практике предыдущих годов продолжались наблюдения с кварцевым экстензометром, построенным в пещере Матяшхедь. Результаты проведенных в прежний период наблюдений были проанализированы теперь с точки зрения земных приливов. Удалось надежно выявить самые большие приливные волны (*Таблица III*).

* Варга П.

По записям земных приливов с самой высокой точностью можно провести выявление волны M_2 . Если из вектора, определенного на основе наблюдаемых амплитуды и фазы волны M_2 , вычесть теоретический вектор, действительный для упругой Земли, а также косвенный эффект океанских приливов, то получается так называемый остаточный вектор. Интерпретация его представляет довольно сложную задачу, ввиду того, что он обладает очень маленькой амплитудой порядка 10^{-1} микрогал. В *Таблице IV* приводятся остаточные векторы M_2 , вычисленные на основании проведенных при помощи регистрирующего гравиметра ЭЛГИ типа Аскания ГС-11; ВN-07 наблюдений. Между остаточными векторами, определенными по кривым наблюдений установленных на одной и той же станции разных приборов, наблюдается значительное расхождение, которое все-таки меньше значения разностей между отдельными станциями. Значит, остаточные векторы — несмотря на их ограниченную надежность — не могут рассматриваться как случайные величины.

Как видно из таблицы, среднее значение амплитуд остаточных векторов составляет 0,41 микрогал, и это равно 1,05% наблюдаемой полной амплитуды M_2 . Ввиду того, что по сопоставлениям приборов средняя погрешность M_2 составляет 0,2–0,3%, амплитуда остаточных векторов значительно превышает уровень шумов. На *рис. 68* приводятся остаточные векторы проведенных нами наблюдений вместе с результатами Герстенэккера, полученными при помощи прибора LCR ET-16, после исправления фазовых значений, а также показаны некоторые остаточные векторы, полученные по результатам наблюдений Международного центра земных приливов (ICET). Рисунок поддерживает предположение о том, что значения остаточных векторов не могут считаться случайными. Хорошим примером служит совпадение остатка, полученного на основании проведенных ЭЛГИ в г. Потсдам с остатком наблюдений, полученным Герстенэккером, который был определен в Западном Берлине, или хорошее совпадение остаточных векторов, рассчитанных в Шопроне, Тихани, Будапеште и Пенце. Подобно этому можно отметить, что остаточный вектор M_2 , полученный на основании наблюдений с прибором ЭЛГИ типа ВN-07 в г. Бонн, хорошо совпадает с результатом измерений, проведенных в его окружении.

Приведенные на карте векторы можно отнести к следующим группам:

- на побережье Северного моря (гг. Кил, Мюнстер) направления сильно отличаются от направлений, полученных в остальных частях Германии. Причина этого предположительно заключается в том, что приливы Северного-моря — из-за его близости — нельзя было полностью исключить из результатов наблюдений.

- На большей части карты направленность остаточных векторов меридиональная или СЗ–ЮВ.
- В пространстве Альп векторы поворачиваются против этого направления (гг. Цюрих, Мюнхен, Берхтесгаден).
- Измерения Международного центра земных приливов (ICET) проведенные на территории Южной Франции и Северной Италии дают примерно широтную направленность. Такое направление было установлено и при наших работах около г. Печ. Интересно отметить, что эта аномалия остаточного вектора наблюдается точно в том месте, где в территории Европы мощность литосферы по ПАНЗА, МЮЛЛЕР и КАЛКАГНИЛЕ (1980) возрастает.

На основе вышеизложенных можно предполагать, что остаточный вектор M_2 земных приливов может быть приурочен к тектоническим элементам Земли.

Палеомагнитное исследование опорного геологического профиля в районе Модьорошдомб около г. Шюмег

Профиль, пересекающий формации верхне-юрского и нижнемелового возраста около г. Шюмег, в результате палеомагнитных исследований в 1980–81 гг. в общих чертах можно было коррелировать с океанской магнитной шкалой (Э. МАРТОН 1980 и 1981 гг.). Однако, в шюмегском разрезе наблюдалось больше перемен полярности на отдельных участках, чем по океанской шкале. В этих местах одна зона была иногда представлена только единственным образцом. Прежде всего этим объясняется необходимость участия взятия проб. Также были взяты новые пробы из обратной зоны, имеющей основную важность с точки зрения стратиграфической корреляции, которая коррелируется с океанской аномалией M17, с целью подтверждения ее характера непрерывной обратной полярности и более точного определения ее длины. Картина перемен полярности, подытоживающая результаты 1981–82 и 1983 гг., приведена на *рис. 69*. Проведенные в 1983 году исследования по существу подтверждали шкалу полярностей, составленную в 1980–81 гг.

С 1981 года было произведено детальное изучение шюмегского профиля по Калпионелла (ФЮЛЕП и др., в печати), а также разделение на зоны по магнетизму и Калпионелла двух континентальных разрезов, похожих на шюмегский профиль, а именно района Южных Альп [ОГГ 1981], и Умбрии [ЧИРИЛЛИ и др. 1983]. По *рис. 70* видно, что если установить палеомагнитных зон континентальных разрезов и океанской шкалы параллельно по способу, предлагаемому авторами, то границы зон Калпионелла по разным профилям не всегда совпадают во времени. Расхождение между магнитными зонами и зонами Калпионелла ожидает объяснения от согласующей работы специалистов, занимающихся палеомагнетизмом и палеонтологией. Но вопрос частых перемен полярности, выявленных около г. Шюмег, которые, однако, не появляются в разрезе Фонте дел Джордано (Умбрия), может быть выяснен только за счет изучения континентальных разрезов, характеризующихся высокой скоростью осадкообразования подобно условиям около г. Шюмег. Частые перемены

* Мартон Э.

полярности, наблюдаемые в шюмегском разрезе, могут быть приурочены к переменам полярности магнитного поля только тогда, когда аналогичные явления будут наблюдаемы в соответствующих участках других разрезов.

Палеомагнитное исследование бокситов и вмещающих пород

В 1983 г. палеомагнитные работы были сосредоточены в бокситовом районе около с. Гант. Пробы были взяты из боксита и фаунистой верхнеэоценовой кровли, так как эти формации в прежние годы не давали статистически хорошо характеризованные направления.

При лабораторной обработке как эоцена, так и боксита был применен модифицированный метод предыдущих годов. Сущность модификации заключается в том, что две пробы по каждому образцу были очищены параллельно, и только те пробы были приняты за хорошие, в которых направление намагниченности в результате очищения стало примерно одинаковым (Рис. 71 и 72).

Вместе с используемыми результатами обработки в 1981—82 гг. в конечном итоге с Ганта были определены следующие направления (D и I склонение и наклонение соответственно, k и α_{95} — статистические параметры, характеризующие доброту среднего направления, N — количество проб):

1. Красный доломит в подошве, триасового возраста:

$$D=1,0^{\circ} \quad I=58,6^{\circ} \quad k=92 \quad \alpha_{95}=5,80^{\circ} \quad N=8$$

2. Боксит

а) $D=295,4^{\circ} \quad I=40,3^{\circ} \quad k=41 \quad \alpha_{95}=6,9^{\circ} \quad N=12$

б) $D=297,6^{\circ} \quad I=45,0^{\circ} \quad k=22 \quad \alpha_{95}=5,8^{\circ} \quad N=30$

3. Серый мергель в кровле, без индикаторной фауны

$$D=289,0^{\circ} \quad I=57,4^{\circ} \quad k=101 \quad \alpha_{95}=4,6^{\circ} \quad N=11$$

4. Кровельный мергель верхнего эоцена, с индикаторной фауной

$$D=311,5^{\circ} \quad I=50,4^{\circ} \quad k=24 \quad \alpha_{95}=9,6^{\circ} \quad N=14$$

Из заданных для боксита двух направлений (2а) является средним направлением проб, по которым очищенное направление изученных двух проб практически оказывается одинаковым, а 2 б) — среднее направление всех бокситовых образцов с характерной намагниченностью, значит последняя группа включает в себя приемлемые направления „низкого качества“.

Возраст боксита и серой мергели кровли стратиграфически ограничивается триасовой подошвой и фаунистической кровлей верхнего эоцена. Из них намагниченность кровли является последующей, принятой в сов-

ременном поле. Магнитный полюс верхнеэоценовой фаунистической кровли (рис. 73) находится близко к полюсу верхнего сенона в Задунайском Среднегорье, а полюс, определенный для андезитового вулканизма или, правильнее, поствулканизма горы Веленце, залегает к востоку от полюсов верхнего сенона и более древних мезозойских полюсов.

Полюсы боксита и серой мергели кровли отличаются от полюса верхнеэоценовой кровли. Расхождение объясняется тем, что направление боксита как по склонению, так и по наклонению значительно отходит от направления верхнеэоценовой кровли. В то же время бокситовый полюс похож на альбский полюс Задунайского Среднегорья, таким образом наиболее вероятным возрастом намагничивания и образования гантского боксита является альб.

Палеомагнитное направление серой кровли походит по склонению на боксит, а по наклонению — на кровли верхнего эоцена. Так как полюсы Задунайского Среднегорья между альбом и поздним эоценом неизвестны, ее намагничивание может быть приписано к любому возрасту между альбом и сеноном.

Продолжались работы по Единой Гравиметрической Сети (ЕГС), которые были начаты в 1982 г. В рамках сотрудничества между ВНР и ЧССР часть ЕГС на территории Чехословакии была измерена четырьмя операторами одновременно с восемью гравиметрами по системе измерения А-Б-А-Б-А с повторением. Приборы и операторы транспортировались с одной точки на другую при помощи самолета типа АН-2. Схема части ЕГС, падающей на территории ВНР и ЧССР, приведена на *рис. 74*.

В течение года советская измерительная группа повторила абсолютное определение силы тяжести на Будапештской гравиметрической главной опорной точке, которое было произведено в 1980 году.

В рамках совершенствования гравиметрических сетей продолжалось повторное измерение по опорной сети II-го класса. В 1983 г. было определено 100 связей сети с 3 гравиметрами.

Банк данных рекогносцировочных гравиметрических работ обеспечивает возможность построения любой карты при помощи программ для ЭВМ. Для этой цели было проведено применение и совершенствование имеющихся программ и был составлен пакет программ, изготавливающий карт и изолиниями по основным замеренным данным $z(x_i, y_i)$ с рассеянным распределением. Первая программа системы производит селектацию, группирование, вычисление визуализируемого значения z , а также пересчет проекции для изображения в виде карты. Программа в настоящее время может подготавливать данные при профилировании по Гауссу-Крюгеру и по Единой государственной системе карт. Вторая программа системы производит интерполяцию замеренных основных данных с рассеянным распределением на узлы квадратичной сети для программы, вычерчивающей изолинии. Интерполяция выполняется по методу интерполяции сплайн с одной переменной, обобщенному для двух переменных. Алгоритм эффективно затухает прострелы и осцилляции. Третья программа изготавливает по данным, интерполированным на квадратичную сеть, изолинейную карту, устраивающую картографические потребности.

* Чапо Г., Полхаммер М., Шархидай А., Сабо З.

Примеры деятельности ЭЛГИ за-границей

*Каротажные работы в Ливии**

Наша каротажная служба в Ливии при фирме NIKEX-OVIBER Drilling Co. заключила первый этап своей работы, который начался примерно три года тому назад, весной 1983 г.: измерения в 32 водоносных скважинах, пробуренных для орошения сельскохозяйственной фермы. Район с площадью примерно 50 кв.км лежит на юге от г. Триполи на расстоянии около 80 км, на СЗ ок. 20 км от г. Гариян в южной части равнины Джеффара в форланде горы Нефуса, на северной и южной сторонах вады Абу Шайбах.

В районе были проведены рекогносцировочные работы французской фирмой ДЖЕФЛИ (ныне ДЖЕРСАР) в 1976 г. и планы разведки были составлены на основании ее отчетов. Водоносный пласт был намечен в т. н. Азизиях формации триасового возраста, которая по местному определению представлена „известняком или доломитовым известняком содержащим местами тонкие прослойки или включения кремня“. Формация перекрывается четвертичным конгломератом мощностью 30–60 м, а в ее подошве залегает т. н. Раш Хамия Формация, слагаемая чередующимися пластами песчаника и алевроитовой глины.

Скважины были пробурены диаметром $17\frac{1}{2}$ " (444 мм) глубиной до 300 м. Сильно раздробленная и обрушивающаяся толща вызвала большие трудности при бурении особенно из-за частой полной потери бурового раствора и спецификации бурения, предписывающей применение чистой воды.

Наша каротажная станция была смонтированная на автомобиле марки Land-Rover 109 S установка К-600 с оправдавшимися наземными панелями серии KFU и двухканальным регистратором марки Филипс. Набор скважинных приборов включал в себя потенциальные зонды длиной 16" и 64", СП, ГК, ННК) с источником AmBe с интенсивностью 7 Кюри) и каверномер. Полный аппаратный комплекс работал безотказно в условиях теплого климата и пыли.

* Шаламон Б.

Изображенные в ступенчатой форме типические кривые, замеренные в скважинах, приведены на *рис. 75*. В формации Азизиях существовали верхний и нижний относительно твердые участки. Фильтры были заложены в основном между этими двумя участками (длиной ок. 66 м), но иногда также выше верхнего участка. Относительно низкое сопротивление и низкая интенсивность нейтронов являются эффектом заполняющей трещины воды. Средняя интенсивность гамма-излучения была 300 имп/мин с аномалиями +200 имп/мин. Кривые ПС не были характерными, а быстродействующий каверномер КС-3 отлично показывал трещины и каверны, длина которых местами достигала 10 м при диаметре свыше 1 м. Материалы измерения и документация скважины хранятся у фирмы ОВИБЕР (г. Будапешт).

Установившийся уровень воды в скважинах находился в среднем на глубине 100 м под дневной поверхностью. Результаты накачивания подтвердили запланированный выход в 50 литров за секунду при депрессии иногда меньше 1 м. Сопротивление воды при 20 °С составляло 5 омм, которое отвечает суммарному содержанию соли 1500 мг/кг.

*Многочастотное электромагнитное зондирование (MFS)**

В сотрудничестве с внешнеторговым предприятием НИКЭКС ЭЛГИ старается приобрести заказы на производство поисково-разведочных работ за-границей. Одной из областей наблюдения за рынком является отыскивание заграничных запросов на применение электромагнитного зондирования по системе Макси-Пробе, которая отличается высокой разрешающей способностью и быстротой предоставления результатов. Учитывая новизну метода (см. Годовой отчет ЭЛГИ за 1980 г., стр. 73), с интересом приобретения заказов для новых партнеров проводятся демонстрации и тестовые работы на отдельных геологических основных моделях.

В 1983 г. измерения MFS были произведены кроме ВНР в Австрии, Болгарии, Финляндии, Норвегии, Швеции и СССР. Ниже отсчитываемся о некоторых работах, для публикации которых мы получили согласие заграничных партнеров.

а) Работы МЧЗ в Швеции

Измерительная партия ЭЛГИ в составе 4 людей по поручению Геофизической службы Швеции (SGU) провела электромагнитные частотные зондирования в июне 1983 г. в СЗ части кольца Сильян в пространстве Орса. Кольцевая структура Сильян по предположениям была создана

* Дьюрко П., Кардеван П., Резеши Г., Сабадвари Л.

падением астероида примерно 360 миллионов лет тому назад. Внутренняя часть кратера покрыта брекчированными гранитовыми породами сопротивлением нескольких тысяч омм. В кольце около кратера встречаются палеозойские отложения (конгломерат, известняк, песчаник и т. п.), сопротивление которых составляет несколько сотен омм или меньше, а в районе вне кольца имеют место большей частью очень старые прекамбрийские кристаллические породы с сопротивлением в несколько десятков тысяч омм (рис. 76).

Цель экспериментальных работ заключалась отчасти в решении вопроса и пригодности частотного зондирования с индуктивным возбуждением для изучения областей высокого сопротивления, где применение зондирования на прямом токе наталкивается, конечно, на трудности. Конкретная задача заключалась в подтверждении наличия или отсутствия глубоких геоэлектрических разделов в центральной области и вне кольца. В планировании работ с шведской стороны приняли участие Ларс Гранар и Лейф Эриксон.

В процессе измерений удалось проводить зондирование с большой глубиной при использовании разносов $L=1200-1800$ м, которые позволяли изучать интервал глубин от 400 до 1500 м. Зондирования внутри кольца однозначно доказали, что в окружности работ имеются четко выраженные геоэлектрические разделы в толще пород. На рис. 77 приведены кривые ρ_a-H зондирования с разносом $L=1000, 1350$ и 1500 м на одной из таких точек, которые показывают существование электрических горизонтов на глубинах $h_1=325 \pm 5$ м, $h_2=680 \pm 20$ м, $h_3=1100 \pm 20$ м, $h_4=1280 \pm 10$ м, (точки разлома *A, B, C* и *D*). В интервале 325–680 м залегает серия формаций мощностью 100–300 м. Под ок. 1100 м опять имеется высокоомная толща. Показанные точки перелома проявляются также на кривых зондирований, проведенных на удалении 3 км между собой, что указывает на то, что формации, отличающиеся сильно меняющимся с глубиной сопротивлением представляются собой не только местные неоднородности, а распространяются на большие районы.

б) Экспериментальные зондирования над магнетитовой линзой в Северной Финляндии

Летом 1983 г. по просьбе Раутаруки Ои и Геологической службы Финляндии были проведены измерения MFS в районе Раутувара около г. Ровианеми. Цель работ заключалась в определении пригодности метода Макси-Пробе для изучения формации Раутувара или районов сходного геологического строения.

Зондирование позволило проследивать не только рудные тела, превышающие по проводимости окружающие формации на 3–4 порядка, а так-

же дальнейшие 5 пластов формации Раутувара в интервале глубин 150–800 м. В соответствии с высоким контрастом сопротивления рудное тело появляется с бросающимися в глаза точками перелома (*рис. 78*). Значительным результатом считается, что нам удалось определить нижнюю границу рудного тела, который представляет собой экран при частотном зондировании, и, кроме того, поверхность амфиболита и кварцита под ним, в хорошем совпадении с геологической моделью, составленной по прежним бурильным и геофизическим разведочным работам. Интерпретация преобладающей частью дала глубинные данные с ошибкой в несколько процентов, несмотря на то, что наклон изучаемых пластов местами превышает 20° (на рисунке горизонтальный масштаб удвоен для повышения наглядности). Интерпретация была подтверждена второй скважиной, пробуренной вслед за измерением.

В выполнении и интерпретации работ со стороны Раутаруки Ои приняли участие главный геолог Д-р. Юхани Нуутилайнен и геофизик Аймо Хаттула.

в) Измерения MFS во Верхней Австрии

По поручению Forschungsgesellschaft Joanneum были проведены измерения с целью определения основания бассейна, перспективного для каменного угля типа основной залежи, слагаемого гранитом или гнейсом, по 9 профилям. Для интерпретации измерений значительная помощь была оказана нам геофизиком Дипл. инж. Д-р, Христиан Шмид и геологом Д-р, Эрих Энихлмайр.

Замеренные кривые зондирования были зачислены в два основных типа. Кривые, полученные на борту бассейна, расчлениют осадочную толщу ярко выраженными точками перелома, и показывают фундамент почти вертикальной секцией. На *рис. 79* приведена такая кривая зондирования в сопоставлении с результатом скважины, пробуренной в 1920 г вручную. Раздел пластов „А“ (76 м) очень хорошо совпадает с поверхностью гранита (75, 30 м). Это сопоставление непосредственно доказывает используемую для интерпретации геолого-геофизическую модель, по которой гранит обладает низким сопротивлением по сравнению с перекрывающей его песчаниковой толщей (Linzer Sand). Такое предположение оказалось правильным не только в данном бассейне, а также в других районах Верхней Австрии.

Кривые зондирования, замеренные внутри бассейна, в соответствии с большей глубиной расчлениют осадочную толщу менее яркими точками перелома. Несмотря на это кривые зондирования, размещенные на расстоянии 500–800 м, хорошо поддаются корреляции. По профилю, показанному на *рис. 80*, пласты с мощностью 6–20 м прослеживаются на

расстоянии 3 км. Такая возможность корреляции, которая намного превышает общие условия, указывает на спокойное залегание и единообразное осадконакопление во всем бассейне.

Интерпретация измерений MFS согласуется с результатами гравиметрической съемки в районе. Можно сделать вывод о том, что разведка подобных областей может быть хорошо решена при помощи комплекса гравиметрических и электромагнитных измерений как на первом этапе работ, похожем на настоящую работу, так и на последующих этапах разведки, когда задача заключается в более точном определении всбросов и оконтуривании угольных залежей.

Библиотека, публикации

В фонд Библиотеки в настоящее время входят 25 319 книг и журналов и 28 716 прочих публикаций.

В 1983 г. фонд был дополнен 650 книгами, 411 выпусками журналов, 789 документационными изданиями и 290 проспектами приборов. Фонд журналов был увеличен на 15 различных новых журналов. В рамках международного обмена публикациями было получено 385 изданий и выслано 1921 изданий по 405 адресам в 59 странах.

За отчетный год Библиотека обслуживала всего 5651 читателей/абонентов.

В 1983 г. были опубликованы:

- Геофизический Бюллетень, вып. 29, № № 1, 2, 3, 4.
- Годовой отчет Венгерского гос. геофизического института им. Лоранда Этвеша за 1982 год.
- Годовой отчет Тиханьской геофизической обсерватории за 1981 г.
- Изучение земных приливов (Бюллетень КАПГ, № 5).

