

2.2 GEOELEKTROMOS MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK*

Geoelektromos módszer- és műszerkutatásunk három témakörbe csoportosítható:

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

A gerjesztett potenciál módszertani kutatás a lecsengési görbék analizisére irányult.

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

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

ahol A_i az i -edik komponens amplitúdója [μV]

τ_i az i -edik komponens időállandója [s]

dy a lineáris komponens [$\mu V/s$]

U_R a remanens potenciál [μV]

t a kikapcsolástól eltelt idő [s].

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

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

és

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

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

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

t_s az utolsó mintavételezés időpontja;

Δt a mintavételezés időköze.

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

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

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

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

összefüggést adja meg, amelyben

a = a legelső mintavételezés időpontja;

b = a mintavételezés sűrűségét meghatározó tényező.

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

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

Ha két szomszédos mintából meghatároztuk a

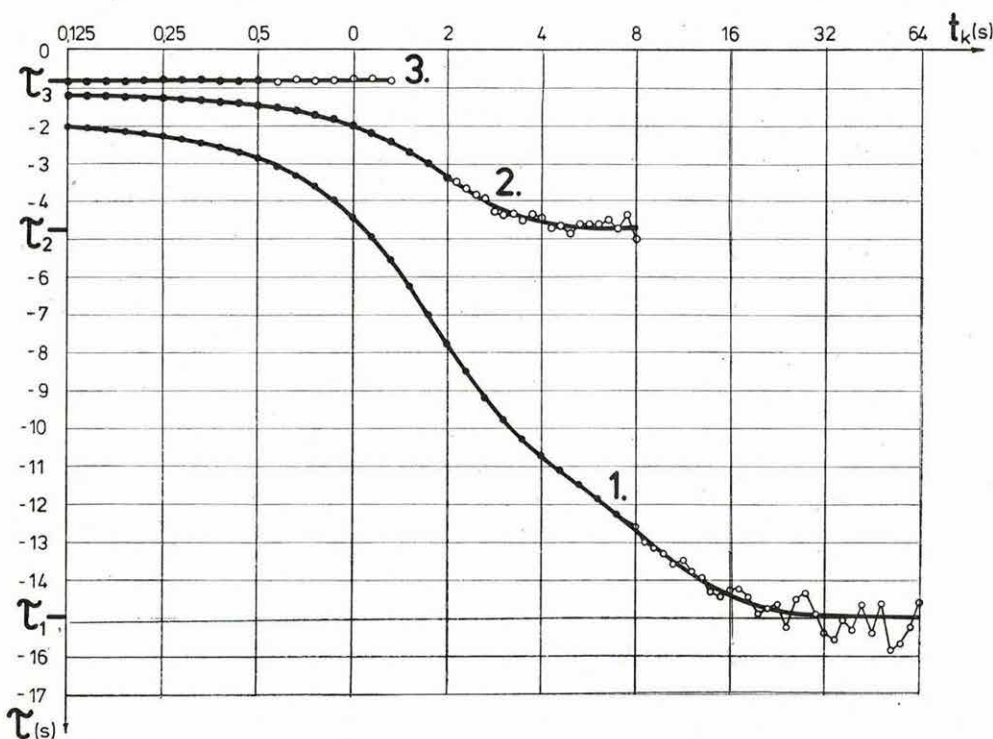
$$\tau(t_k) = \exp \left[(x + ky) \ln 2 - \ln \ln \frac{U_k}{U_{k+1}} + \ln (2^y - 1) \right] \quad (6)$$

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

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

függvény ábrázolásával.

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



40. ábra Az időállandók meghatározása

Fig. 40 Determination of time constants

Рис. 40. Определение временных характеристик

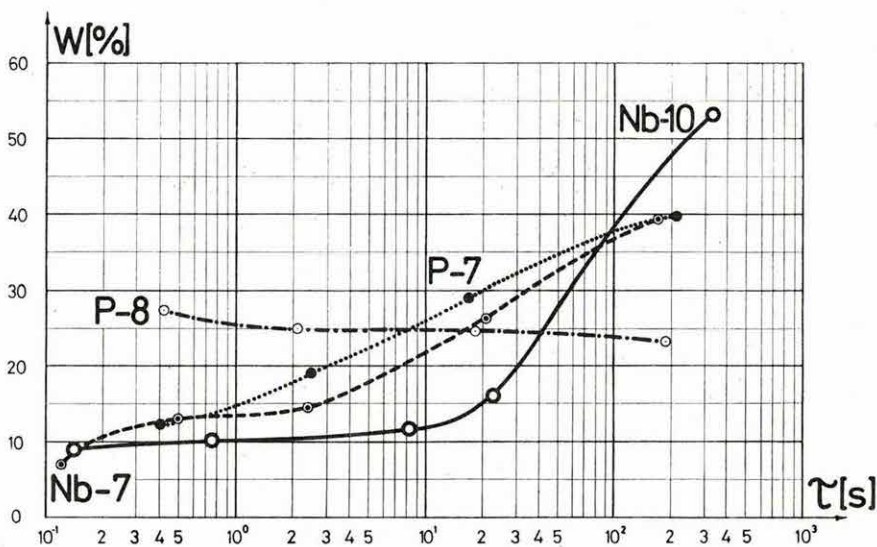
A kísérleti méréseket analóg regisztrálással végeztük. A lecsengési görbe amplitúdóját az adott idősor szerint kiolvastuk, a feldolgozást pedig programozható számológéppel végeztük.

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

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

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

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



41. ábra A Börzsönyben mért (W — τ) diagramok

W_i az amplitúdók összegére (ΣA_i) normált szekunder amplitúdó

Fig. 41 (W — τ) diagrams from the Börzsöny Mountains; W_i — secondary amplitudes normalized to (ΣA_i)

Рис. 41. Диаграммы (W — τ), измеренные в Бержэни

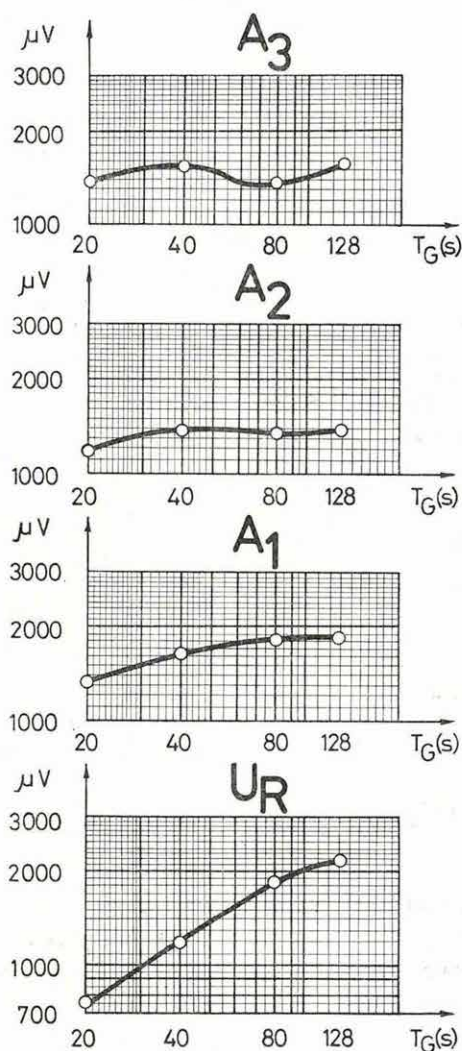
W_i — вторичная амплитуда, нормированная по сумме амплитуд (ΣA_i)

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

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

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

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



42. ábra A gerjesztési idő hatásának vizsgálata

Fig. 42 The study of the effect of charging time

Рис. 42. Исследование влияния времени возбуждения

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

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

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

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

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

látszólagos polarizálhatóság (más jelöléssel η_a) olvasható le, ahol

U_k a lecsengési görbéből t_k időpontban vett minta;

U_e a primér jel nagysága.

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

$$t_k = a_j b^k$$

összefüggés adja meg, ahol

a_j az első mintavételezés időpontja;

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

Rutinmérésekhez a következő paramétereket találtuk a legmegfelelőbbnek:

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

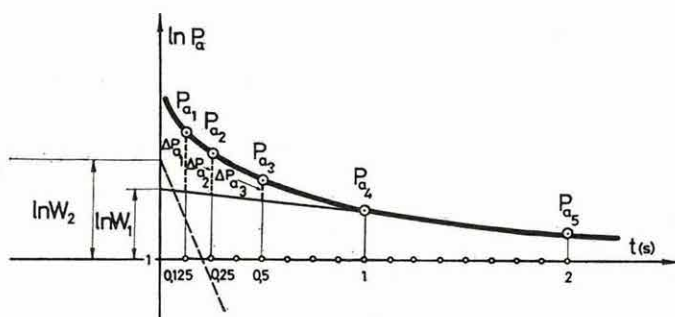
Ha a lecsengési görbe későbbi szakaszának vizsgálatára is szükség van és a jel/zaj viszony lehetővé teszi, $a_2 = 1 \text{ s}$, illetve $a_3 = 8 \text{ s}$ is beállítható a műszeren (b és k változatlan).

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

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

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

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



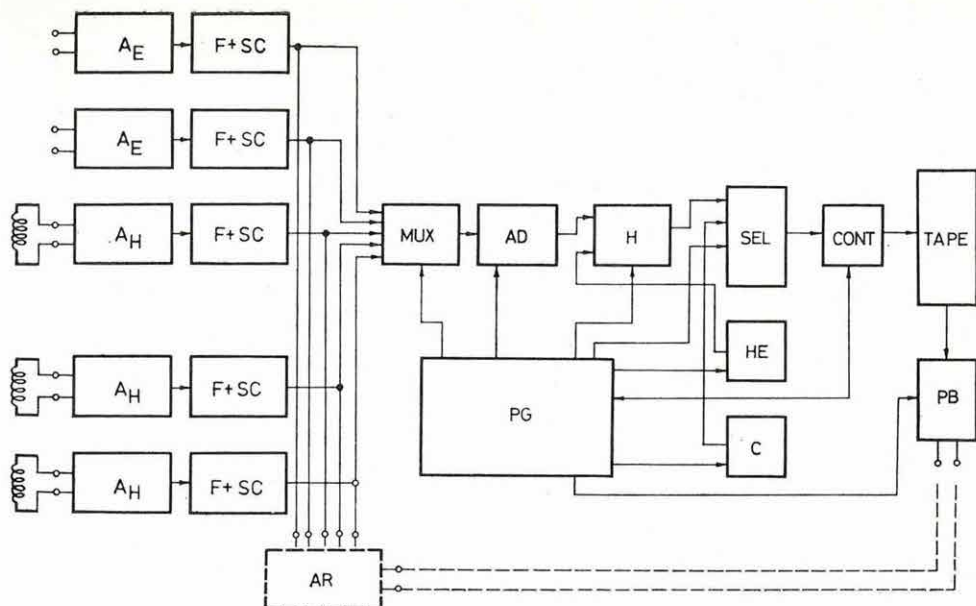
43. ábra A DIAPIR jelű műszerrel mért paraméterek

Fig. 43 Parameters recorded by the DIAPIR type instrument

Рис. 43. Параметры, измерение аппаратурой типа ДИАПИР

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

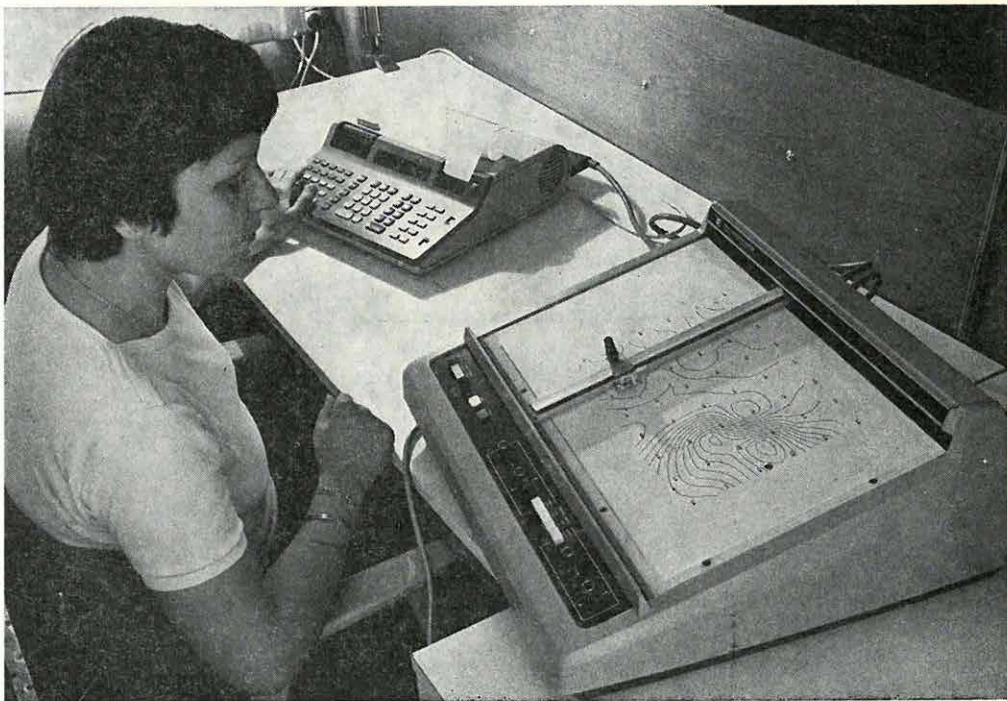
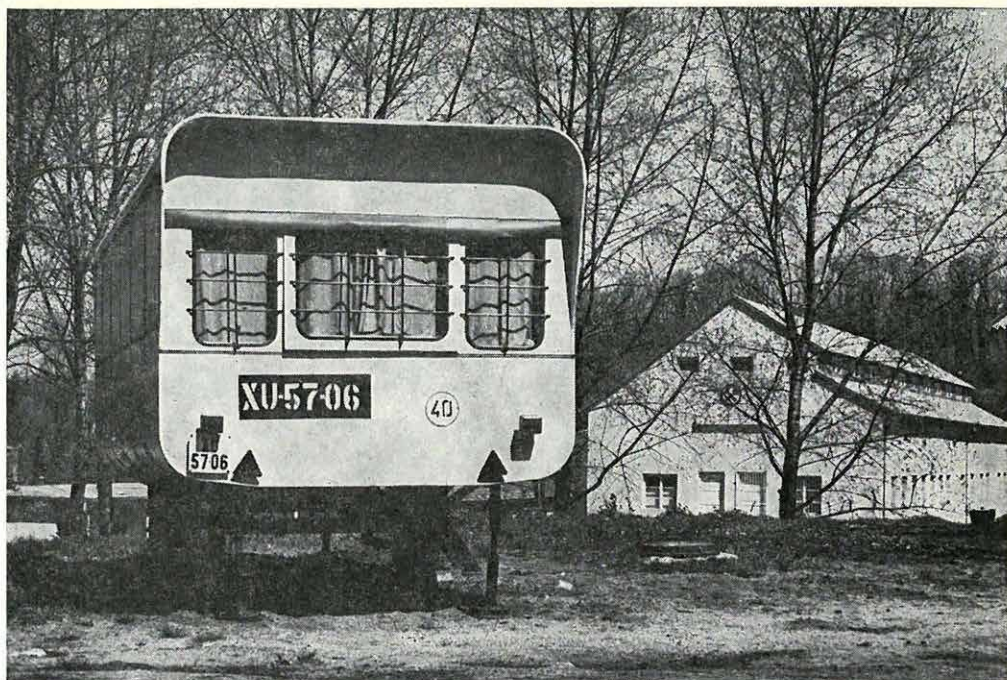
Az FFG mérések ma általában iparszerűen végzett fúrásos kutatáshoz kapcsolódnak. Gyakran a fúróberendezés még az eredeti helyén áll, és a mérések adata az új fúrásponthoz kijelölése. A gyors feldolgozással ezt az igényt is — a kalkulátort és plottert lakókocsiban, terepen üzemeltetve — sikeresen ki tudtuk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

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

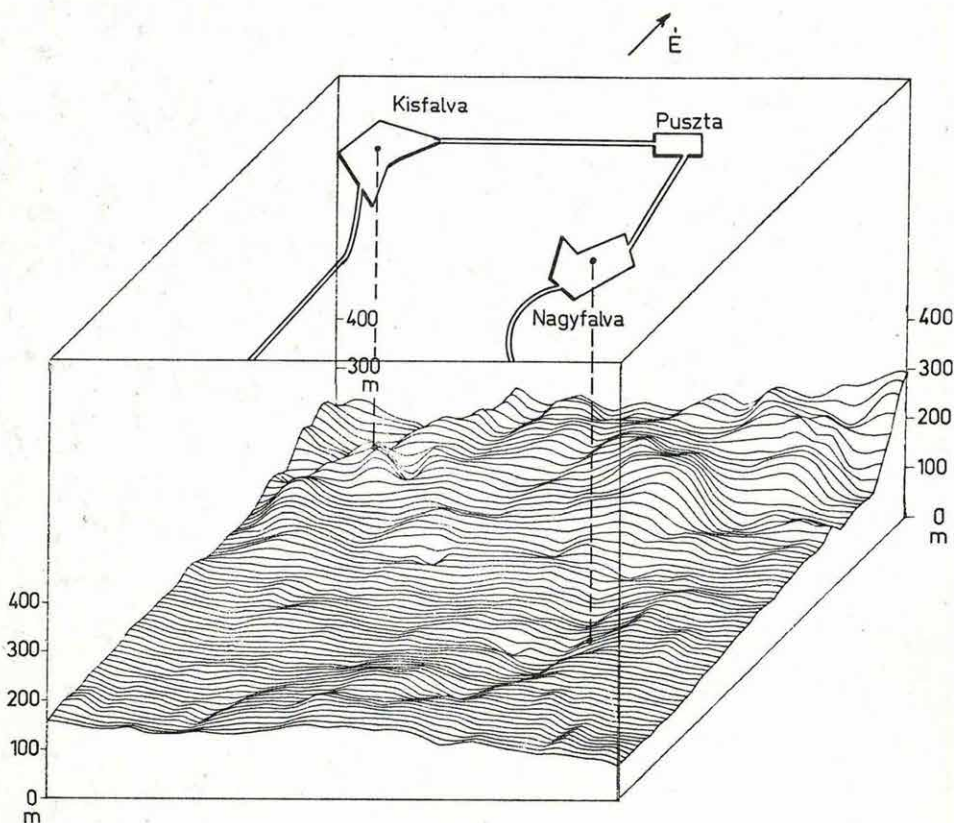
45. ábra a) Terepi számítócentrum
b) HP 9815A asztali kalkulátor és HP 9862 plotter →

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

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



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

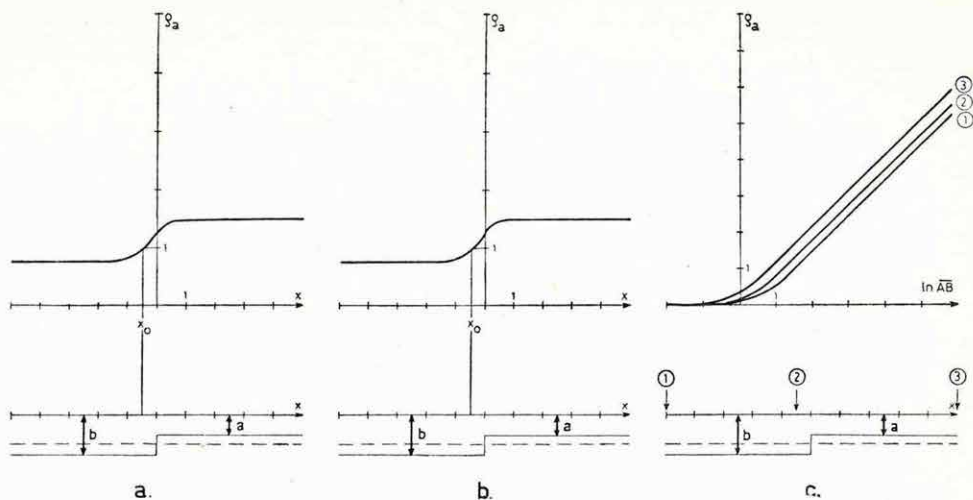


46. ábra Axonometrikus mélységtérkép

Fig. 46 Axonometric contour map

Рис. 46. Аксонометрическая карта глубин

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



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

- Fig. 47 Mathematical model of two-dimensional fault:
- profiling: fixed $AB = 14$; $x = -5$ -($+5$);
 - profiling: moving $AB = 6$; $x = -5$ -($+5$);
 - sounding curves:
 - curve above the down faulted wing ($x = -5$);
 - curve above the upfaulted wing ($x = +5$);
 - curve above the fault $\left(x = -\frac{b}{b+2a} = \frac{1}{2}\right)$

- Рис. 47. Математическое моделирование двумерного сброса:
- Профилерование: фиксированное $AB = 14$;
 x от -5 до $+5$;
 - Профилерование: перемещаемое $AB = 6$;
 x от -5 до $+5$;
 - Кривые зондирования:
 - Кривая над опущенным крылом ($x = -5$).
 - Кривая над поднятым крылом ($x = +5$).
 - Кривая над сместителем $\left(x = -\frac{b}{b+2a} = \frac{1}{2}\right)$

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

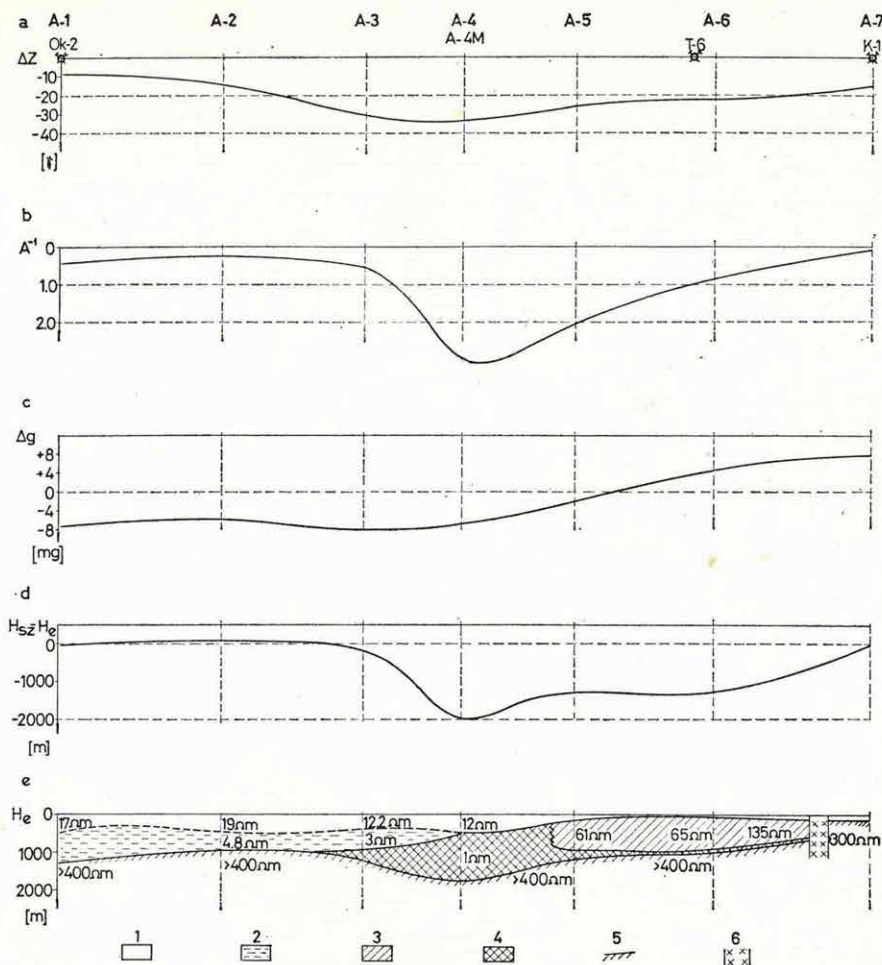
Matematikailag bizonyított az a tapasztalat, hogy az aszimptotákból a vető nagysága, az egységnyi ordinátájú helyből pedig (attól $x = \frac{b}{(b+2a)}$ távolságra) a vető helyzete határozható meg.

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

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

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

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



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

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

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