

17.  
77 JAN 1-



2010

1993 5  
22 7

MAGYAR

# Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1968. IX. ÉVFOLYAM 4—5. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**a M A G Y A R G E O F I Z I K U S O K E G Y E S Ű L E T E** folyóirata

**IX. évfolyam**

**4—5. szám**

*Szerkesztőség*

Magyar Geofizikusok Egyesülete  
 Budapest, V., Szabadság tér 17.  
 Telefon: 118—476

*Felelős szerkesztő*

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

*Szerkesztő bizottság*

CZEGLÉDI ISTVÁN  
 Dr. POZSGAY KÁROLY  
 RÁDLER BÉLA  
 Dr. RENNER JÁNOS

*Felelős kiadó*

SALA SÁNDOR  
 igazgató

**TARTALOMJEGYZÉK**

<i>Szemerédy Pál:</i> Protonprecenziós lyukszelvényezés . . . . .	121
<i>Szanyi Béla:</i> Szeizmikus reflexiós időszelvények a Vasvár— Körmend—Zalaegerszeg kutatási területen . . . . .	126
<i>Ádám Antal — Nagy Zoltán — Salát Péter — Verő József:</i> Geoelektromos munkálatok automatizálása . . . . .	129
<i>Fölsz Attila — Réz Ferenc:</i> Számítógépes munkák az OGIL Kútgeofizikai Osztályán . . . . .	139
<i>Varga Ede — Zilahi-Sebess László:</i> Szeizmikus információk feldolgozása az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzemben és az E. L. Geofizikai Intézetben . . . . .	147
<i>Meskó Attila — Rádlér Béla:</i> Modellszámítások alkalmazása a szeizmikus adatfeldolgozás és értelmezés elő- készítésében . . . . .	152
<i>Sebestyén Károly — Szalay Mihály — Körös István — Rozs Gábor:</i> Karottázs szelvények automatikus feldol- gozásával kapcsolatban munkák a Geofizikai Intézetben . . . . .	164
<i>Deres János:</i> Rétegsor azonosítás Algyőn a felsőpannon produktív öszletben MINSZK-2 elektronikus számítógép segítségével . . . . .	172
<i>Péterfai Béla:</i> Digitális szűrés geoelektromos mélyszondá- zásoknál . . . . .	178
<i>Véges István:</i> Izo-térkép szerkesztése rendszertelen pontok- ban mért adatokból . . . . .	182
<i>Korvin Gábor:</i> Empirikus függvények differenciálásáról . . . . .	194
<i>Drahos Dezső:</i> Többtekercses indukciós szondák radiális karakterisztikáinak vizsgálata . . . . .	198
Egyesületi hírek: . . . . .	151, 193

Index: 26 507

**MAGYAR GEOFIZIKA**

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11., Telefon: 221—293

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor. Megrendelhető egész évre 30,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTE SZ 171.249—70. sz. csekk számlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében.

68.2591. Állami Nyomda, Budapest

# A protonprecessziós lyukszelvényezés

SZEMERÉDY PÁL

*A dolgozat a protonprecessziós lyukszelvényezés elvét foglalja össze. Durva egyszerűsítő feltevések mellett bemutatja a paramágneses nukleáris polarizációvektor tulajdonságait. Áttekinti azokat a tényezőket, amelyek közvetítésével a protonprecessziós lyukszelvényezés bizonyos rétegtulajdonságokra felvilágosítást ad.*

*В работе излагается принцип протоннопрецессионного каротажа. Рассматриваются особенности вектора парамагнитной ядерной поляризации при грубых, упрощающих допущениях. Обсуждаются факторы, посредством которых протонно-прецессионный картаж дает информацию об определенных свойствах пластов, слагающих разрез скважины.*

*In der Abhandlung werden die Prinzipien der Bohrlochmessungen mit Protonprezession zusammengefasst. Die Eigenschaften des paramagnetischen Nuklear-Polarisationsvektors werden mit der Anwendung roher Annäherungen dargestellt. Dann werden die Faktoren überblickt, durch deren Vermittlung die Bohrlochprofilierung mit Protonprezession für gewisse Schichtencharakteristiken Informationen liefert.*

A dolgozat a protonprecessziós lyukszelvényezés elvét kívánja összefoglalni. Az áttekinthetőség kedvéért néhány vonatkozásban idealizáló feltevésekre és közelítésekre támaszkodik.

A protonprecessziós lyukszelvényezés a paramágneses nukleáris polarizációvektor tulajdonságait használja fel. A paramágneses nukleáris polarizáció a mágneses tér hatására alakul ki. Kialakulása, megszűnése, illetve megváltozása időbeli folyamat, amelynek jellegét a mágneses térerősségvektor és a polarizációvektor kölcsönös helyzete szabja meg [1].

1. A  $t=0$  időpontban létesített állandó mágneses tér, a nukleáris polarizáció és az idő közti kapcsolat:

$$\bar{M}_l(t) = \chi \bar{H} \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_1}} \right). \quad (1)$$

Az  $\bar{M}_l(t)$  nukleáris polarizációt longitudinális polarizációnak nevezik. Az elnevezés arra utal, hogy  $\bar{M}_l(t)$   $\bar{H}$ -val párhuzamos.

Ha a  $\bar{H}$  polarizáló mágneses tér nagysága (de iránya nem) valamely  $t=t_1$  időpontban megváltozik a  $\bar{H}$  értékre, akkor  $\Delta t$  idő múlva

$$\bar{M}_l(t_1, \Delta t) = \chi \bar{H} \left[ \left( 1 - e^{-\frac{t_1}{T_1}} \right) e^{-\frac{\Delta t}{T_1}} + a \left( 1 - e^{-\frac{\Delta t}{T_1}} \right) \right].$$

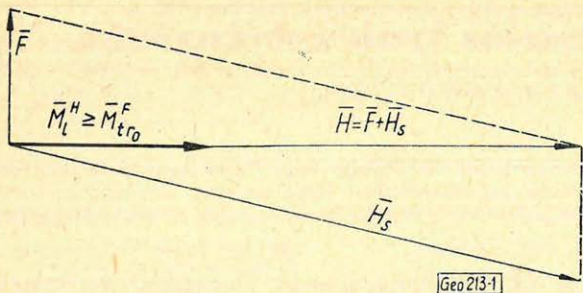
Legyen  $t_1 \gg T_1$ , akkor

$$\bar{M}_l(\Delta t) = \chi \bar{H} \left[ e^{-\frac{\Delta t}{T_1}} + a \left( 1 - e^{-\frac{\Delta t}{T_1}} \right) \right]. \quad (2)$$

2. Az  $\bar{F}$  földmágneses tér mellett hozzunk létre egy olyan  $\bar{H}_s$  segédteret, amelyre fennáll

$$\bar{F} \perp \bar{H} = \bar{F} + \bar{H}_s.$$

Ebben az esetben a  $I$  szerint kialakuló polarizáció  $\bar{F}$ -re merőleges irányú, de párhuzamos  $\bar{H}$ -val (*I. ábra*). Szüntessük meg a  $\bar{H}_s$  segédteret igen gyorsan a  $t=t_1$  időpontban. A polarizációvektor a megmaradt  $\bar{F}$  földmágneses térhez



1. ábra.: A  $\bar{H} \perp \bar{F}$  térben keletkező nukleáris polarizáció.

Фиг. 1. Ядерная поляризация, образующаяся в поле  $\bar{H} \perp \bar{F}$

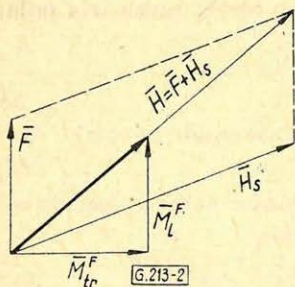
Abb. 1. Die entstehende kernmagnetische Polarisation in einem magnetischen Feld

képest merőleges (transzverzális polarizáció). A transzverzális polarizáció vektora  $\bar{F}$  körül precessziós mozgást végez, miközben nagysága exponenciálisan csökken. Az  $\bar{M}_t^F$  transzverzális polarizáció valamely  $\bar{e} \perp \bar{F}$  irányba vett vetülete az idő függvényében

$$M_e(t) = (\bar{M}_{tr0}^F \bar{e}), = M_{tr0}^F e^{-\frac{t}{T_2}} \cos(\gamma_p F t + \varphi). \quad (3)$$

Az  $\bar{M}_{tr0}^F$  kezdeti transzverzális polarizáció csak abban az esetben egyenlő a  $\bar{H} \perp \bar{F}$  térben keltett longitudinális polarizációval, ha a  $\bar{H}_s$  megszűnése egy precessziós periódus igen kicsiny tört része alatt megtörténik. Amennyiben ez nem teljesül,  $M_{tr0}^F < M_l(t_1)$ .

Általában a  $\bar{H} \perp \bar{F}$  feltétel nem teljesíthető. Ekkor a  $\bar{H}_s$  megszüntetése után kapott polarizáció  $\bar{F}$ -hez képest  $\bar{M}_{tr}^F$  longitudinális és  $\bar{M}_r^F$  transzverzális összetevőből épül fel (2. ábra).



2. ábra. A nukleáris polarizáció általános esetben  $\bar{F}$ -hez képest longitudinális és transzverzális összetevőre bontható

Фиг. 2. В общем случае ядерная поляризация может быть разделена на продольную и поперечную составляющие, по сравнению с  $\bar{F}$

Abb. 2. In dem allgemeinen Fall lässt sich die kernmagnetische Polarisation im Vergleich mit  $\bar{F}$  – auf longitudinale und transversale Komponenten zerlegen

Ha  $H_s \gg F$ , amit a továbbiakban feltételezünk, 1-ben és 2-ben  $\bar{H}$  helyett közelítőleg  $\bar{H}_s$  vehető.

Az 1, 2 és 3-ban szereplő jelölések egy része még magyarázatra szorul.  $\chi$  a paramágneses nukleáris szuszceptibilitás; az egységnyi térfogatban foglalt protonok számával egyenesen, az abszolút hőmérséklettel fordítva arányos.  $T_1$  a longitudinális,  $T_2$  a transzverzális relaxációs idő.

Legtöbbször  $T_1 = T_2$  vehető. A relaxációs idők nagysága a hidrogént magába foglaló anyagtól és az anyag környezetétől függ. Igen tiszta víznél  $T_1 \approx T_2 \approx 3 \text{ sec}$ . Paramágneses ionok hatására ez az érték lecsökken. A környezet hatása kétféle lehet: vagy mind a két relaxációs időre kihat ( $T_1 = T_2$ ), vagy gyakorlatilag csak a  $T_2$  relaxációs időt csökkenti.

Az első eset akkor lép fel, amikor valamilyen tényező gátolja a molekulák szabad hőmozgását. Ilyen okokból a kőzet felületét nedvesítő víz mindkét relaxációs ideje igen kicsiny,  $10 \text{ msec}$  rendű. A relaxációs időket csökkenti a folyadék viszkozitásának növekedése is. A szabad kőzetvíz  $T_1$  és  $T_2$  relaxációs ideje néhány száz msec. Olajoknál (gázoknál)  $T_1 = T_2 > 600 \text{ msec}$ , feltétel, hogy a viszkozitás nem haladja meg a  $600 \text{ cP}$  értéket.

A  $T_1 = T_2$  közelítés csak homogén mágneses térben fogadható el. Ha a vizsgált közegben a  $\bar{H}_S$  megszüntetése után uralkodó mágneses tér inhomogén, a  $T_2$  relaxációs idő  $T_1$ -hez képest lecsökken, mivel az egyes protonok precessziós frekvenciája különböző.

A fúróiszapban foglalt hidrogén zavaró hatását ezen az alapon lehet kiküszöbölni. A fúróiszapban uralkodó mágneses tér inhomogenitását a fúróiszap ferromágneses szennyezettsége (vagy szennyezése) biztosítja.

A homogén  $\bar{H}$  földmágneses térben az  $\bar{M}_I^F$  transzverzális polarizációvektor  $\omega \cdot \gamma_p F$  körfrekvenciával forog. A hazai földmágneses térerősséget alapul véve a frekvencia  $2 \text{ kHz}$  közelébe esik. A forgó mozgást végző transzverzális összetevő a környezetben elektromágneses teret kelt, amely egy tekercs segítségével észlelhető. Ugyanezt a tekercset lehet felhasználni a  $\bar{H}_S$  segédter létrehozására is.

Tételezzük fel, hogy a fúrólyukban végig biztosítjuk a tekercs tengelyének és az  $\bar{H}$  vektornak egymással bezárt állandó szögét. (A lyukszelvényezésnél erre nem kell külön hangsúlyt helyezni). Folyassunk egyenáramot a tekercsen keresztül, adott ideig. A tekercs által keltett  $\bar{H}_S$  tér a hidrogénmagokat polarizálja. A  $\bar{H}_S$  megszüntetése után a tekercs kapcsain jelentkező protonjel kezdeti értéke a környezet hidrogéntartalmával arányos.

A rétegekben fellelhető viszonyokat alapul véve, a folyadéktartalom több összetevőre bontható. Ezeknek nukleáris szuszceptibilitása közelítőleg azonos, de a relaxációs idők különbözők. A rétegekben található folyadékösszetevőkre  $T_{1i} = T_{2i}$ .

Ennek megfelelően az  $I$  összefüggés a következővel helyettesítendő:

$$\bar{M}_I(t) = \sum_i p_i \bar{M}_{1i}(t) = \chi \bar{H}_S \sum_i p_i \left(1 - e^{-\frac{t}{T_{1i}}}\right), \quad (4)$$

ahol  $p_i$  az  $i$ -edik folyadékösszetevő térfogatszázalékát,  $T_{1i}$  pedig relaxációs idejét jelenti.

A szondatekercsben indukált protonjel (elektromos erő) is kiszámítható 3 alapján;  $\frac{1}{T_{2i}} \ll \omega$  figyelembevételével jó közelítéssel ilyen alakú:

$$V(t) = \sum_i p_i V_i(t) = K \sin(\gamma_p F t + \varphi) \sum_i p_i e^{-\frac{t}{T_{2i}}}. \quad (5)$$

Az előzőek értelmében a  $K$  arányossági tényező  $H_S$  értékét is magába foglalja.

A relaxációs idők eltérő volta ad lehetőséget az egyes folyadékösszetevők elkülönítésére. Amennyiben a protonjel észlelését csak a  $\bar{H}_S$  tér kikapcsolása után kb.  $50 \text{ msec}$  múlva kezdjük meg, a felületi erők által erősen befolyásolt víztartalomhoz tartozó  $V_i(t)$  már lecsengett. A fúróiszap ferromágneses szennyezése miatt a fúrólyukból származó protonjel-járuelétről ugyanez mondható,

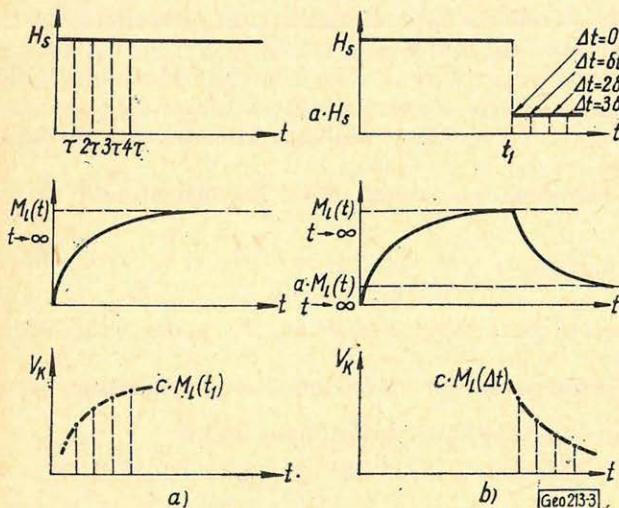
következésképpen a protonjel kezdeti értéke a teljes szabad folyadéktartalomra jellemző (szabad folyadék index). Az idő múlásával a protonjel-összetevők százalékos aránya változik; kis relaxációs idővel rendelkező folyadékösszetevők járuléka rendre eltűnik. Legtovább a gázfázis jele észlelhető.  $V(t)$ -ből a  $T_{2i}$  relaxációs idők meghatározhatók. Ezeknek birtokában az egyes komponensek kezdeti protonjel-járuléka, vagyis a százalékos szabad folyadékösszetétel ki-számítható.

A folyadék-komponensek elkülönítése kedvezőbben végezhető el a  $T_{1i}$  relaxációs idő ismeretében. A  $T_{1i}$  relaxációs időket a mágneses tér inhomogenitásai kevésbé befolyásolják. A szabad folyadék index meghatározását vontatott szondával végzik. A  $T_{1i}$ -k meghatározására pontméréseket végeznek. Kétféle eljárás használatos. Az egyik esetben a 4 függvényt tapogatják le, a másik esetben a 2 analógiájára felírható a

$$M_i(\Delta t) = \chi H_s \sum_i p_i \left[ e^{-\frac{\Delta t}{T_{1i}}} + a \left( 1 - e^{-\frac{\Delta t}{T_{1i}}} \right) \right] \quad (6)$$

összefüggés.

Az első eljárásnál az azonos intenzitású teret különböző  $t_1$  időtartamokig alkalmazzák, amelyek rendre növekednek. Minden egyes  $t_1$  időtartam végén  $\bar{H}_S$  megszűntét a protonjel megjelenése kíséri. Ennek kezdeti amplitúdója közelítőleg arányos az adott  $t_1$  időtartam alatt kialakult ( $\bar{H}_S$ -hez) longitudinális polarizációval. A legkisebb  $t$  polarizációs időtartamot úgy kell megválasztani, hogy  $t_1 < T_{1min}$  legyen.  $T_{1min}$  a szabad folyadék-összetevők között fellépő legrövidebb relaxációs idő.



3. ábra. A protonjel  $V_K$  kezdeti értéke a pillanatnyi nukleáris polarizáció értékével arányos; a protonjel mérését  $\bar{H}_S$  megszűntetés után 50 msec-al kezdve  $V_K$  a szabad folyadéktartalomra jellemző. A szabad folyadékhoz tartozó nukleáris polarizáció-időfüggés letapogatása:

- a) rendre növekvő  $t_1$  polarizációs idők ( $\tau, 2\tau, 3\tau, \dots$ ) alkalmazásával
- b) rendre növekvő  $\Delta t$  depolarizációs idők ( $0, \delta t, 2\delta t, 3\delta t, \dots$ ) alkalmazásával

Fig. 3. Начальная величина  $V_K$  протонного знака пропорциональна величине мгновенной ядерной поляризации; измеряя протонный знак начиная с момента 50 мсек после прекращения  $H_S$ , величина  $V_K$  характерна для содержания свободной жидкости. Развертка зависимости ядерной поляризации от времени для свободной жидкости:

- a) с использованием непрерывно увеличивающихся значений  $t_1$  времени поляризации ( $\tau, 2\tau, 3\tau$ )
- б) с использованием непрерывно увеличивающихся значений  $\Delta t$  времени деполаризации ( $0, \delta t, 2\delta t, 3\delta t, \dots$ )

Abb. 3. Der Anfangswert des Protonensignals  $V_K$  ist proportional mit dem momentanen Wert der kernmagnetischer Polarisation. Abtastung der zur freien Flüssigkeit gehörenden Polarisation-Zeit Funktion.

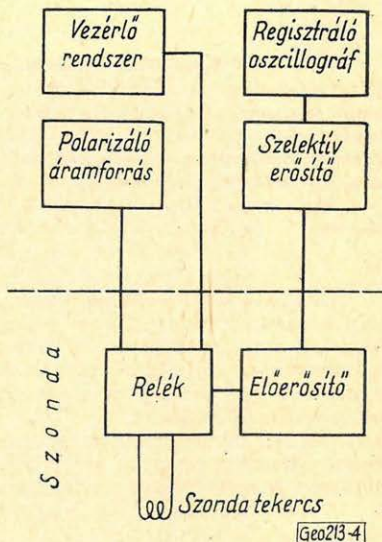
A második módszernél két különböző értékű polarizáló teret alkalmaznak:  $\bar{H}_S$  és  $a \cdot \bar{H}_S$ . A  $\bar{H}_S$  térrel  $t_1 \gg T_{1max}$  állandó ideig polarizálnak. Ezután a  $\bar{H}_S$  teret az  $a \cdot \bar{H}_S$  értékére csökkentik, és pedig úgy, hogy egyrészt még mindig teljesüljön az  $a \cdot H_S > F$  feltétel, másrészt  $a \cdot H_S \ll H_S$  legyen. A segédtér lecsökkentése utáni szakaszon  $\delta$  közelítőleg így írható:

$$M_i(\Delta t) = \chi H_s \sum_i p_i e^{-\frac{\Delta t}{T_{ii}}} \quad (7)$$

Különböző  $\Delta t$  depolarizációs időket alkalmazva, a maradék longitudinális polarizáció a kezdeti protonjelamplitúdóval mérhető. A protonjelet az  $a \cdot H_S$  tér hirtelen megszüntetésével váltják ki, az adott  $\Delta t$  időtartam végén (3. ábra).

A mérőberendezés blokkrajzát a 4. ábrán láthatjuk.

A protonprecessziós módszer igen alkalmas a szabad folyadéktartalom kvalitatív meghatározására. Ugyanakkor módot ad a víz- és olajfázis elkülönítésére. A relaxációs idők a folyadék kötöttségének fokozódásával csökkennek, ezért az effektív permeabilitásra, illetőleg a hasznos porózításra ad értékes felvilágosításokat.



4. ábra. A protonprecessziós lyukszelvényező berendezés felépítése

Фиг. 4. Схема установки протонно-прецессионного каротажа

Abb. 4. Aufbau des kernmagnetischen Bohrlochmessgerätes.

A dolgozatban felvett  $H_S \gg F$  eset mesterkélt. A szondatekercs  $\bar{H}_S$  tere irány és nagyság szerint pontról-pontra változik. Ez igen bonyolult viszonyokat teremt. A gyors térmegszüntetés követelménye is csak közelítőleg teljesíthető. (A térlecsökkentés sebességét a réteg- és iszapellenállás is befolyásolja.)

Ezeknek a tényezőknek tudható be, hogy a részletes – matematikai alapon való – tárgyalás még a legegyszerűbb esetre (homogén folyadéktér) sem született meg.

A protonprecessziós lyukszelvényezés adatainak kiértékelésénél modellméréseken nyert tapasztalatokra támaszkodnak.

#### IRODALOM

1. Szemerédy P.: A protonprecesszió alapuló mérések elvi alapjai. Magyar Geofizika IX. 2 sz. 1968.
2. Meinhold R.: Geophysikalische Messverfahren in Bohrungen. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1965.
3. Pirson, J. S.: Handbook of Well Log Analysis Prentice-Hall, 1963.

# Szeizmikus reflexiók időszelvények a Vasvár—Körmend—Zalaegerszeg kutatási területen

SZANYI BÉLA

*Az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzeme 1966. év folyamán francia gyártmányú magnetofonos regisztrálású szeizmikus műszerrel felderítő méréseket végzett. A mérések eredményeiről francia gyártmányú központi visszajátszó segítségével időszelvényeket készítettünk. A mérési eredmények alapján megvizsgáltuk a pannon képződményekből származó reflexiók elkülönítésének és a jellegzetesebb színtek kiválasztásának módjait, valamint a pannomnál idősebb helyenként erősen tektonizált képződményekből származó szeizmikus információk értelmezésének problémáit.*

*Foglalkozunk még a diffraktált hullámok kijelölésének főbb szempontjaival és azok információs jellegével.*

*В 1966 г. в Сейсмическом предприятии Треста нефтяной и газовой промышленности были выполнены региональные работы с использованием Французской сейсмической аппаратуры с магнитной записью. Результаты работ зафиксированы в виде временных разрезов, полученных с помощью аналогового центра Французского производства. На основании полученных результатов исследовались возможности выделения отражений от отложений паннона и выявления наиболее характерных горизонтов и рассматривались вопросы геологической интерпретации сейсмических данных полученных с толщи отложений, олицу древнее паннона, которая местами сильно нарушена. Анализируются основные критерии выделения явлений дифракции и их информационный характер.*

*Der Seismische Forschungsbetrieb des Landes – Erdöltrasts führte im Laufe des Jahres 1966 mit einem Magnetbandgerät frönzösischen Ursprungs Messungen aufklärenden Charakters durch. Über die Ergebnisse der Messungen haben wir mit Hilfe einer Play-back-Zentrale französischer Herkunft Zeitprofile verfertigt. Auf Grund der Messresultate haben wir Mittel und Wege der Trennung der aus den pannonischen Formationen stammenden Reflexionen und der Auswahl der charakteristischsten Horizonte, sowie die Probleme der Deutung der aus den stark tektonisierten, vopannonischen Formationen stammenden Informationen und deren Deutung untersucht. Wir befassten uns ferner mit den hauptsächlichsten Gesichtspunkten der Markierung von diffraktierten Wellen und deren Informationscharakter.*

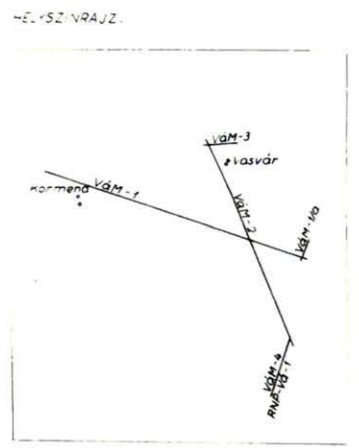
A Vasvár—Körmend—Zalaegerszeg kutatási területen az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzeme 1966. év folyamán AS-624X típusú francia gyártmányú magnetofonos regisztrálású szeizmikus műszerrel felderítő jellegű reflexiók méréseket végzett (1. ábra). A mérések eredményeiről CS621 sz. francia gyártmányú központi visszajátszó segítségével időszelvényeket készítettünk.

Magnetofonos regisztrálású szeizmikus méréseket Magyarországon már korábban is végeztek, de dinamikusan és statikusan korrigált időszelvényeket ilyen formában (2. ábra) először erről a kutatási területről állítottunk elő.



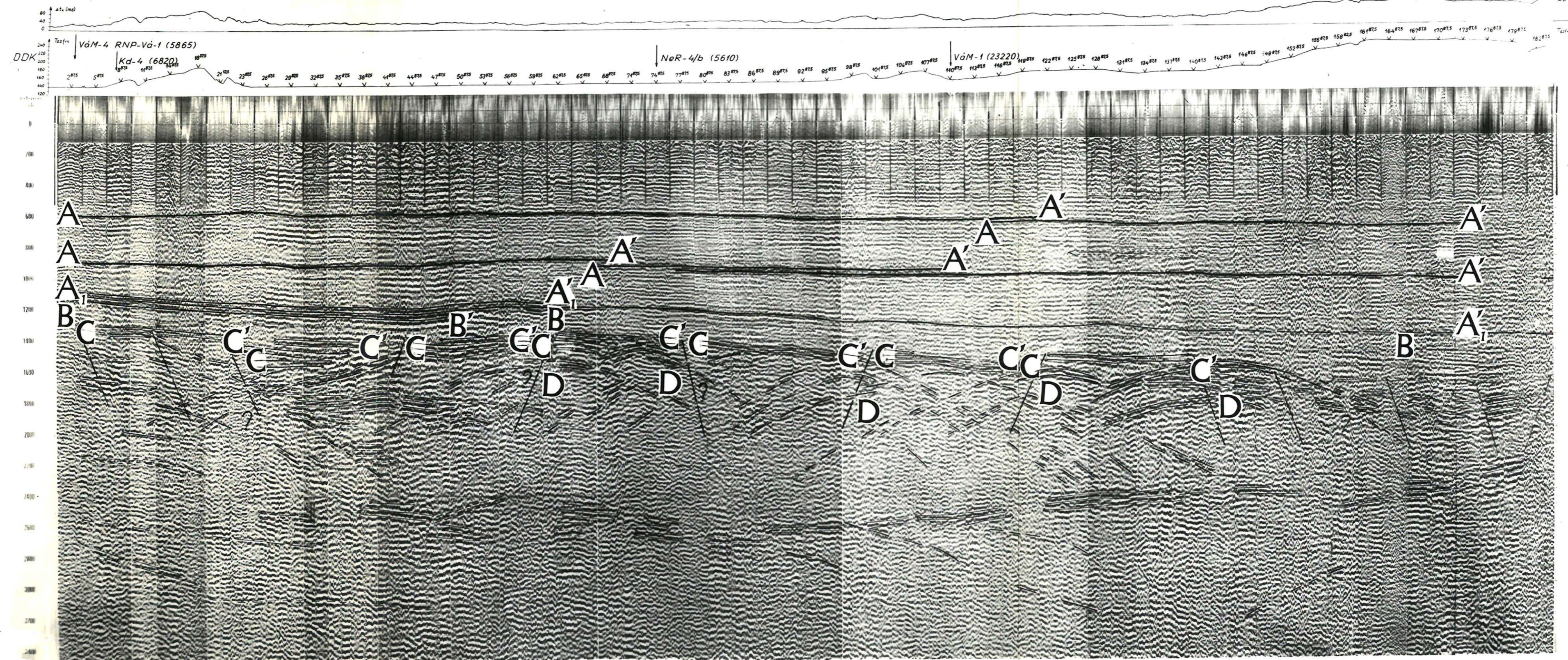
ORSZÁGOS KŐOLAJ- ÉS GÁZ-PARI "RÖZS" KŐOLAJ-PARI SZELZMIKUS KUTATÁSI ÜZEM  
 1/66 szeizmikus csoport  
 VáM-2 szeizmikus szelvény

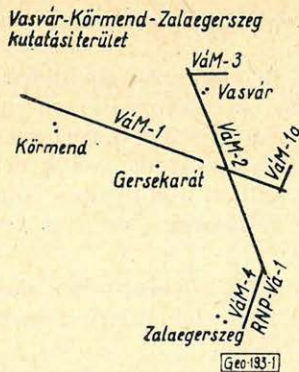
Terepi műszer AS 625 XDM-UL  
 Vizsgálóeszköz CS 621  
 Szűrő 28/2 - 80/1  
 Áll. 4-2  
 Méret 4-2  
 Dinamikus tartomány 1967  
 Az időértékek a 100 m szf magasságra vonatkoznak



**Jelmagyarázat**

A-A' Pannon lejtő  
 A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>' Alsó pannon fejtő  
 B-B' Mészes  
 C-C' Kretác  
 D-D' Fróniai bevezetés





1. ábra  
Fig. 1.

Bár a gépi szeizmikus időszelvények kijelölése nem különbözik az eddig alkalmazott reflexiók kijelölésének alapelveitől, formailag ez a feladat egyszerűbbé vált, mivel a szeizmikus vonalról egyszerre egy teljes korrigált időszelvény áll rendelkezésre különböző paraméterrel szűrt és kevert változatban. Ezelőtt csak hagyományos módon készített szeizmikus szelvényeink voltak, ebből kifolyólag szeizmikus értelmezésünk alapját, illetve elgondolásainkat ennek megfelelően alakítottuk ki. Elegendő időszelvény-adat még nem áll rendelkezésre ahhoz, hogy általános következtetéseket vonjunk le ezek értelmezésével kapcsolatban, de fel szeretnénk hívni a figyelmet néhány olyan sajátosságra, amelyek ezen időszelvények alapján szembetűnőek.

A jelen esetben  $28-80$  Hz szűrőállomással szűrt keverés nélküli időszelvényeket használtunk fel. Az időszelvények kijelölése előtt tanulmányoztuk a kutatási területtel kapcsolatos geofizikai (gravitációs, mágneses) és földtani adatokat. Ezen információk alapján létrehoztuk a kutatási terület geofizikai, földtani modelljét. A modell alapján az időszelvények értelmezését két főbb részre osztottuk.

a) A pannon képződményekből származó reflexiók elkülönítése és jellegzetesebb szintek kiválasztása.

Az elmúlt időkben kutatásaink tárgyát nagyobb részben a pannon rétegek képezték. Jelenlegi ismereteink szerint a pannon képződmények szeizmikus reflexiók keltésére igen alkalmasak. Ezek a reflexiók rendszerint a szelvény felső szakaszán enyhén hajlított formákkal, kis dőlésekkel, számos reflektáló felülettel jelentkeztek.

Az első időszelvények jelentőségét növelte az a tény, hogy lehetővé vált számunkra a pannon üledékekkel kapcsolatos eddigi ismereteink ellenőrzése és kiegészítése, és egyben megszűnt a reflexióknak a kiértékelő által – sok esetben – szubjektív módon történő szétválasztása.

A kutatási területen mért szeizmikus reflexiók időszelvényekre jellemző, hogy a pannon üledékekben sok, kis dőlést mutató, hosszan követhető horizont van ( $A-A'$  jelű reflexiók). A beérkezések között valószínű többszörösök is előfordulnak, de a primer és többszörös reflexiók meghatározásának feladata ezen a kutatási területen még megoldásra vár.

Az időszelvények „*változó terület*” írásban készültek. Ha tekintetbe vesszük a mérések felderítő jellegét, a pannon üledéksor települési viszonyait megfele-

lően reprezentálja a kijelölt néhány – dinamikai szempontból is – jellegzetes szint.

b) A pannonnál idősebb, helyenként erősebb tektonizált képződményekből származó szeizmikus információk értelmezésének problémái.

Már eddig is számos esetben tettünk kísérletet a pannonnál idősebb képződményekből származó szeizmikus információk értelmezésére, azonban ezen értelmezések jellege nagymértékben hipotetikus volt, mivel gyakran a szeizmikus energia-lehatolás gyors változásán, esetleg a töredékreflexió kijelölésén alapult.

Az új magnetofonos technika bevezetésével megváltozott a helyzet. Most először áll szemünk előtt teljes egészében egy dinamikusan és statikusan korrigált hazai szeizmikus időszelvény.

A pannonnál idősebb képződmények szeizmikus képéről ezelőtt csak kevés ismerettel rendelkezünk. A kutatási területen mért szeizmikus reflexiók vonalak időszelvényei szerint a pannon üledék alatt igen bonyolult hullámkép rajzolódik ki. A pannonra jellemző reflexió-korrelálhatóság megszűnik; a hosszan korrelálható reflexiók nem jelentkeznek. Csoportosan több fázisban jelentkező hullámok interferálnak hiperbola alakú, szintén csoportosan jelentkező hullámokkal.

A kutatási terület geofizikai – földtani modellje alapján tektonikailag rögökre tört mezozoos szerkezetek voltak várhatók. Ennek megfelelően kijelöltük mindazokat a jellegzetes, többfázisú és összekorrelálható reflexiókat, amelyek az alsó pannon fekvő reflexiói alatt jelentek meg és az eddigi ismereteink szerint primer reflexióknak, vagy diffraktált hullámoknak tekinthetők.

A területen lévő mélyfúrások ( $Va-I$ ,  $Csá-I$ ,  $Nt-5$ ) alapján a kutatási területre kialakított átlagsebesség-görbe felhasználásával a kijelölt reflexiók geológiai korazonosítása előzetesen megtörtént. Eszerint az  $A-A'$  reflexiók a pannonban vannak, az  $A_1-A'_1$  reflexió az alsó pannon fekvő,  $B-B'$  miocénbe, a  $C-C'$  krétába sorolható.

Az egyéb reflexiók korazonosítását fúrási adatok hiányában nem tudtuk elvégezni. A „D” hullámok többsége valószínűleg diffrakciós beérkezés.

c) A diffraktált hullámok, kijelölésük főbb szempontjai és azok információs jellege.

A Vasvár – Körmend – Zalaegerszeg kutatási területen mért felderítő jellegű szeizmikus reflexiók időszelvényeken meglepően nagy számban jelentkeznek hiperbola alakú beérkezések az alsó-pannon-fekűnek értelmezett összefüggő reflexiók szint alatt. Ezek vizsgálata különös figyelmet igényel.

A kutatási terület geofizikai-földtani modellje alapján a rögökre tagolt mezozoos szerkezet éleiről diaffrakciós beérkezések várhatók.

A diffrakciós hullámok vizsgálatából következtetni lehet a vető helyére és irányára.

Bizonyos esetekben a hiperbola alakban jelentkező hullámokat nem lehetett diffrakciós modell-utidőgörbékkel azonosítani. További vizsgálatokra van még szükség a több robbantóponton keresztül jelentkező hullámok természetének és azok információi jellegének felderítésére vonatkozóan.

A Vasvár – Körmend – Zalaegerszeg kutatási területen mért reflexiók időszelvényeken észlelt diffrakciós jelenségek nagymértékben hozzájárultak az időszelvények értelmezésének egyértelműbbé tételéhez.

A bemutatott időszelvény újszerűsége és információ-gazdagsága a szerző véleménye szerint jelentős esemény a magyar geofizika történetében.

**Geoelektromos munkálatok automatizálása**<sup>\*2</sup>

Á D Á M A N T A L – N A G Y Z O L T Á N – S A L Á T P É T E R  
V E R Ő J Ó Z S E F

*A geoelektromos mérések automatizálási lehetőségei két nagyobb csoportba oszthatók:*

1. hagyományos mérési és feldolgozási módszerek számítási munkáinak elvégzése számítógéppel,
2. új módszerek bevezetése, amelyek alkalmazási lehetőségei éppen a számítógépeknek köszönhetők.

*Az első csoport néhány jellemző példája a Szeizmikus Kutatási Üzem geoelektromos csoportjától: Mesterséges térrel végzett szondázásoknál: elméleti görbék számítása speciál dipol elrendezéssel, geoelektromos szelvény rajzolása graphomattal stb.*

*Tellurikus méréseknél: dillomás, ellipszis számítása egyidejű mérésekből, a relatív ellipszis és a MT ellipszis alapján; ellipszis excentricitásának számítása; tengelyirány számítása; térképszerű szerkesztés szabálytalan elhelyezései pontok adataiból stb.*

*A másik csoportba sorolható munkák:*

*Szondázásoknál: a tellurikus zaj kiküszöbölése digitális összegezéssel dipol méréseknél (Péterfai Béla), vertikális elektromos szondázások gépi kiértékelése a magfüggvény alapján (Salát Péter).*

*Magnetotellurikus méréseknél: az ellenállás- illetve relatív ellipszis meghatározás Fourier-transzformáció alapján, az energia sűrűség-spektrum alapján, valamint ugyanezen célokra szűrőfüggvények előállítás, ill. a szűrés elvégzése. Az utóbbi munkák a SZK Ű-ben és az MTA Geofizikai Kut. Labor-ban folynak az ELGI-ben kidolgozott függvények felhasználásával is.*

*Возможности автоматизации в области электроразведочных работ разделяются на две основные группы:*

1. выполнение вычислительных работ, связанных с стандартными методами наблюдения и обработки данных, с использованием вычислительной машины;
2. внедрение новых методов, применяемость которых обуславливается именно использованием вычислительной машины.

*Некоторые характерные примеры для первой группы можно привести из опыта электроразведочной партии Сейсморазведочного предприятия:*

*При зондированиях, проводимых с искусственно возбужденными полями: вычисление теоретических кривых со специальной дипольной установкой; представление электрических разрезов при помощи графомата и т. д.*

*При работах по методу ТТ и по магнитотеллурическому методу — подсчет эллипсов для базисной станции по одновременно выполненным измерениям, на основании относительного эллипса МТ; вычисление эксцентricности эллипсов; определение направлений осей; составление карт по данным неравномерно распределенных пунктов наблюдений и т. д.*

*Примеры для второй группы:*

*При зондированиях — исключение помехи теллурических токов цифровым накоплением, из данных дипольного зондирования (Б. Петерфай); машинная интерпретация кривых ВЭЗ по kernovým функциям (П. Шалат).*

*При магнитотеллурических исследованиях — определение сопротивления и относительного эллипса по трансформации Фурье, на основании спектра плотности энергии; составление для аналогичных целей функции фильтрации и осуществление фильтрации. Последняя работа выполняется в Геофизической исследовательской лаборатории АН ВНР, причем применяются и функции, разработанные в Геофизическом институте.*

*Die Automatisierungsmöglichkeiten geoelektrischer Messungen können in zwei grosse Gruppen eingeteilt werden:*

1. Durchführung der Rechenarbeiten der herkömmlichen Messungs- und Bearbeitungsmethoden mit Hilfe von Rechenmaschinen,
2. Einführung von neuen Methoden, deren Anwendungsmöglichkeit den Rechenmaschinen zu danken ist.

*Beispiele von Arbeiten der ersten Gruppe sind (aus dem Arbeitsprogram der geoelektrischen Gruppe des Seismischen Schürfungsbetriebs):*

*Bei den Sondierungen mit künstlichem Kraftfeld: Berechnung von theoretischen Kurvenscharen mit spezieller Dipolanordnung, zeichnerische Darstellung eines elektrischen Profils mit Hilfe eines Graphomats usw.*

Be tellurischen und magnetotellurischen Messungen: Berechnung von Stationsellipsen aus simultanen Messungen, auf Grund der relativen- und MT-Ellipse; Berechnung der Exzentrizität der Ellipse; Errechnung der Achsenrichtungen; Konstruktion von Karten aus den Daten von Punkten mit irregulärer Anordnung usw.

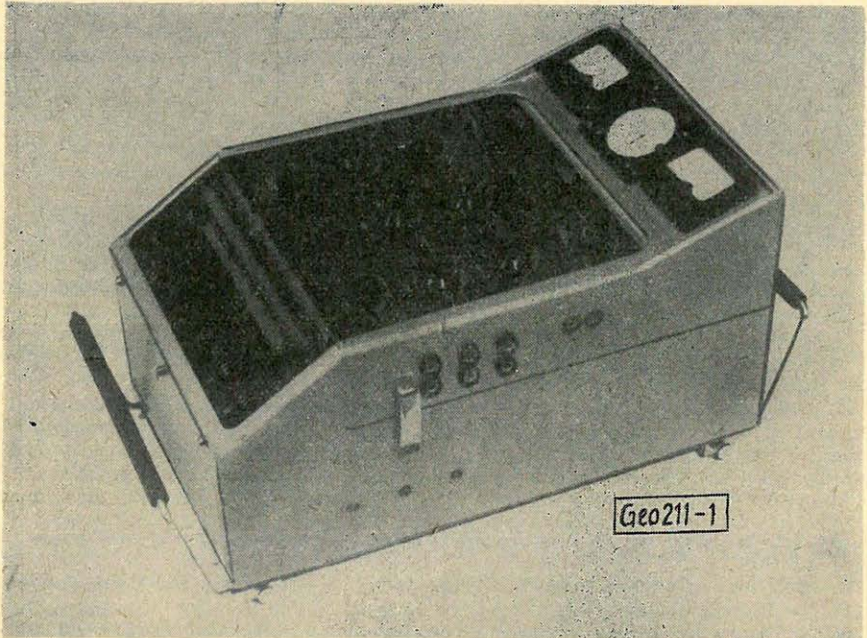
Arbeiten der zweiten Gruppe sind:

Bei Sondierungen: Elimination des tellurischen Geräusches durch digitale Summation bei den Dipolmessungen (B. Péterfai), maschinelle Auswertung von vertikalen elektrischen Sondierungen auf Grund der Kernfunktion (P. Salát)

Bei magnetotellurischen Messungen:

Bestimmung des Widerstandes bzw. der relativen Ellipse auf Grund von Fourier-Transformation sowie von Energie-Dichte-Spektrum, Konstruktion von Filterfunktionen für denselben Zweck und Durchführung der Filtrierung. Diese letztere Arbeiten finden im Seismischen Betrieb und im Forschungslaboratorium der Ungarischen Akademie der Wissenschaften statt, wobei auch die im Ungarischen Staatlichen Geophysikalischen Institut „Roland Eötvös“ ausgearbeiteten Funktionen benutzt wurden.

Habár Magyarországon a geoelektromos elméleti és terepi munkálatok automatizálása még nem fejlődött ki, mégis olyan szerteágazóak azok a munkák, amelyeket ezen a területen végeztek, hogy egy előadás keretében valamennyit ismertetni lehetetlen. Ezért a következőkben inkább csak kiragadott példákkal kívánunk foglalkozni, olyan eljárásokkal, amelyeket az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzeme, a MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma vagy az ELTE Geofizikai Tanszéke dolgozott ki, és amelyeket többé-kevésbé a gyakorlatban is kipróbáltak.



1. ábra. Az MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma által tervezett totális számloló műszer  
Фиг. 1. Тотальный счетчик, конструированный Геофизической Исследовательской Лабораторией АН ВНР.

Fig. 1. Totalzähler konstruiert im Geophysikalischen Forschungslaboratorium der Ung. Akademie der Wissenschaften

Ezek az eljárások lényegileg két csoportra oszthatók: az egyik csoportban a mérés, vagy feldolgozás alapján véve nem új, csak kivitelezését könnyíti meg az automatizálás; a második csoportba viszont olyan új módszereket sorolhatunk, amelyeknek alkalmazását éppen az automatizálás, elsősorban a számítógépek tették lehetővé. Természetesen, ezek az új módszerek is többé-kevésbé régi módszerekkel állnak kapcsolatban, s éppen ezért éles elhatárolás nem lehetséges.

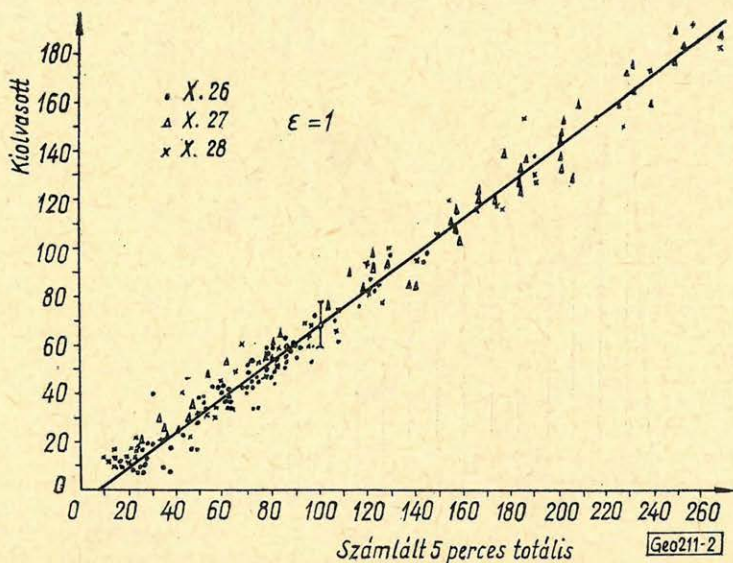
Az első csoportba sorolható, és a Szeizmikus Üzemenél megoldott feladatok közül megemlítjük például a speciális dipólus-elrendezésekhez (bányabeli szondázások) készült elméleti görbéket, vagy szeizmikus vonalakon végzett sekélyszondázások eredményeinek Graphomattal való kirajzoltatását.

Sokkal nagyobb érdeklődésretarthatnak számot a második csoportba sorolható problémák, s ezek közül néhányal részletesebben kívánunk foglalkozni.

Elsőként a geoelektromos szondázások területén ismertetünk néhány módszert. A Szeizmikus Üzemen a *DE* szondázások felvételeinek feldolgozása-kor a tellurikus „zajt” digitális összegezéssel igyekeznek kiküszöbölni (Péterfai Béla). A vertikális elektromos szondázások görbéinek kiértékelése a magfüggvény alapján az ELTE Geofizikai Tanszék, a Geofizikai Intézet és a Szeizmikus Üzem kooperációjában készült. Ennek alapelve a következő:

A látszólagos fajlagos ellenállást Schlumberger-elrendezés esetére a

$$\rho_L(r) = \rho_1 \left\{ 1 + 2r^2 \int_0^{\infty} K_i(m) \cdot J_1(mr) m \cdot dm \right\}$$



2. ábra. Az 1. ábrán bemutatott műszerrel mért és a közvetlenül az analóg regisztrátumról kiolvasott totális értékek kapcsolata

Fig. 2. Связь между тотальными значениями, измеренными аппаратурой, показанной на Фиг. 1, и считываемыми с аналоговой записи

Fig. 2. Der Zusammenhang der mit dem Apparat der Fig. 1. gemessenen und von der Analogregistrierung unmittelbar abgelesenen Totalwerte

integrál-kifejezés adja meg. Itt  $K_i(m)$  az  $i$ -edik rétegre vonatkozó ún. magfüggvény, és ez csak a  $(\rho_i, h_i)$  rétegparaméterek függvénye. A képletben szereplő  $J_1(mr)$  elsőfajú, elsőrendű Bessel-függvény. A  $K_i(m)$  magfüggvény sorbafejthető:

$$K_i(m) = \sum_{n=1}^{\infty} Q_i(n)(e^{-2m})^n$$

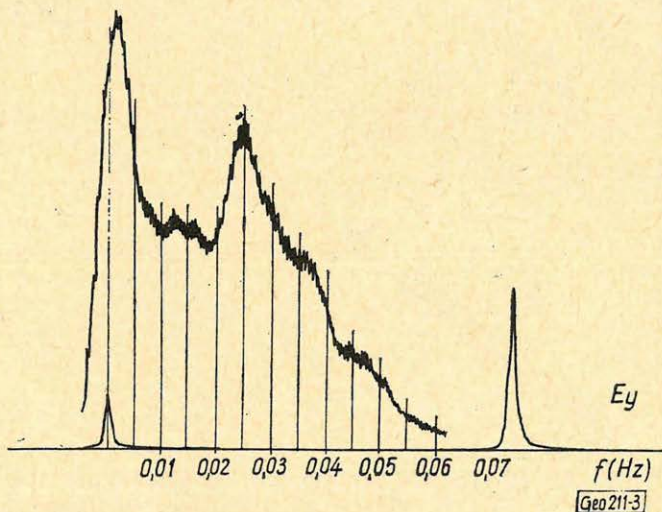
és az integrál megadható összeg formájában is:

$$\varrho_L(r) = \varrho_1 \left[ 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \left\{ Q_i(n) / \left( 1 + \frac{4n^2}{r^2} \right)^{3/2} \right\} \right].$$

A  $Q_i(n)$  sorfejtési együtthatók kiszámítására rekurzív összefüggések vezethetők le. A  $\varrho_L(r)$  hibája a szokásos log-log léptékben ábrázolva  $h$  mm-nél kisebb, ha az összegezés  $N$  tagig történt és

$$N > \frac{1,06}{h} \frac{r^{3/2}}{\sqrt[3]{\varrho_L(r)}}.$$

A vázolt algoritmus alapján *MITRA* autókódban készültek elméleti szondázási görbék három réteg esetére. A 4 és 5 réteges, a Magyar Geofizikában közölt algoritmus és programvázlat felhasználásával a terepen mért görbéket fokozatosan meg lehet közelíteni, vagy egy-egy területen használható görbeseget ki lehet számolni.



3. ábra. NORATOM korrelátorral készült teljesítménysűrűség spektrum 3 órás mágneses gyors-regisztrátumról

Фиг. 3. Спектр плотности мощностей, изготовленный коррелятором NORATOM с 3-часовой быстрой магнитной записи

Fig. 3. Leistungsdichte-Spektrum-geliefert von einem NORATOM-Korrelator-auf Grund eines 3-stündigen magnetischen Schnellregistrats

Ennek az eljárásnak a továbbfejlesztéseként a görbék közvetlenül is ki lehet értékelni. A fenti integrálra a Hankel – Fourier transzformációt alkalmazva a  $K_l(m)$  magfüggvény a  $Q_L(r)$  görbéből integrálással kiszámítható:

$$K_l(m) = \int_0^{\infty} \frac{Q_L(r) - Q_1}{2Q_1 r} J_1(mr) dr.$$

A magfüggvény ismeretében közelítő eljárásokkal, pl. a legkisebb négyzetek módszerével, vagy szukcesszív approximációval a rétegparaméterek számíthatók. Ennek a feladatnak a programjait *ELLIOTT 803* gépen most próbálják.

Áttérve a tellurikus-magnetotellurikus mérések területére, bizonyos fokig még a hagyományos eljárások továbbfejlesztéseként is születtek új lehetőségek.

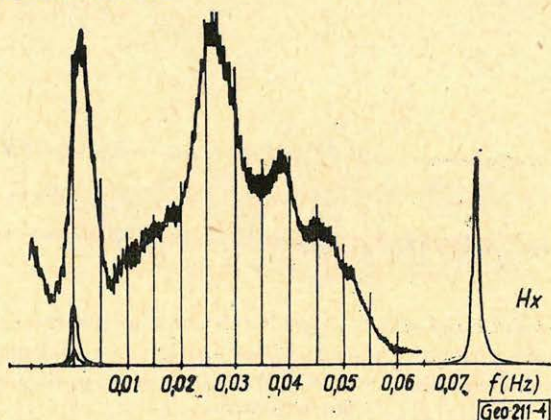
A természetes térrel végzett mérések eredetileg a Schlumberger-féle tellurikus eljárás alkalmazásakor egy adatot szolgáltatott: a mérőállomáson és a bázisállomáson mért vezetőképességek viszonyát. Ennek a módszernek háromféle bővítése lehetséges:

A) mágneses komponensek mérése (bázisállomás helyett a vezetőképesség abszolút értékét lehet meghatározni egyetlen pontban)

B) tellurikus ellipszis összes paraméterének számítása, vagyis a vezetőképesség anizotrópiájának meghatározása

C) a vezetőképesség frekvencia-függőségének meghatározása.

Természetesen a bővítések együttesen is alkalmazhatók, pl. A és C együttesen a magnetotellurikus frekvenciaszondázást jelenti, B-vel együtt impedancia-ellipszisek meghatározását stb.



4. ábra. A 3. ábrával együtt készült tellurikus regisztrátum spektruma

фиг. 4. Спектр теллурической записи, изготовленной вместе с фиг. 3

Fig. 4. Spektrum einer tellurischen Aufzeichnung, die mit dem der Fig. 3. simultan fertiggestellt wurde

Az eredeti tellurikus mérések is többféle lehetőséget kínálnak az egyszerűsítésre: az MTA Geofizikai Kutatólaboratóriumában elkészült az ún. totális számláló. Ez lényegében a tellurikus (vagy mágneses) tér változásainak abszolút értékét összegezi egy rács és fényelektromos impulzusszámlálás segítségével. A műszer az 1. ábrán látható. Összehasonlítóképpen a 2. ábrán látható a műszerrel regisztrált változás-összeg (totális) és az analóg úton nyert regisztrátum szokásos úton feldolgozott totális értékei közötti kapcsolatot. Az egyezés kielégítő,

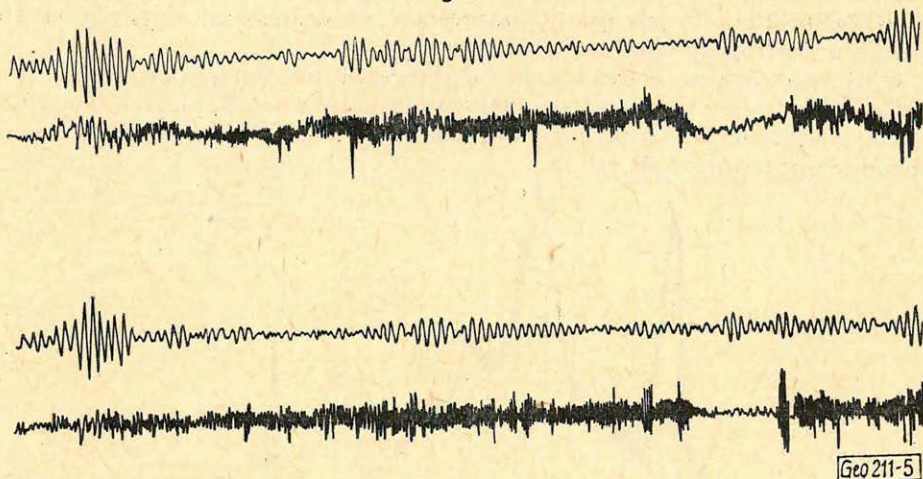


az eltérések a megszólalási küszöb rovására írhatók. Ezzel a műszerrel az állomásellipszis közvetlenül a terepen meghatározható.

Áttérve a mérések feldolgozására, az egyik kínálkozó lehetőség a mérési adatok egységesítése (állomásellipszissé való transzformálás a bázisállomás tenzorkomponensei alapján), a nyert egységes adatrendszer jellegzetességeinek (excentricitás, tengelyirány) meghatározása és térképen való ábrázolása. Ez tulajdonképpen az említett második kiterjesztési lehetőség alkalmazása, hiszen a vezetőképesség irányfüggését hasznosítjuk. A térkép szerkesztéséhez a szabálytalanul elhelyezkedő mérési pontok eredményeit négyzetháló sarokpontjaira kell interpolálni. A megvalósított program 1:50 000 méretarányban 5 cm-es körön belül levő pontok adatai alapján számítja a súlyozott középértéket. A súlyozás  $1/R$ ,  $1/R^2$  és  $e^{-R}$  függvénynek megfelelően történt. A legjobb eredményt az utolsó adta.

Az impedancia frekvenciafüggőségének meghatározásakor a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a természetes elektromágneses térben a különböző frekvenciák egyszerre jelentkeznek, szét kell őket választani. Az egyszerű bec-

$$E_y ; H_x I$$

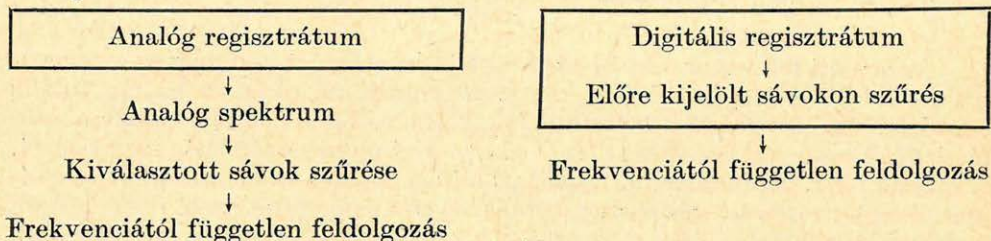


5. ábra. A 0,008 – 0,012 Hz-es szűrővel készült változatok az eredeti regisztrátumokkal

Фиг. 5. Варианты, изготовленные фильтром 0,008 – 0,012 гц, с оригинальными записями

Fig. 5. Varianten, die mit dem Filter von 0,00,8 – 0,012 Hz erhalten wurden, nebst den originellen Registratums

lésen alapuló kiolvasás sem ad saját tapasztalataink szerint rossz eredményt, de kétségtelenül érdemes a szűréssel foglalkozni ezen a területen is. Elvileg két út képzelhető el:



(A bekerített lépések a regisztráló műszerben történnek)

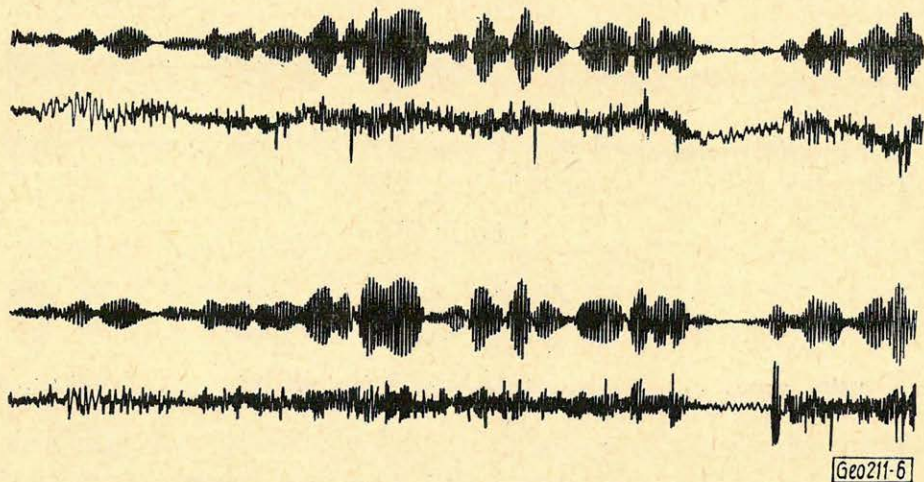
Az első út előnye a másodikkal szemben, hogy már ma is járható. Példaként bemutatjuk egy regisztrátum ilyen feldolgozását (3-4. ábra). A kb. 3 órás, pulzációkban nagyon gazdag regisztrátumról *NORATOM* korrelátor alkalmazásával készültek a mellékelt spektrumok. Tulajdonképpen ezek alapján is lehetne számítani az impedanciákat, de tapasztalatunk az volt, hogy ezekben a spektrumoknál csak a relatív értékek megbízhatóak a kellő pontossággal, az abszolút értékek nem. A szűrendő sávok kiválasztása viszont nagyon jól elvégezhető volt. Természetesen elképzelhető, hogy más alapelven történjék a szűrő kiválasztása, nem a spektrális csúcsoknak megfelelően. Lehet akár fix szűrőket is alkalmazni, vagy pl. a legkisebb koherenciájú helyeknek megfelelő szűrőket választani. Az utóbbi előnye, hogy ilyen sávokban az ellipszis meghatározása pontosabb. Mi mindenesetre 7 sávot jelöltünk ki:  $0,008-0,012$ ,<sup>(I)</sup>  $0,012-0,017$ ,<sup>(II)</sup>  $0,022-0,028$ ,<sup>(III)</sup>  $0,022-0,025$ ,<sup>(IV)</sup>  $0,025-0,028$ ,<sup>(V)</sup>  $0,036-0,040$ ,<sup>(VI)</sup>  $0,043-0,047$ ,<sup>(VII)</sup> Hz között.

A szűrést a Geofizikai Intézetben szeizmikus célokra *Zilahi Sebess László* által készített szűrőprogrammal végeztük. A szeizmikus célokra készített programhoz az egyetlen szükséges változtatás az, hogy függőleges (amplitúdó) léptékre is szükség van, nemcsak időbelire. A szűrőfüggvény alakja a következő:

$$f'(t) = \frac{1}{\pi t} \left( \sin \frac{2\pi t}{p_2} - \sin \frac{2\pi t}{p_1} \right).$$

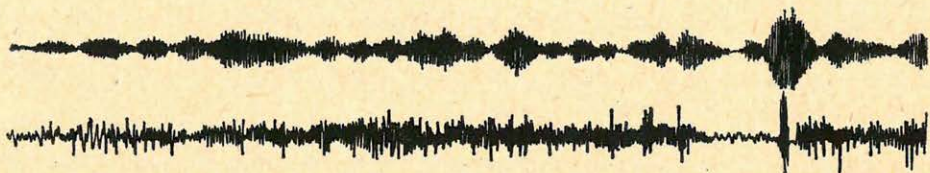
Közben a soproni Laboratórium Cellatron *SER 2c* típusú gépére is elkészült ez a program. Tekintettel arra, hogy ennek a gépnek a memória-kapacitása nagyon

### *E<sub>y</sub> ; H<sub>x</sub> III*



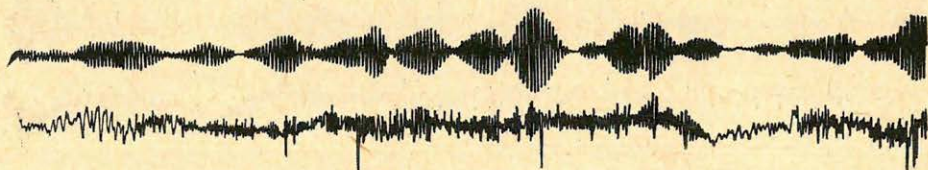
6. ábra. A  $0,022-0,028$  Hz-es szűrővel készült változatok az eredeti regisztrátumokkal

Фиг. 6. Варианты, изготовленные фильтром  $0,022-0,028$  гц, с оригинальными записями  
 Fig. 6 Varianten, die mit dem Filter von  $0,022-0,028$  Hz erhalten wurden, nebst den originellen  
 Registratums



Geo211-7

7. ábra. A 0,043–0,047 Hz-es szűrővel készült változatok az eredeti regisztrátumokkal  
 Фиг. 7. Варианты, изготовленные фильтром 0,043–0,047 гц, с оригинальными записями  
 Fig. 7. Varianten, die mit dem Filter von 0,043–0,047 Hz erhalten wurden, nebst den originellen  
 Registratums

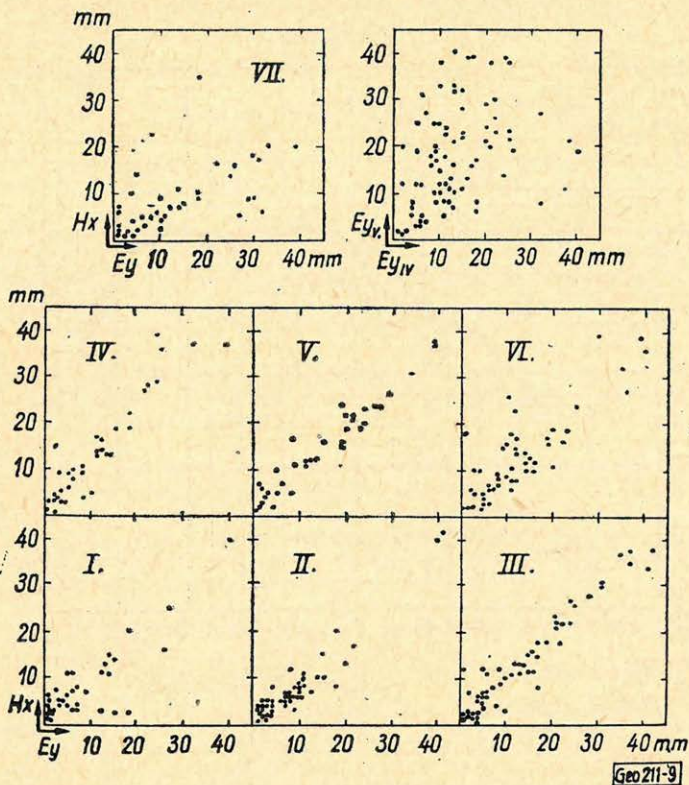


*Ey III IV*



Geo211-8

8. ábra. A 0,022–0,028, a 0,022–0,025 és a 0,025–0,028 Hz-es szűrővel készült változatok a tellurikus regisztrátumról  
 Фиг. 8. Варианты, изготовленные фильтрами 0,022–0,028, 0,022–0,025 и 0,025–0,028 гц с теллурической записи  
 Fig. 8. Die mit den Filters von 0,022–0,028, 0,022–0,025 und 0,025–0,028 Hz erhaltenen Varianten des tellurischen Registrats



9. ábra. A különböző szűrőkkel készült regisztrátumokról kiolvasott maximális amplitúdók kapcsolata a tellurikus és a mágneses regisztrátumokon, valamint a tellurikus regisztrátum 0,022 – 0,025 és 0,025 – 0,028 Hz-es szűrővel kapott értékeinek kapcsolata

Fig. 9. Связь между максимальными амплитудами, отсчитанными с записей, изготовленных с разными фильтрами, по теллурическому и магнитным записям, а также связь между значениями теллурической записи, полученными с фильтрами 0,022 – 0,025 и 0,025 – 0,028 цу.

Fig. 9. Der Zusammenhang der aus den mit verschiedenen Filtern erhaltenen Registraten abgelesenen maximalen Amplituden in den tellurischen und in den magnetischen Registraten, sowie die Beziehung zwischen den Werten des tellurischen Registratums, die mit den Filtern von 0,022 – 0,025 bzw. 0,025 – 0,028 erhalten wurden.

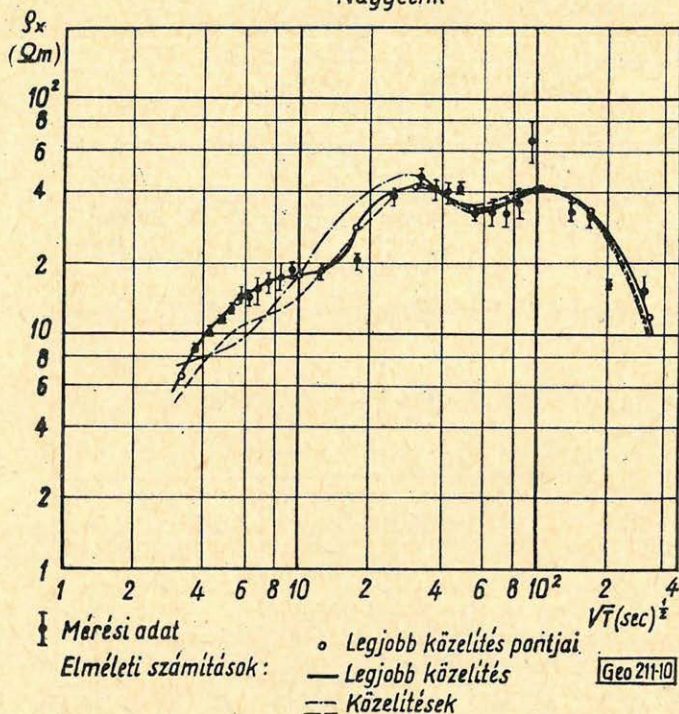
kicsi, célszerű volt a szűrőt egy

$$\left( \cos \frac{2\pi t}{T_0} + 1 \right) \frac{1}{2}$$

alakú függvénnyel megszorozni, hogy így az oldalhullámokat elnyomjuk. Ezzel a szűrővel a magnetotellurikus mélyszondázás területén is kívánunk vizsgálatokat elvégezni (pl. napi járás harmónikusainak szétválasztása).

A következő ábrákon (5 – 7. ábra) az előzőleg tárgyalt eredeti regisztrátumot, és néhány szűrővel készült változatot mutatunk be. Általában az egyes szűrt elektromos és mágneses komponensek között jó kapcsolat van, de vannak olyan időközök is, amikor ez a kapcsolat felbomlik. Ilyen időközöket feldolgozásra nem szabad felhasználni. Nagyon érdekes a spektrumban jelentkező legnagyobb

## Nagycenk



10. ábra. A Nagycenk melletti  $\rho_x$  magnetotellurikus görbe és fokozatos megközelítései elméleti görbékkel

Фиг. 10. Магнитотеллурическая кривая  $x$ , полученная ок. с. Надьценк, и ее постепенная аппроксимация теоретическими кривыми

Fig. 10. Die  $\rho_x$  magnetotellurische Kurve von Nagycenk und ihre stufenweise Approximation mit theoretischen Kurven.

0,022–0,028 Hz közötti csúcs, valamint annak két részre bontott változatának megfelelő szűrt sorozat vizsgálata (8. ábra). Azt állapíthatjuk meg, hogy a teljes csúcspot magábanfoglaló szűrő inkább a jobb- és baloldalnak megfelelő szűrővel kapott értékek különbségeként, „lebegés”-szerűen értelmezhető. Ez a körülmény biztató abban az irányban, hogy érdemes az egyes spektrális csúcsokat részletesebben felbontani, ha erre szükség van.

A digitális regisztálás és szűrés ma még Magyarországon nem teljesen megoldott probléma, külföldön is inkább kísérleti stádiumban van.

Végezetül a magnetotellurikus frekvenciaszondázási görbék elméleti görbékkel való megközelítésére mutatunk be egy példát. A program a MTA Számítástechnikai Intézetében készült (Varga Gyula). A bemutatott példán (10. ábra) a Nagycenk melletti Observatórium frekvenciaszondázási görbéjének megközelítését mutatjuk be. Egy-egy program futtatáskor 16 hétréteges görbe-variánst lehet kiszámítani, s tapasztalataink szerint 3–4 ilyen görbecsoport kiszámítására van szükség a bemutatott ábrán demonstrált egyezés elérésére.

# Számítógépes munkák az OGIL kútgeofizikai osztályán<sup>\*2</sup>

FÖLSZ ATTILA - RÉZ FERENC

Az előadás áttekinti a számológépek felhasználásával elért eredményeket. Bemutatják a fókuszosított karottázsszondák elméleti görbeségeit, valamint a karottázis-interpretáció automatizálására irányuló fejlesztési munka eddigi részeredményeit.

Ismertetik a karottázis szelvények Fourier spektrumának kiszámításához készült gépi programokat, amelyeket a szelvényen levő „zajok” (pl. statisztikus ingadozások) digitális szűréséhez, valamint a kijövő számadatok grafomattal történő felrajzolásához kidolgoztak.

A jövő terveivel kapcsolatban az alábbi témákat érintik: Az eddiginél jobb karakterisztikákkal bíró fókuszozott áramterű szondák kutatása és elméleti görbeségeinek kidolgozása.

Átfogó számítógép szelvénykiértékelési rendszer vázának kidolgozása, az olajiparban használatos szelvényezési fajtákra, amely igazodni tud a különböző geológiai szerkezetek közzetani adottságaihoz is. Ezzel párhuzamosan a komplett gépi interpretáció számítógép-igényének felmérése.

Számítógépi program készítése a produktív gáz- és olajtároló rétegek kijelölése és szétválasztására szolgáló, három geofizikai paramétert felhasználó kvalitatív eljárás számára.

Program az EFKI-ben kifejlesztett, terepi digitális karottázis-szelvényt készítő berendezés által szolgáltatott lyukszalag számítógépbe vitelére és levizsgálására.

В работе дается обзор результатов, полученных путем применения ЭЦВМ. Приводятся палетки теоретических кривых для фокусированных зондов а также предварительные результаты работы, направленной на автоматизацию интерпретации каротажных данных.

Описываются программы для вычисления спектра Фурье каротажных диаграмм, разработанных для цифровой фильтрации „шумов” (напр. статистических колебаний), наблюдаемых на каротажных кривых, а также для графического изображения выходных данных при помощи графомата.

В связи с вопросами, предусматриваемыми последующими планами, авторы останавливаются на следующих проблемах:

Изучение возможностей создания зондов с фокусированным полем тока с лучшими, чем до сих пор, параметрами, и разработка номограмм теоретических кривых для этих зондов.

Разработка схемы обширной системы обработки данных для основных видов каротаж, применяющихся в нефтяной промышленности с таким расчетом, чтобы эта система могла приспособляться к литологическим особенностям различных геологических структур. Одновременно с этой работой выполнить оценку ожидаемого объема используемой для полной машинной интерпретации мощности ЭЦВМ.

Составление программы для выделения и разделения продуктивных газо- и нефтеносных пластов при помощи качественного приема, основывающегося на применении трех геофизических параметров.

Составление программы для опробования и ввода в машину перфолент, получаемых приемной аппаратурой, разработанной в институте ЭФКИ и предназначенной для цифровой записи каротажных кривых в полевых условиях.

Im Vortrag wird eine Übersicht der mit Hilfe von Rechenmaschinen erzielten Resultate gegeben. Es werden die theoretischen Kurvenscharen der fokussierten Karottage-Sonden vorgeführt zusammen mit den bisher erreichten Ergebnissen der Entwicklungsarbeiten, die auf eine Automatisierung der Karottage-Interpretation hinzielen.

Maschinenprogramme für die Errechnung von Fourier-Spektren von Karottage-Profilen werden angegeben, die zur digitalen Filtrierung der am Profil vorhandenen „Geräusche” (z.B. statistischer Schwankungen) sowie zur zeichnerischen Darstellung der erhaltenen Zahlenwerte mit Graphomat dienen.

Die Zukunftspläne betreffend werden folgende Themen angeschnitten:

Untersuchung von Sonden mit fokussiertem Stromfeld und besseren Charakteristiken als bisher und Ausarbeitung deren theoretischer Kurvenscharen.

Ausarbeitung der Pläne einer umfassenden maschinellen Profilauswertungssystems für die wichtigeren, in der Ölindustrie benutzten Profilierungsarten, welches instande ist, sich an die lithologischen Gegebenheiten der verschiedenen geologischen Strukturen anzupassen. Parallel mit diesem geht eine Abschätzung der gesamten zu erwartenden Maschinen-Leistung der automatisierten Interpretation.

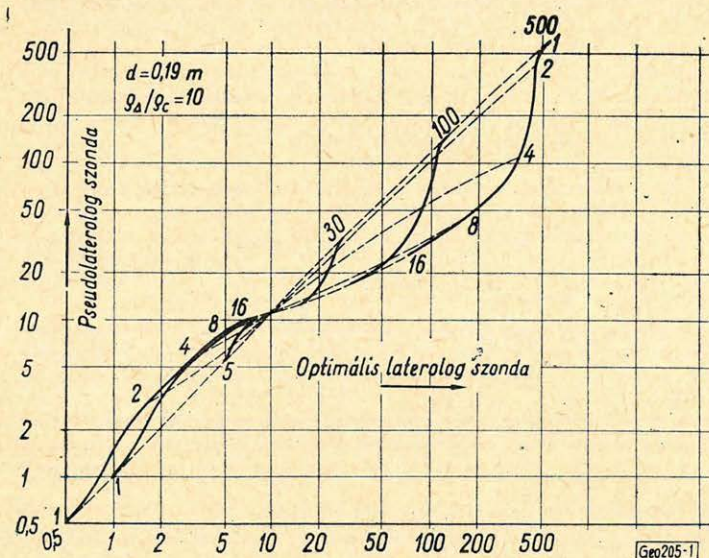
Ausarbeitung eines maschinellen Programms für ein qualitatives Verfahren, das drei geophysikalische Parameter benutzt und für die Bestimmung und Separation von produktiven Gas- und Ölspeicherschichten geeignet ist.

Ausarbeitung eines Programms für die Überprüfung und Maschinen-Input des Lochstreifens, welcher durch die im EFKI entwickelten und digitales Karottage-Profil im Felde produzierenden Einrichtung geliefert wird.

Az OGIL Kútgeofizikai Osztályhoz tartozó ún. elméleti csoport 1962 óta foglalkozik elektronikus számítógépes munkákkal. A csoport fő témái a laterolog szondák kiválasztásával és elméleti görbeseregeinek kidolgozásával kapcsolatos munkák, valamint a karottázs-kiértékelés gépesítésével kapcsolatos kutatások voltak. Emellett a csoport rendszeresen elvégezte az osztály egyéb csoportjainál felmerült kisebb volumenű, számítógépet igénylő számításokat, és többek között programot dolgozott ki a lyukferdeségmérés és a rétegdőlés-mérés gépi kiértékelésére, számítási módszert és programot készített karottázs-szondák laboratóriumi hitelesítésére szolgáló műföld-modell számítására.

A laterolog témakörben az a törekvés vezetett minket, hogy kiválasszunk három olyan laterolog szondát, amelyek radiális érzékelőképesség tekintetében lényegesen különböznek egymástól. Ilyen szondahármasból elvárható, hogy kombinatív alkalmazásukkal meghatározható a három főismeretlen: az infiltrált zóna és az érintetlen réteg valódi ellenállása, valamint az elárasztás mélysége.

Ennek szellemében választottuk ki az ún. optimális laterolog, mélybehatolású laterolog, pseudolaterolog szondahármas. Néhányszáz órát igénylő számítógépi munkával az Elliott-803 gépen kidolgoztuk e szondák elméleti görbeseregeit végtelen vastag rétegekre, a gyakorlatban felmerülő teljes paraméter tartományokra vonatkozóan.



1. ábra

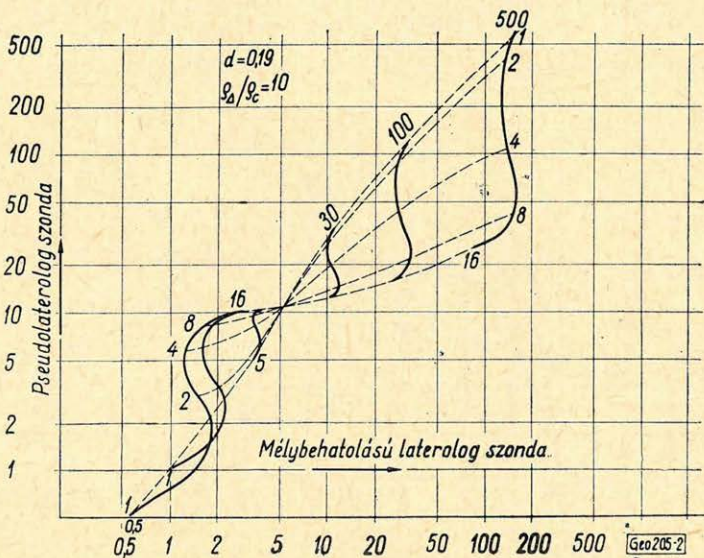
Фиг. 1.

Fig. 1.

A számítások eredményei alapján a grafomat rajzológép felhasználásával készített kiértékelési nomogramokat albumok formájában kiadtuk a gyakorlati felhasználás számára. Ilyen nomogramok láthatók a 1., 2., 4. és 5. ábrán.

A nomogramok tanulmányozása a fenti szondahármas két lényeges fogyatékoságára hívja fel a figyelmet.

Az egyik: a mélybehatólású – pszeudolaterolog kombináció kétértelműsége növelő elárasztások esetén kis  $\rho\Delta$  értékek tartományában. (A 2. ábra bal alsó szélén van egy területsáv, amelyet kétszeresen fednek le a  $\rho\pi$  vonalak.)



2. ábra

$\Phi_{uz. 2.}$

Fig. 2.

A másik: Az elárasztási mélység két szélső helyzetében (nagyon sekély vagy nagyon mély elárasztás) a kiválasztott három szonda közül kettő radiális érzékelőképesség szempontjából azonos tulajdonságúvá válik és így a két szonda indikációi nem képeznek két független mérési adatot. Ez a három ismeretlen meghatározását ezekben a szélsőségek esetekben nagyon bizonytalaná teszi.

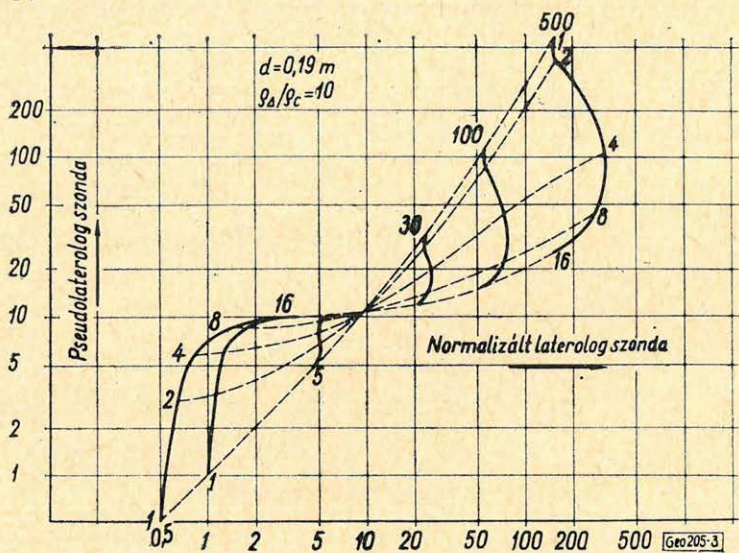
Ebből azt a tanulságot vontuk le, hogy egy általános karottázs-kiértékelési programban nem szabad csupán makrolaterolog szondákra építeni a három fő ismeretlen paraméter meghatározását, hanem az infiltrált zóna ellenállását független úton, mikromérések (mikrolaterolog, proximity log stb.) útján kell meghatározni és csak a megmaradó két ismeretlen meghatározását szabad bízni két makro-laterolog mérésre.

A mélybehatólású-pszeudolaterolog kombináció bemutatott hiányosságának kiküszöbölésére folyamatban van a mélybehatólású laterolog szonda felváltása az ún. normalizált laterolog szondával. Ennél a szondakombinációnál kétértelműség nem lép fel és egyéb szempontból a normalizált laterolog szonda hasonló a mélybehatólásúhoz. Ez az új album a jövő év közepére készül el. (3. és 6. ábrák.)

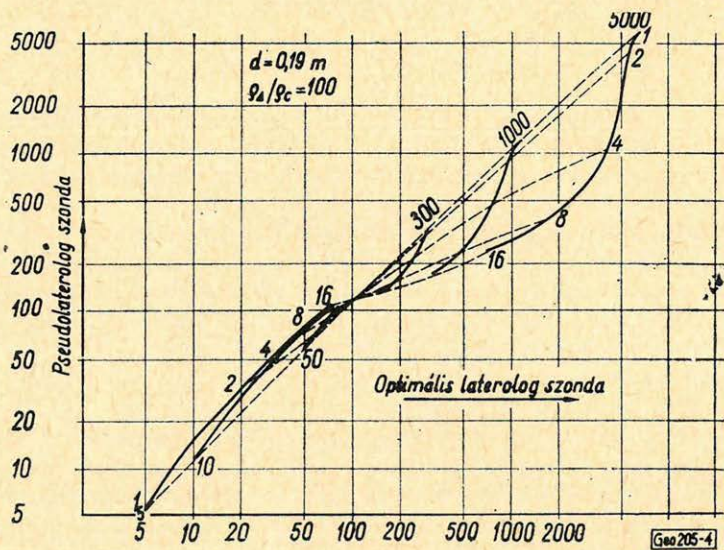


A karottázs-kiértékelés gépesítése terén részeredményeket értünk el. Már régebben elkészült és az osztály kiértékelői rendszeresen használják a Barlai Z. által kidolgozott számolásigényes  $Q$ -módszer számítógépi programját.

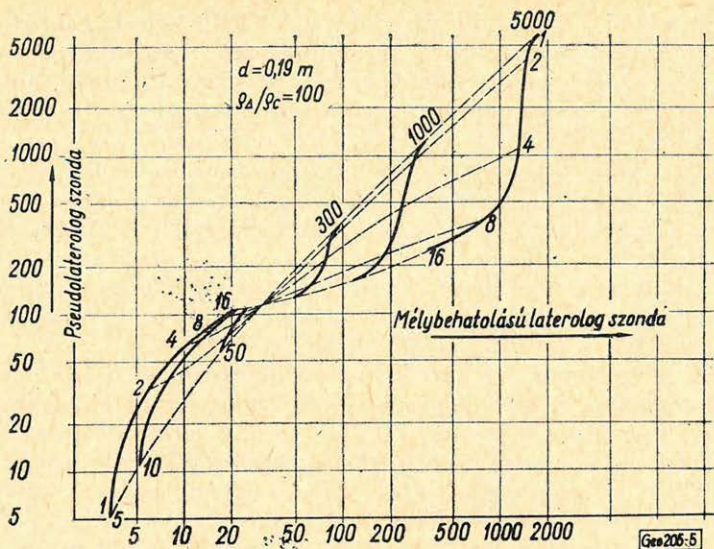
Az albumok manuális használatától fogja mentesíteni a kiértékelőket a következő negyedévtől kezdve az a számítógépi program, amelynek alapján a  $Q_{\pi}$  és  $D$  meghatározását a gép végzi az optimális és a pszeudo laterolog indikációk alapján.



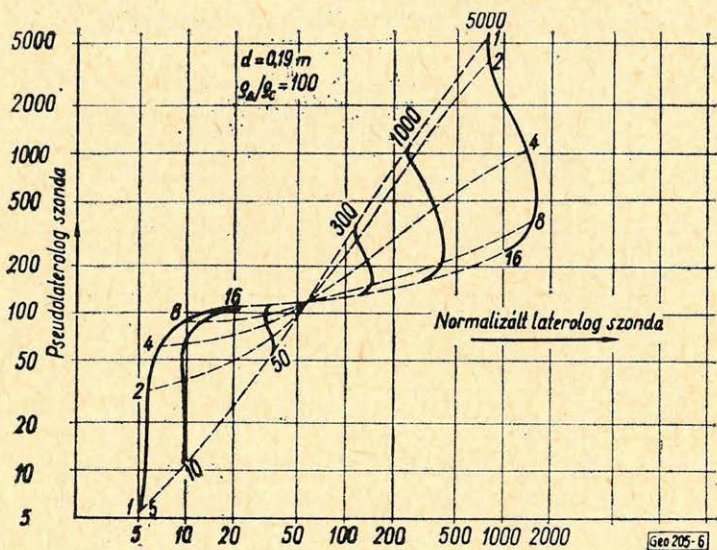
3. ábra  
 $\Phi$ uz. 3.  
 Fig. 3.



4. ábra  
 $\Phi$ uz. 4.  
 Fig. 4.



5. ábra      Физ. 5.      Fig. 5.



6. ábra      Физ. 6      Fig. 6.

1. Egy következő program a  $Q$ -módszer és a *neutrongamma karottázs* kombinatív felhasználásával a háromfázisú – olajat, vizet és gázt is tartalmazó – tárolók olaj- és gázsaturációit határozza meg kétfázisú tárolórétegekből szerkesztett  $\Phi_N$ - $NG$  diagram alapján.

Bemenet: a tárolt fázisok, a  $ng$  szint, a  $S_w$ ,  $\Phi_e$ ,  $s$

Kimenet: átlagos  $S_o$ ,  $S_g$ , ezek hibája,  $S_g$  valószínűségi száma.

Ennek a programnak gépi reprezentánsa is elkészült *Elliott-803*-as gépre, és a program próbája most folyik.

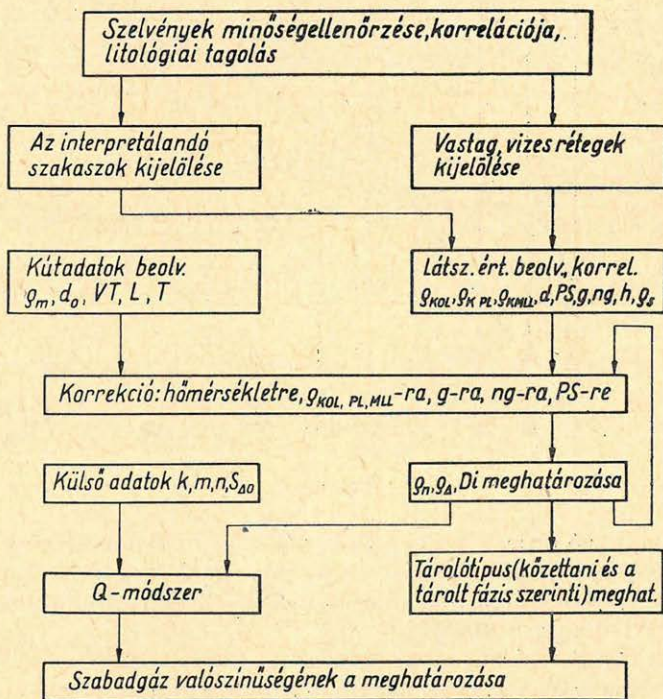
2. Egy további, gépi kódu program az EFKI-ben kifejlesztett terepi digitális karottázsszelvényt készítő berendezés által szolgáltatott lyukszalag *MINSZK* típusú számítógépbe való *ellenőrzött bevitelét* oldja meg. Az ellenőrzés alatt azt kell érteni, hogy a gépi beolvasó szubrutin nem visz be minden információt válogatás nélkül a lyukszalagról, hanem minden karaktert és minden hármas karakter csoportot *megvizsgál* és hibajelzést ad, ha *nem* az előre megállapított lyukasztási konvenciónak megfelelően vannak elhelyezve az egyes bitek a lyukszalagon. Ily módon ki lehet szűrni bizonyos típusú lyukasztási hibákat. Ezen kontrol-utasítások ellenére *igen gyors* a beolvasó szubrutin: *1000* értéket (ami *3000* karakternek felel meg) *20* sec alatt vizsgál le és visz be a gépbe.

3. – 4. Ezekon kívül elkészült két olyan *MITRA-2* kódú program, amely a bevitt szelvényértékek *további vizsgálatát* hajtja végre.

Az egyik program a szomszédos szelvényértékeket hasonlítja össze, a másik a mágnesszalagról *két különböző időben* lyukszalagra visszajátszott digitális szelvényt hasonlítja össze; ezekkel egyrészt a terepi mágnesszalagos felvevő, másrészt az irodai visszajátszó  *megbízhatóságára* lehet felvilágosítást kapni.

A Bocföldei fúrólyukban felvett digitális szelvény mintegy *40 000* adatát vizsgáltuk meg a fenti programokkal. A szelvényadatok analízise alapján azt lehet megállapítani, hogy a Dankházi Gyula által konstruált terepi felvevő és visszajátszó megbízhatóan, hibamentesen működött.

*Az algyői kiértékelés blokk-sémája tekintettel a gépesítés jelenlegi lehetőségeire (kézi+gépi)*



Geo205-7

7. ábra

Фиг. 7.

Fig. 7.

5. Egy további MITRA-2 kódban írt program tetszőleges számú adat különböző mintavételezési „ablak” melletti *harmonikus analízisét* teszi lehetővé. A program fel tud dolgozni speciális kódú 8 csatornás adatszalagot és telex kódú 5 csatornás adatszalagot is. A program lehetőséget nyújt arra is, hogy a Fourier-spektrumban tetszőleges *frekvenciától kezdve*, tetszőleges *sűrűséggel*, tetszőleges számú spektrumvonalat számítsunk csak ki.

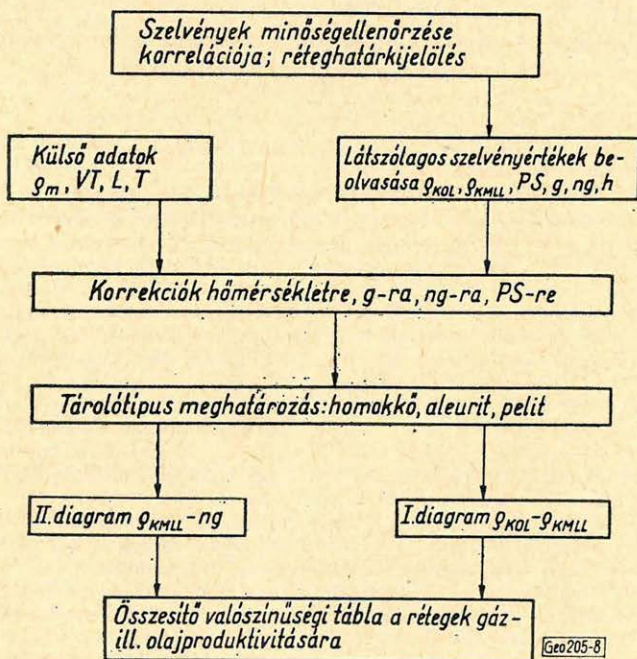
6. Ezekon kívül elkészült egy olyan autokódú program *Elliott-803*-as gépre, amely tetszőleges együtthatókkal *digitális szűrés*t hajt végre egy adathalmazon, és a szűrt szelvény koordinátáit „*lefordítja*” a „*Graphomat*” lyukszalagvezérlésű rajzológép számára.

Jövő terveinkben szerepel a karottázs-kiértékelési tevékenység teljes automatizálása. Jelenleg a teljes automatizáció blokksémáin dolgozunk a különféle fejlesztési lépcsőknek megfelelően.

7. Az egyik blokkséma (7. ábra) a gépesítés *jelenlegi lehetőségeit* veszi figyelembe. Ennél a kiértékelés egy részét – a nehezen algoritmizálható, nagy tapasztalatot igénylő logikai döntéseket – az *interpretátor* hozná meg, és a mechanikus számolás zömét, mint pl. a különböző korrekciókat, a paletkák alapján való számolást a számítógép végezné el.

*Bemenet:* 7 szelvényfajta és különféle, egyetlen kútra nézve állandó mennyiségűek.

*Háromkomponensű kvalitatív módszer produktív olaj-és gáz-tároló rétegek elkülönítésére és minősítésére (kézi + gépi)*



8. ábra Физ. 8. Fig. 8.

*Kimenet:*  $S_w$ ,  $\varnothing$ ,  $s$ , valamint a tárolótípus – közzetani és folyadékminőség szerint – meghatározása.

8. Egy másik blokksema a jövő igényeit veszi figyelembe, amikor már digitális rögzítésű karottázs szelvények és nagy teljesítményű számítógépek állnak a kőolajipar rendelkezésére, és ilyen módon a nyers szelvény- és kútadatok betáplálása után a számítógép *önállóan* elvégzi a szükséges logikai döntéseket és korrekciókat, kiszámolja a rétegfizikai paramétereket mint pl. az olajsaturáció, gázsaturáció.

9. Egy további kvalitatív komplex értékelő program azokban az esetekben nyújt segítséget, amikor a geológiai és a fúrást irányító operatív szervek gyors választ kívánnak a karottázs szolgálatától arra nézve, hogy a harántolt rétegek tartalmazznak-e *produktív olaj- és ráztárolókat*.

Az ilyen jellegű gyors válaszok iránti igény esetenként felvetődik pl. egy kút béléscsovezésével kapcsolatban, és mi azt szeretnénk, hogy a *számítógép gyors, megbízható válasza* hozzáfegitén a geológiai és a fúrási operatív szerveket ahhoz, hogy döntéseik meghozatalánál minél *szélesebb és pontosabb* geofizikai adathalmazra támaszkodhassanak.

Jelenleg az olajipar nem rendelkezik olyan adattovábbító rendszerrel és interpretációs szervezeti felépítéssel, amely lehetővé tenné az adatok szelektálását, számítógépbe küldését és az eredmények visszajelzését néhány órán belül, így a *gyors* kvalitatív válaszról csak a megfelelő adatátviteli és kézi interpretációs rendszer kiépítése után lehet szó.

Ez a program (blokksemája a 8. ábrán) kisteljesítményű számítógépre van orientálva, és feltételezi azt, hogy az interpretátor ellenőrizte a szelvények minőségét, korrelálta azokat és kijelölte a réteghatárokat.

*Bemenet:*  $\varrho_{KOL}$ ,  $\varrho_{KMLL}$ ,  $ng$ ,  $g$ ,  $PS$

*Kimenet:* az olaj- és gáztárolók produktivására jellemző érték, különféle jellemző érték, különféle szemcseméreteloszlások mellett.

#### *Barlai Zoltán hozzászólása a cikkhez*

Az elhangzott előadás bemutatta a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium Kútgeofizikai Osztályán a karottázs szelvények kiértékelésének gépesítésével kapcsolatos tevékenységet, vázolta az eddig végzett munkát és a közeljövőben sorra kerülő további munkákat.

Ahogy az előadásból kitűnt, jelenleg még nem lehet beszélni a feldolgozási folyamat teljes gépesítéséről, csupán haladunk e cél felé. A teljes gépesítésnek számos feltétele van és legyen szabad megjegyezni, hogy e feltételek közül nem a karottázs szelvények digitális rögzítése és nem is a megfelelő nagykapacitású, nagysebességű számítógép biztosítása képezik a leg súlyosabb feltételeket. Ezek nélkülözhetetlen technikai feltételek ugyan, de a közeljövőben biztosíthatók.

A teljes gépesítés legbonyolultabb feltétele – megítélésem szerint – az, hogy az egész feldolgozási folyamatot értelmessé tudjuk tenni. Itt az értelmes szó azt kívánja kifejezni, hogy az, amit teszünk, az egész gondolkodásunk a feldolgozási folyamatban elegendő közel kerüljön a tárolóközetek bonyolult anyagi rendszerének valóságához. A gondolkodásunk alapját képező matematikai modellek elegendően összetettek kell hogy legyenek, minőségileg és mennyiségileg elég pontosan kell, hogy leírják a tárolóközet belső struktúráját.

Egy további alapvető követelmény a teljes gépesítés létrehozásához az, hogy biztosítani tudjuk az involvált geofizikai mérések és a mérési adatokon végzendő korrekciók *elegendő pontosságát*. Enélkül nem lehet értelmessé tenni a feldolgozási folyamatot.

Szabad legyen hangsúlyozni azt a véleményünket, hogy egy részről a feldolgozás gépesítése, másrésztől az alapul szolgáló mérések és eljárások *szükségszerű kölcsönhatásba* lépnek egymással: a gépesítés éppen az *értelmesség állandó kontrollján keresztül* egészségesen sürgetik az elegendően informatív és pontos mérési módszerek, mérőműszerek és kiértékelési eljárások létrehozását.

A mondottak alapján bizakodóan tekinthetünk a mélyfúrási geofizika következő 5–10 éve felé.

# Szeizmikus információk feldolgozása az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzemben és az E. L. Geofizikai Intézetben\*<sup>2</sup>

VARGA EDE - ZILÁHI-SEBESS LÁSZLÓ

*Az előadás a szeizmikus adatok gépi feldolgozása során alkalmazott néhány eljárást ismerteti.*

*A reflexiós analog időszelvények előállítására egy erre a célra készült berendezéssel történik, de az analog kiértékelés folyamatában részletadatok megoldására digitális elektronikus számítógépet is felhasználtak. Program készült a statikus korrekció kiszámítására. Az analog kiértékelő központ által készített időszelvények adatainak további előkészítése az értelmezés céljára szintén digitális számítógéppel történik.*

*A terjedési sebesség területi változásának meghatározására reflexiós-sebesség-mérések szolgáltatják az alapinformációkat, melyeket elektronikus számítógép igénybevételével értékelnek is. Az időszelvények alapján időtérképek készíthetők, amelyeket a terjedési sebesség horizontális változásának tekintetbevételével korrigálnak. Az időszelvények nagyobb dőlésű szakaszait a számítógépes program által határolt transzformációval alakítják át mélységszelvényévé és ezt digitális vezérlésű rajzológéppel ábrázolják.*

*Az előadás vázlatosan foglalkozik továbbá a digitális szeizmikus információközlés és adatfeldolgozás néhány eljárásával is.*

*В докладе описываются некоторые известные методы, применяемые при машинной обработке сейсмических данных.*

*Аналоговые временные разрезы по методу отраженных волн составляются при помощи устройства, изготовленного специально для этой цели, но в процессе аналоговой интерпретации для решения частных задач применялась и ЭЦВМ. Составлена программа для вычисления статических поправок. Дальнейшая подготовка данных временных разрезов, построенных аналоговым вычислительным центром, к интерпретации осуществляется также при помощи цифровой вычислительной машины.*

*Для определения пространственного изменения скорости распространения упругих волн исходная информация получается по измерению скорости отраженных волн, результаты которых интерпретируются также с использованием электронной вычислительной машины. По временным разрезам строятся карты времен, в которые вводятся поправки за изменение скорости распространения волн в горизонтальном направлении. Отдельные участки временных разрезов, характеризующиеся большими углами наклона, преобразуются в разрезы глубин посредством трансформации, определяемой программой и затем они изображаются чертежным устройством, работающим с программным управлением.*

*Кроме этого в докладе рассматриваются некоторые методы передачи цифровой информации и обработки данных.*

*Im Vortrag werden die Verfahren besprochen, welche im Gange der maschinellen Bearbeitung der seismischen Daten angewendet wurden.*

*Die analoge Reflexions-Zeitprofile werden durch eine Einrichtung geliefert, die für diesen Zweck speziell hergestellt wurde, aber im Gange der analogen Auswertung benutzen wir auch digitale Rechenmaschinen für die Lösung von gewissen Teilaufgaben. Ein Programm für die Errechnung der statischen Korrektur wurde angegeben. Die weitere Vorbereitung der von der analogen Auswertezentrale gelieferten Zeitprofildaten für die Interpretationszwecke geschieht auch mittels einer digitalen Rechenmaschine.*

*Für die Bestimmung der arealen Veränderungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit die Grundinformationen werden durch Reflexions-Geschwindigkeitsmessungen geliefert, die mit Hilfe einer elektronischen Rechenmaschine ausgewertet werden. Auf Grund der Zeitprofile können Zeitkarten verfertigt werden, die mit Rücksicht auf die horizontalen Änderungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit korrigiert werden. Die Abschnitte des Zeitprofils mit grösserer Neigung werden mit einer durch das Maschinenprogramm begrenzten Transformation zu Tiefenprofil umgestaltet, welches durch eine digital gesteuerte Zeichenmaschine graphisch dargestellt wird.*

*Weiter werden im Rahmen des Vortrags einige Verfahren der digitalen Informationsübertragung und Datenverarbeitung besprochen.*

A következőkben rövid áttekintést kívánunk nyújtani az alkalmazott szeizmikus digitális eljárásokról és programrendszeréről.

A Szeizmikus Kutatási Üzemben a szelvénymérések már kizárólag mágneses jelerősítési műszerekkel történnek, amelyek eredményeit egy analóg számológép, ún. „kiértékelő központ” időszelvények alakjában állítja elő. A szelvények közös vonatkozási szintre korrigáltan készülnek és a felszín, valamint a vonatkozási szint közötti terjedési időre vonatkozó sztatikus korrekciót elektronikus számítógéppel határozzuk meg és táblázatban, illetve rajzban közöljük. A táblázat szerinti adatokkal készül a korrigált időszelvény. A korrekciós menetet a szelvényen is ábrázoljuk lyukszalagvezérlésű rajzológéppel. Az elkészült időszelvényen a kiértékelő geofizikusok kijelölik a szerkezeti vázlatok, térképek alapjául szolgáló időszinteket. Ezek kijelölésénél felhasználják az elektromos karottázs mérések ellenállás- és természetes potenciál görbéit, amelyeket az időszelvényen ábrázoltunk. E célból digitalizálják és lyukszalagra viszik a görbék amplitudóit egy 0,5 mm-es mintavételi távolságonkénti olvasóberendezéssel. Ez a berendezés a Szeizmikus Kutatási Üzem és az ELGI közös fejlesztése.

A lyukszalagon tárolt adatok alapján a helyi terjedési sebesség – mélység szerinti változások ismeretében a számítógép transzformálja időfüggvényre a karottázsgörbe mélységadatait és elkészíti az időszelvény méretaránya szerinti rajz Graphomat-vezérlő szalagját. Jól megfigyelhető, hogy az ellenállásgörbék jelentősebb változásai határozottan kijelölhető időszintekre jutnak. Ez a tény jelentős segítséget nyújt az időszintek kijelölésében.

A kijelölt időszintek egy részéből időtérképek készülnek. Amennyiben a terjedési sebességnek területi változása van – ami hálózatos sebességmérés eredményeként határozható meg –, sebességtérképet kell készíteni és ennek változásai szerint az időtérképet korrigálni kell. Az időtérképek ilyen jellegű korrigálására a program elkészítése folyamatban van. A nagyobb dőlésű visszaverő felületek időszintjeit felületszelvényre transzformáljuk, a sebesség-mélység összefüggés szelvénymenti változását számításba véve.

Az időszelvény – amint tudjuk, – az idő-sebességfüggvényrel dinamikusan korrigált formában áll rendelkezésünkre. Így az időszintek pontjai robbantóponti időknak tekinthetők és bármely időérték fele a hozzátartozó szelvénymenti koordinátájú pontból a reflektáló felületig haladó hullám terjedési ideje. Adott időszint egy pontjában a differenciál-hányados a sebesség-mélység összefüggés számításbavételével meghatározza a kiinduló sugár hajlásszögét. Ennek ismeretében numerikus integrálással oldhatók meg a visszaverődési pont koordinátáit szolgáltató differenciál-egyenletek.

A gépi adatfeldolgozás számára meg kell adni,

1. a robbantópontok koordinátáit.

2. az időszintek töréspontjainak a koordinátáit.

(A robbantópontok és töréspontok koordinátáinak nem kell megegyezni.)

A gép először a robbantópontok koordinátajegyzéke alapján elkészíti a Graphomat-vezérlőszalagot, amely tartalmazza a tengerszint, a felszín, a robbantópontok helye és feliratainak rajzolási utasításait. Ezután áttér az időszelvény-adatok mélységi transzformálására és az időgörbe két töréspont közti részéhez tartozó mélységi pontokat összeköti egymással. Meg kell jegyeznünk, hogy az időgörbe töréspontjaiban nincs egyértelmű derivált, s így a töréspontokból két mélységi pontot kapunk, amelyek összekötése nem indokolt.

A program elkészült és az ellenőrzés több időszelvényen folyamatban van.

Az időszelvényből készült mélységszelvény a mélységzintek térképezésének alapjául szolgál. Megfigyelhető, hogy a folytonos időszintek nagyobb irányváltozásának nem folytonos felületek felelnek meg. A mélységszelvény felhívja a figyelmet az időszintek esetleges hibás kijelölésére is, mert az ezeknek megfelelő felületszakaszok gyakran földtanilag nem indokolhatóan helyezkednek el a mélységszelvényen.

A mélységszelvények korrelálható felületszakaszairól térképek készülnek. Ezek gépi előállításával kapcsolatos problémák már általánosabb érdeklődésre tarthatnak számot, mert minden geofizikai, geológiai térkép előállítása hasonló számítási és rajzolási feladatok megoldását igényli.

A térképek megszerkesztése általában gyakorlott kiértékelők feladata.

A gép által szerkesztett térképek, bár nem adják az izovonalak lesimított görbéit (ezért általában utólagos korrekciót kívánnak), alkalmasak gyors tájékoztatásra.

A térképszerkesztés két fokozatban történik.

1. A rendezetlen pontokra megadott függvényértékek alapján interpolációval meghatározzuk a függvényértékeket szabályos hálózati pontokban.

2. Feltételezzük, hogy a szabályos hálózati pontokból kialakítható háromszög hálózaton belül az értékek már csak lineárisan változnak, s ennek megfelelően meghatározzuk egy-egy izovonal metszését a háromszög oldalain. A megfelelő metszéspontokat egyenes szakaszokkal összekötjük.

A gyakorlatban számos probléma merül fel:

1. Milyen sűrűre válasszuk a hálózatot.

2. Milyen hálózatot válasszunk: négyzethálózatot, egyenlő oldalú háromszögekből állót stb.

3. Milyen interpolációt alkalmazzunk a függvényértékek meghatározására.

A fenti problémák egyrészt programozástechnikai kérdések, másrészt a rajzolható térkép tartalmával vannak szoros összefüggésben.

Meg kell oldani még az összekötendő pontok rajzolási sorrendjének optimalizálását, a szintvonal-értékek gépi beírását, a töréspontok kisimítását.

Vannak elvi problémák is, pl. megvizsgálandó, hogy milyen mértékű eltérés engedélyezhető annak érdekében, hogy az izovonalak szép analitikus jellegűek legyenek.

A szeizmikus információk automatikus feldolgozásának megvalósítása műszerépítési problémákat vet fel. Ezeknek a berendezéseknek a feladata a mérési információknak a számítógépi feldolgozás számára történő átalakítása, tárolása, a felhasznált számítógép olvasóberendezésének megfelelő impulzusok kibocsátása, továbbá a már tárolt információanyag ellenőrzés céljából történő megjelenítése a számítógépből nyert impulzusok alapján.

Ezen a téren az elektronikus számítógépre hárul a műszerek tervezésével kapcsolatban felmerülő számítások elvégzése, illetve az elkészített berendezések működésének ellenőrzése. A digitális információ fogadásához különleges olvasó programra van szükség. Ugyanis a kódkonverterekkel történő adatbeolvasásnál nem biztosíthatók ugyanazok a körülmények, mint a papírszalagos beolvasásnál. A szeizmogramok digitált adatainak feldolgozásához az ELGI-ben az ún. DSKZK programrendszer készült.

A kódkonverterekkel a gépbe juttatott információk ellenőrzésére s a transzformált adatok megjelenítésére gépi görberajzoló program szolgál. Az



ábrázolandó függvényt equidistance pontokban kell megadni. A pontok távolsága változtatható s a függvényértékek is nyújthatók vagy zsugoríthatók. A gépbe juttatott információk szűrése digitális úton hajtható végre. A szűrőprogram számára egy külön lyukszalagon lehet megadni a digitálási távolságot, a kiemelendő frekvenciasáv alsó és felső határát, a szűrő és szűrendő függvény hosszát. A sávkimelítő program a DSZK programrendszer számos szubrutinját használja fel. Ilyenek pl. két „ $n$ ” dimenziós vektor skaláris szorzatának a kérdése, egy „ $n$ ” elemű számhalmaz minimális és maximális elemének kiválasztása, lyukszalagról vagy mágnesszalagról „ $n$ ” darab gépi szó beolvásása, előre meghatározott tároló terület törlése, két pontot összekötő egyenes rajzolását vezérlő lyukszalag készítése. A szeizmikus csatornák ábrázolása előtt digitális amplitúdószabályozás alkalmazható. Területi idő-sebesség összefüggés ismeretében pedig a digitált szeizmogram dinamikus korrelációja valósítható meg.

A szeizmogramok frekvenciaviszonyainak tanulmányozása céljából a Fourier-transzformált közelítő értékét meghatározó programot dolgoztunk ki. Az integrálás trapéz-szabállyal történt. Az általánosság érdekében a program lehetőséget nyújt mind az idő-, mind a frekvenciatartományban a mintavételi távolság tetszőleges megválasztására.

Az általános jellegű Fourier-spektrumot meghatározó program mellett készült gyorsított működésű program is arra az esetre, ha az ordináták száma 4 egész számú többszöröse. A kétdimenziós általános frekvenciaanalizáló programok jelenleg kidolgozás alatt állnak. Program készült mind az elméleti, mind a szeizmikus csatornából számítható jelalak meghatározására. A programok Ricker-wavelet formákat számítanak, illetve Robinson eljárásával az autokorrelációs függvény spektrumából határozzák meg a legvalószínűbb jelalakat.

A szeizmogramok értelmezését zavaró reverberációk és ghostok gyengítésére, valamint az altalaj szűrőhatásának kiküszöbölésére a szakirodalomban az ún. dekonvolúciós szűrés alkalmazását ajánlják.

Külön program készült a dekonvolúciós szűrés folyamatára. A dekonvolúciós szűrőfüggvény értékeit a kívánt diszkrét pontokban egy lineáris egyenletrendszer gyökeiként kapjuk, amelynek baloldalát a szeizmikus csatorna kovariancia értékei alkotják, s jobboldalát annak az elméleti feltevésnek alapján írhatjuk fel, hogy a transzformált szeizmikus csatorna fehér zajszerű viselkedése miatt az autokorrelációs függvény csak az origóban különbözik a zérustól.

A vázolt elméleti megfontolások alapján kapott egyenletrendszert a Levinson által javasolt algoritmussal oldja meg a program.

Elméleti modellen kísérleti számítást végeztünk a vertikális és horizontális stacking eljárás tanulmányozására.

Az elméleti szeizmogramokat Neuman eljárása szerint generált véletlen számok szűrésével és Ricker-waveletek szuperponálásával állítottuk elő. Az elméleti szeizmikus csatornákat, valamint a dinamikus korrekció, a vertikális és horizontális stacking után a feldolgozás eredményeként kapott csatornákat Zuse Graphomat-tal ábrázoltattuk. Elméleti szeizmogramon ellenőriztük a kétdimenziós sebességszűrés programjának működését is. A kétdimenziós szűrőfüggvény mérete s a látszólagos sebesség paraméterszalagon oldható meg.

A sebességszűrés folyamatát sávkimelítő szűréssel kombináltuk. A frekvencia-határok ugyancsak paraméter-szalagon adhatók meg.

Az elkészült és ellenőrzött programok alapján megállapítható, hogy a szeizmikus információ-feldolgozás rendkívül munkaigényes folyamat. A feldolgozási idő jelentős csökkenése várható az alkalmazott szűrőfüggvények célsze-

rű átalakításától (ablakolások, rekurzív szűrők). Az új matematikai és programozástechnikai eljárások mellett jelentős eredményeket ígér a műszeres fejlesztés is.

Külön berendezés készül pl. a konvolúciós szorzatösszegek képzésére, a dinamikus és sztatikus korrekció végrehajtására. A szeizmikus digitális információ feldolgozása széleskörű szervező munkát igényel. Magas követelményeket támaszt a számítógéppel szemben. A szeizmikus információk gépi feldolgozásának ipari szintű alkalmazása előtt még számos problémát kell megoldani.

Az eddigieket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy bár a digitális szeizmikus eljárás mint önálló kutatási lehetőség még csak kísérleti állapotban van, mind a Szeizmikus Kutatási Üzemben, mind az *ELGI*-ben az elektronikus számítógép és rajzológép kiterjedt és rutinszerű alkalmazására máris sor került a reflexiós adatok feldolgozása terén. Ez lehetővé teszi a hasznos információk kiemelését és segíti a kiértékelőket és értelmezőket feladatuk végrehajtásában.

---

### EGYESÜLETI HÍREK

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1968. szeptember 23 – 27. között lezajlott XIII. Szimpóziumán mintegy 60 külföldi és csaknem 300 magyar résztvevő előtt 3 szekcióban 40 előadás hangzott el.

Az előadások anyaga 1969. év során a Magyar Geofizikában és a Geofizikai Közleményekben jelenik meg.

A Szimpóziumhoz kapcsolódó tanulmányi kiránduláson 130 résztvevő előtt 2 szakmai ismertető hangzott el.

A Szimpózium ideje alatt nagy sikerű magyar műszerbemutatót rendeztünk, melyen a geofizikai műszerek fejlesztésével foglalkozó valamennyi intézmény képviseltette magát.

---

A Magyar Geofizika 4 – 5. számában megjelenő cikkek közül az alábbi jelzések magyarázata adjuk:

\*1. jelű cikkek előadásként az 1968. március 26 – 27-i „Tavaszi Ankéton” hangzottak el. Ezen az ankéton olyan fiatal geofizikusok adtak elő, akiknek ez volt az első előadásuk ilyen szinten. A lapban való megjelentetésük az elhangzott előadás szakmai elismerését jelenti.

\*2. jelű cikkek előadásként az 1968. június 3-i „Automatizálási és Információfeldolgozási Ankéton” hangzottak el.

*Hegymegi L. – Körmenői A. – Szulyovszky I.:* A „Tavaszi Ankéton” elhangzott előadásának anyaga helyhiány miatt a IX. évf. 6. számában jelenik meg.

# Modellszámítások alkalmazása a szeizmikus adatfeldolgozás és értelmezés előkészítésében<sup>\*2</sup>

MESKÓ ATTILA – RÁDLER BÉLA

*A szeizmikus adatfeldolgozásban a modellszámítások két helyen kaphatnak szerepet:*

1. rutinprogramok kipróbálásában,
2. rutinprogramoktól független elvi és technikai modellkísérletekben

*Az első csoportban felülvágó szűrősorozat, optimum simítószűrő és sebességszűrő programjainak ellenőrzését mutatjuk be. A felülvágó sorozat tervezésében gazdaságossági szempontokat is figyelembe vettünk, a szűrés néhány egyúthatóból álló súlyfüggvény valósítja meg. Hangsúlyozzuk a sebességszűrővel kapcsolatban a felülvágó utószűrés szükségességét.*

*A második csoport technikai példája: mintavételi távolság és dinamikai tartomány hatása az autokorrelációs függvényre.*

*Elvi modellvizsgálataink közül a ghost-tevékenység paramétereinek az autokorrelációs függvény alapján történő meghatározását mutatjuk be.*

*Megállapítottuk, hogy a ghost jelentkezésének helye és a reflexiók egyútható bizonyos hibával határozható meg. (3. táblázat).*

*При обработке сейсмических данных расчеты на моделях могут иметь место:*

1. в опробовании производственных программ;
2. в теоретическом и техническом моделировании, независящем от производственных программ.

*В первой группе излагается способ проверки программ фильтра высоких частот, а также оптимального сглаживающего и скоростного фильтров.*

*При создании фильтров высоких частот была принята во внимание экономичность расчетов; фильтрация осуществляется весовой функцией с несколькими коэффициентами.*

*В связи со скоростной фильтрацией подчеркивается необходимость дополнительной фильтрации верхних частот.*

*Во второй группе дается технический пример влияния расстояний отсчетов и динамического диапазона на функцию автокорреляции.*

*Из теоретических исследований излагаются работы по определению параметров отражений-спутников на основании функции автокорреляции.*

*Установлено, что место прихода спутника и коэффициент отражения определяются с некоторой погрешностью (см. таблицу 3).*

*Die Modellrechnungen können in der digitalen Verarbeitung der seismischen Daten an zwei Stellen eine Rolle spielen, und zwar,*

1. bei der Kontrolle der Routine-Programme, und
2. bei theoretischen und technischen Modellversuchen, die von Routine-Programmen unabhängig sind.

*In der ersten Gruppe behandeln wir die Kontrolle der Programme des Tiefpass-, Optimum-Glättung- und Geschwindigkeitsfilters.*

*Bei der Berechnung der Tiefpassfilter wurden auch die ökonomischen Gesichtspunkte in Betracht gezogen, die Filtration wird durch eine nur einige Koeffizienten enthaltende Gewichtsfunktion verwirklicht. Wir betonen die Notwendigkeit der Anwendung eines Tiefpassfilters als „Nachfilter“ im Zusammenhang mit dem suboptimalen Geschwindigkeitsfilter.*

*Das Beispiel zu technischen Modellrechnungen der zweiten Gruppe ist die Untersuchung des Einflusses des Auswahlspunktabstandes und der Dynamik auf die Autokorrelationsfunktion.*

*Wir zeigen von unseren theoretischen Untersuchungen mit Modellrechnungen das Bestimmen der „Ghost“-Parameter aufgrund der Autokorrelationsfunktion.*

*Wir stellen fest, dass der Ort und der Reflexionskoeffizient der Ghostreflexion sich nur mit einem gewissen Fehler bestimmen lassen (Tabelle 3.)*

## 1. Bevezetés

Az utóbbi 6 – 8 évben kifejlesztett digitális feldolgozás gyökeres változásokat hozott a szeizmikában. Olyan átalakítási lehetőségeket tett reálissá, melyek-

re a hagyományos feldolgozás során – gyakorlati okokból – gondolni sem lehetett. A feldolgozási program kialakításában a hullámterjedés reális modelljét vehetjük alapul. Tudatos törekvésünk minden egyes zavaró hullámtípus felismerése és eltávolítása, hogy a réteghatárookra jellemző valódi reflexiók végül tisztán álljanak az értelmezés rendelkezésére.

A digitális feldolgozás jóval több lehetőséggel rendelkezik a jel/zaj arány javításában, mint a hagyományos. A legegyszerűbb példa erre az időbeli szűrés. Az analóg feldolgozásban a szűrők: *sávszűrők*, melyeknek meredeksége, illetve átteresztési tartománya változtatható. A digitális szűrők karakterisztikája szinte tetszőleges alakú, és ennek megfelelően a sávszűrők mellett ismerünk és használunk

- alakszűrőt (shaping filter)
- illesztett szűrőt (matched filter)
- simító szűrőt (smoothing filter)
- detektáló szűrőt (detecting filter)
- inverz vagy dekonvolúciós szűrőt.

A feldolgozás egyes lépései számítógéppel végzett matematikai műveletek során valósulnak meg. A műveleteket a számítási program írja elő és rendszerezi. A program *érdemi* része az, hogy milyen műveleteket és milyen sorrendben kell elvégezni. Ez – a kiemelő, illetve eltávolítandó komponensek definiálása után – a jelenségek leírásának modelljéből vezethető le. A program *technikai* része a műveleteknek a konkrét, számítógép követelményeitől függő formában utasítássorozatként való megadása.

A matematikai modellezés a számítási folyamatban két különböző szerepet tölt be:

1. A programokat célszerű konkrét matematikai modellen *kipróbálni*. Ezzel ellenőrizzük a programnak mind érdemi, mind technikai helyességét. A modellszámítások egy csoportja tehát szorosan kapcsolódik a feldolgozási programokhoz.

2. A modellszámítások egy másik csoportja a rutinszerűen alkalmazott számítási programoktól független, és a hullámterjedés tárgyalásában, vagy a szeizmogram szerkezetének leírásában alkalmazott feltevések helyességét ellenőrzi. Végül a digitális feldolgozásnak jelen, kezdeti, kísérleti stádiumában szükség volt olyan modellszámításokra is, amikkel technikai korlátaink okozta hibák hatását becsültük meg. Az utóbbi műveletek célja szintén a tényleges bemenet tulajdonságainak analízise. Emiatt nem láttuk szükségesnek az elvi és technikai részletek elválasztását és ezeket is a második csoportba soroltuk.

A dolgozatban, az OKGT Szeizmikus Kutatási Üzem-ben 1967-ben végzett vizsgálatok közül néhányat kiemelve, példákat mutatunk be mindkét csoportra. Az első csoport példái:

- a) Egyváltozós szűrés: felülvágó szűrők-  
optimum simító szűrők-
- b) Kétváltozós szűrés: sebességszűrő kipróbálása modellen-

A második csoport példái:

- a) Technikai jellegű modellkísérlet: mintavételi távolság és dinamika-tartomány hatása az autokorrelációs függvényre-
- b) Elvi jellegű modellszámítás: ghost jelenség paramétereinek meghatározhatósága az autokorrelációs függvényből-

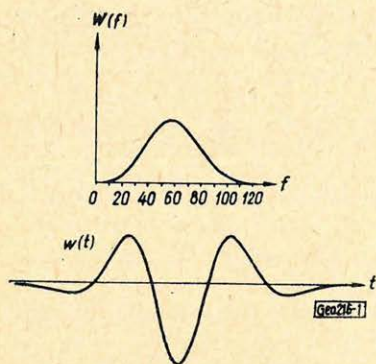
Több ismertetendő modellszámításban kapott szerepet szintetizált szeizmikus csatorna. Emiatt ennek előállítását a példák felsorolása előtt kiemelve írjuk le.

## 2. Szeizmikus csatorna szintézise

Kiindulópontunk a szeizmikus csatorna szerkezetének wavelet-elmélete volt. Számítottunk néhány szimmetrikus waveletet és spektrumaikat. Ezek közül az 1. ábra mutat be egyet. A szintetikus csatorna felépítésében ezt a közelítőleg 50 Hz csúcsfrekvenciájú waveletet használtuk a következő módon;

$$g(t) = \sum_i a_i w \left( t - \sum_{j=1}^i \tau_j \right), \quad (1)$$

ahol az  $a_i$  amplitúdók és a  $\tau_j$  egymást követő időeltolások egyenletes eloszlású rendezetlen változók, melyeket véletlenszám táblázatból vettünk,  $w(t)$  a waveletet (elemi hullámot) leíró függvény. A mintavételi távolságot 1 ms-nek választottuk, egy wavelet hossza 50 ms, a teljes szintetizált csatorna hossza mintegy 1400 ms.



1. ábra. Szimmetrikus wavelet  $w(t)$  és spektruma  $W(f)$

Фиг. 1. Симметричный „wavelet”  $w(t)$  и его спектр  $W(f)$

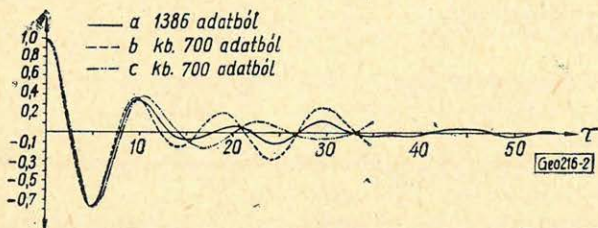
Fig. 1. Das symmetrische „wavelet”  $W(t)$  und sein Spektrum  $W(f)$

Meghatároztuk az autokorrelációs függvényt az első 700 adatból, külön a fennmaradó részből (szintén mintegy 700 adatból), illetve a teljes csatornából: 2. ábra. A három függvény közötti eltérés azt mutatja, hogy még ilyen ideális viszonyok (identikus waveletek, rendezetlen amplitúdók és eltolások) esetében sem kapjuk meg két különböző 700 ms. hosszúságú mintából ugyanazt az autokorrelációs függvényt.

2. ábra. Szintetizált zajcsatorna autokorrelációs függvénye különböző mennyiségű adatból számítva

Фиг. 2. Автокорреляционная функция синтетического канала, подсчитанная по различному количеству данных

Fig. 2. Autokorrelations-Funktion eines synthetischen Kanals berechnet aus verschiedenen Datenmengen



Számítottuk a csatorna spektrumát (3. ábra). A spektrum eltér a szintetizálásban használt wavelet spektrumától, bár annak alapvető tendenciáját tükrözi. A jelentős mértékű gyors ingadozások reális csatornából számított spektrumban is megtalálhatók. Esetünkben világos, hogy az ingadozások *nem* a jel spektrumára jellemzők. Ez a részeredmény összhangban van azzal a gyakorlati tapasztalattal, hogy tényleges csatorna felhasználásával végzett jelalak számításában a csatorna *simított spektrumát* célszerű használni. A csatornát leíró függvény (1), a  $w(t)$  jel és az  $a_i$  amplitúdójú,  $\tau_j$  eltolásoknak megfelelő időpillanatokba helyezett Dirac- $\delta$ -k konvolúciója. Emiatt a csatorna spektruma a konvolúció tétel szerint így írható

$$G(f) = \mathcal{F} \left[ \sum_i a_i \delta \left( t - \sum_j \tau_j \right) \right] \cdot W(f). \quad (2)$$

A  $G(f)$  spektrum alakja akkor egyezhet meg a  $W(f)$ -el, ha az első tényező az  $f$ -től nem függ, azaz konstans. Az  $a_i$ -re és  $\tau_j$ -re más típusú eloszlást felvéve, vagy az egyenletes eloszlást megtartva, de több értéket használva, esetleg kedvezőbb eredményekre jutnánk. Azonban – mint említettük – reális csatornák spektruma hasonló tulajdonságokat mutat. Emiatt a modell és a tényleges viszonyok kapcsolatát kielégítőnek tartottuk.

### 3. Programok ellenőrzésével kapcsolatos matematikai modellek

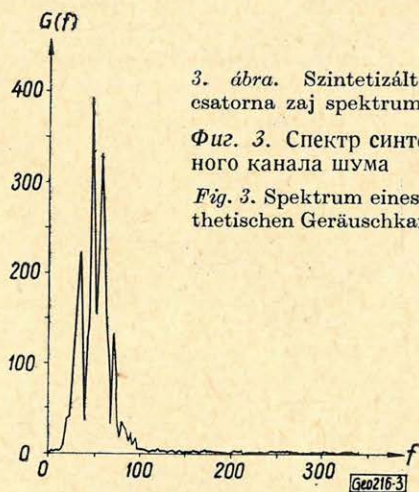
Ebben az esetben a modelleket a tervezett művelet bemeneteként használjuk. Céljuk a program helyességének ellenőrzése vagy teljesítőképességének vizsgálata.

A feladat természetéből adódóan a modelleknek egyszerűeknek, könnyen áttekinthetőeknek kell lenniük.

#### 3.1 Egyváltozós szűrés: felülvágó szűrés és optimum szűrés

A 4. ábra szintetizált csatorna különböző felülvágó szűrőkkel átalakított változatait mutatja be. Az  $m$  a szűrők paramétere. Az  $m = 9, 8, \dots, 1$  számokkal jelölt szűrők 3 dB-es pontjai – az ábrán felülről lefelé haladva; 104 Hz, 92,4 Hz, 80,9 Hz, 69,4 Hz, 57,8 Hz, 46,1 Hz, 34,4 Hz, 22,7 Hz, 10,3 Hz. A szűrők zérus fázistolásúak. A használt súlyfüggvények hossza: 11, 13, 13, 19, 21, 25, 25, 27, 37 adat.

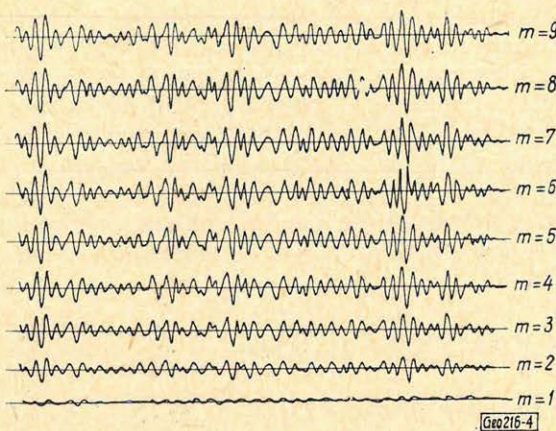
Az ábra a szűrők hatását az időtartományban jellemzi. Az optimum simítószűrő hatását a frekvencia tartományban mutatjuk be az 5. ábrán. A zajt a szintetizált csatorna modellezi:  $n(t) = g(t)$ , a jelet pedig egy  $w_2(t) = s(t)$  wavelet, melynek spektruma eltér a zajétól. A példában a jel csúcsfrekvenciája a zaj csúcsfrekvenciájának a fele. A szintetizált csatorna spektrumát a szűrőtervezésben a  $w(t)$  spektrumával azonosítottuk. Az 5. ábra felső része mutatja a



3. ábra. Szintetizált csatorna zaj spektruma

Фиг. 3. Спектр синтетического канала шума

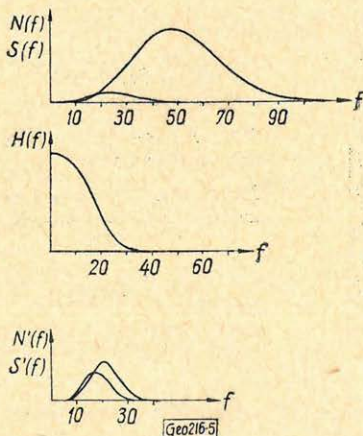
Fig. 3. Spektrum eines synthetischen Geräuschkanals



4. ábra. Felülvágó szűrőkkel átalakított zajesatorna

Фиг. 4. Канал шума, преобразованный с применением фильтров высоких частот

Fig. 4. Ein mit Tiefpassfiltern transformierter Geräuschkanal



5. ábra. Optimum simítószűrő hatása a jel és a zaj spektrumára

Фиг. 5. Влияние оптимального сглаживающего фильтра на спектры сигнала и шума

Fig. 5. Einfluss eines Optimal-Glättungs-filters auf das Spektrum des Signals und des Geräusches

kimeneti csatorna előállítására. A  $h_i(t)$  súlyfüggvényeket kell úgy megválasztani, hogy a kimeneten csak adott sebességtartományba eső beérkezések ma-

jel- és zaj-spektrumokat. A számított optimum szűrő  $H(f)$  átviteli függvénye az ábra középső részében szerepel. A szűrő alkalmazása után a jel és zaj  $S(f)$  és  $N(f)$  spektrumai az ábra alsó részén látható módon alakulnak. A jel/zaj arány javulás a bemutatott ábrán mintegy 20 dB.

A bemeneti -21 dB körüli jel/zaj arányt az optimumszűrő közelítőleg egységnyivé teszi.

Ha az optimumszűrő helyett felülvágó szűrőt használunk, mely a jelet torzítatlanul átengedi, a jel/zaj arány javulás mindössze 4 dB.

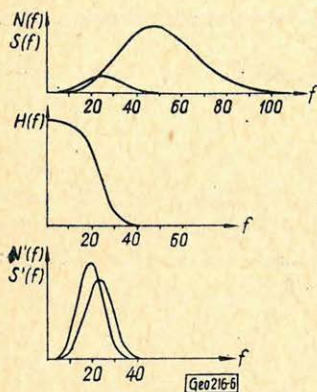
Az optimumszűrő átviteli függvénye, illetve a jel/zaj arány javulás mértéke természetesen függ a bemeneti jel/zaj aránytól. Néhány további példát adunk a 6. és 7. ábrákon, ahol más a bemeneti jel/zaj arány, illetve más spektrumú jelet használunk az optimumszűrő tervezésében. A bemeneti jel/zaj arány növelésével a javulás mértéke kisebb lesz, illetve a sávszűrő és optimumszűrő közötti különbség is fokozatosan csökken.

### 3.2 Sebességszűrés modellvizsgálata

A digitális feldolgozás egyik standard művelete a sebességszűrés alkalmazása (Embree, Burg, 1963). A módszer a jelek és zajok frekvencia – hullámszám síkon elfoglalt tartományainak helyzetéből indul ki. A jeltartományt – mely az  $f$  tengely környezetébe eső ék alakú területrészt – teljesebben és kevesebb veszteséggel tudja elválasztani a zajoktól, mint a hagyományos geofon csoport – időbeli szűrés kombináció. Az eljárás blokk-sémája a 8. ábrán látható: a  $g_i(t)$  csatornákat különböző  $h_i(t)$  súlyfüggvényű szűrőkkel alakítjuk át, majd a kimeneteket összegezzük. Rendszerint 12 csatornát használunk fel egy

radjanak meg. A tervezett sebességszűrők közül annak kipróbálását mutatjuk be, melynél az áteresztett tartomány alsó határát a

$$V_1 \cong \frac{d \text{ méter}}{1 \text{ ms}} \quad (d = a \text{ geofontávolság})$$



6. ábra. Optimum simítószűrő hatása a jel és zaj spektrumára

Фиг. 6. Влияние оптимального сглаживающего фильтра на спектры сигнала и шума

Fig. 6. Einfluss eines Optimal-Glättungsfilters auf das Spektrum der Signals und des Geräusches

pontú felülvágó szűrőt alkalmazva, a nagy dőlésű események amplitúdói jelentősen csökkenthetők.

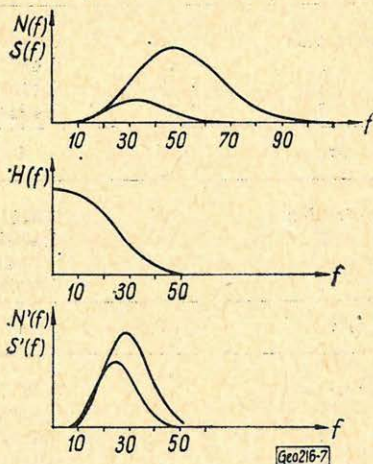
Az alkalmazott szűrők átviteli függvényeinek levágási pontjai közelítőleg 180 130, illetve 100 Hz-nél helyezkednek el. A 130 Hz levágási frekvenciájú szűrővel átalakított sebességszűrő kimenetét a 10. ábra tünteti fel. Látható a jel/zaj

látszólagos sebesség jelöli ki, a szűrő a csatornánként 1 ms, vagy ennél kisebb dőlésű eseményeket ereszti át. A szűrő bemenetétől szolgáló modellünk különböző látszólagos sebességű beérkezéseket tartalmaz, melyek a csatornánként 0, +1, +2, +3 és +4 ms dőléseknek felelnek meg. A különböző látszólagos sebességű beérkezések amplitúdó-változásait kívánjuk bemutatni, illetve összehasonlítani, emiatt a 9. ábrán az átalakított szeizmogramoknak csak egy-egy kimeneti csatornáját tüntettük fel egymás alatt. Frekvenciaszűrést itt még nem alkalmaztunk. A bemutatott ábra 12 csatornás sebességszűrő kimenete, de végrehajtottuk a műveletet 10, illetve 8 csatornás sebességszűrővel is. Az eredmények között nem volt lényeges eltérés. Feltűnő azonban, hogy a 2, 3 és 4 ms dőlésű beérkezések amplitúdóját a sebességszűrő nem csökkentette megfelelően. Ennek oka a spektrumismétlődés. A javítás módja felülvágóval végzett „utószűrés”. Különböző, egyre alacsonyabb frekvenciákhoz eltolt levágási

7. ábra. Optimum simítószűrő hatása a jel és zaj spektrumára

Фиг. 7. Влияние оптимального сглаживающего фильтра на спектры сигнала и шума

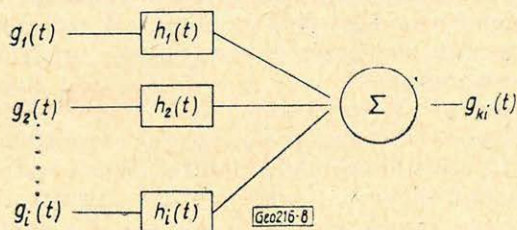
Fig. 7. Einfluss eines Optimal-Glättungsfilters auf das Spektrum des Signals und des Geräusches





arány jelentős javulása. A számítássorozat eredményeit az 1. táblázatban foglaljuk össze. Az  $m$  a sebességszűrésben használt csatornák száma, 1, 2, 3 az alkalmazott frekvencia szűrőket jelöli,  $\frac{\tau}{\Delta x} = 0, 1, 2, 3$  és 4 a dőléseket adja meg. A táblázatban szereplő értékek a kimenet egyszeres amplitúdói normálás után.

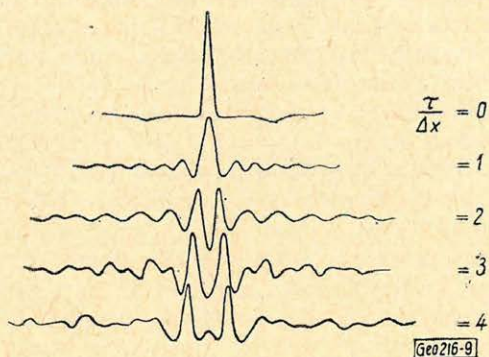
Látható, hogy az utószűrő alkalmazása jelentős javulást eredményez, míg a csatornaszám kevésbé befolyásolja az eredményeket.



8. ábra. Sebességszűrés bloksémája

Фиг. 8. Схема скоростной фильтрации

Fig. 8. Blokschema einer Geschwindigkeitsfilterung



9. ábra.

12 csatornás sebességszűrő kimenete

Фиг. 9. Выход 12-канального скоростного фильтра

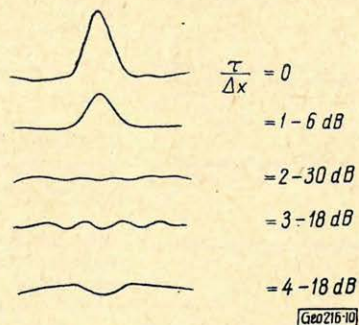
Fig. 9. Ausgang eines Geschwindigkeitsfilters mit 12 Kanälen

1. táblázat

$\Delta\tau$	0	1	2	3	4	
szűretlen	1,0	0,3206	0,3310	0,3823	0,4016	
1	1,0	0,4371	0,0806	0,1875	0,2486	$m = 12$
2	1,0	0,4731	0,623	0,0943	0,1691	
3	1,0	0,4924	0,0758	0,0580	0,1627	

$\Delta\tau$	0	1	2	3	4	
szűretlen	1,0	0,3211	0,3333	0,3850	0,4044	
1	1,0	0,4399	0,0989	0,1903	0,2523	$m = 10$
2	1,0	0,7482	0,0818	0,0962	0,1726	
3	1,0	0,4998	0,0868	0,0596	0,1179	

$\Delta\tau$	0	1	2	3	4	$d$
szűretlen	1,0	0,3219	0,3333	0,3890	0,4089	
1	1,0	0,4443	0,1152	0,1946	0,2581	$m = 8$
2	1,0	0,4856	0,0947	0,0996	0,1783	
3	1,0	0,5102	0,0983	0,0670	0,1311	



10. ábra. 12 csatornás sebességszűrő kimenete utószűrővel átalakítva

Фиг. 10. Выход 12-канального скоростного фильтра, преобразованного с применением дополнительного фильтра

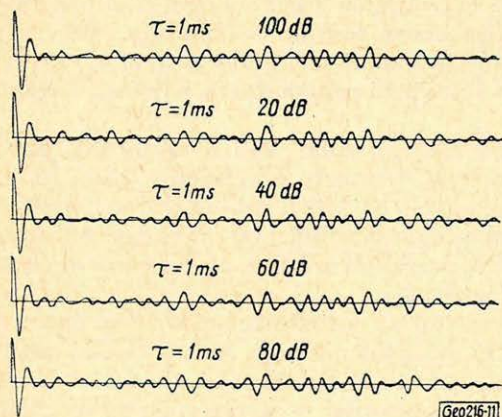
Fig. 10. Ausgang eines zwölfkanaligen Geschwindigkeitsfilters modifiziert durch ein Nachfilter

#### 4. A feldolgozás technikáját és elméletét vizsgáló modellszámítások

A csoportba sorolt modellszámítások nem kapcsolódnak közvetlenül a feldolgozás rutinprogramjaihoz. Segítségükkel alkalmazott feltevéseink realizálását ellenőrizhetjük vagy technikai korlátainknak az eredményekre gyakorolt befolyását kontrollálhatjuk.

##### 4.1. Mintavételi távolság és dinamikartomány hatása az autokorrelációs függvényre

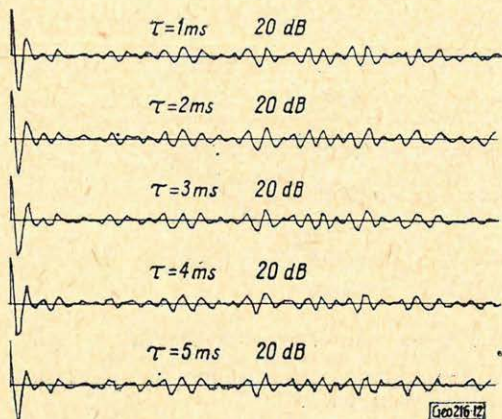
Az autokorrelációs függvény nemcsak számos további művelet kiindulópontja, hanem az értelmezés önálló segédeszköze is (Anstey, 1964, 1966). Felmerült az igény gyakorlati használatára a többszörös reflexiók felismerésében. Mivel csak félautomatikus analóg-digitális átalakító áll rendelkezésünkre, a mintavételi távolság csökkentésének korlátai vannak, illetve a berendezés jellegéből adódóan az átfogott dinamika-tartomány csupán mintegy 30 dB lehet. Felvetődött a kérdés, vajon érdemes-e ilyen korlátok esetén a félautomatikus AD konverterrel előállított csatornákból autokorrelációs függvényt számítani.



11. ábra. Zajcsatorna autokorrelációs függvénye rögzített mintavételi távolság és változó dinamikartomány esetében

Фиг. 11 Автокорреляционная функция канала шума при постоянном интервале отсчета и при изменяющемся динамическом диапазоне

Fig. 11. Autokorrelationsfunktion eines Geräuschkanals bei fixiertem Auswahlpunktabstand und veränderlichem Dynamikbereich.



12. ábra Zajcsatorna autokorrelációs függvénye rögzített dinamikataromány és változó mintavételi távolság esetében

Фиг. 12. Автокорреляционная функция канала шума при постоянном динамическом диапазоне и изменяющемся интервале отсчета

Fig. 12. Autokorrelationsfunktion eines Geräuschkanals bei fixiertem Dynamikbereich und veränderlichem Auswahlpunktabstand

Ennek eldöntésére a szintetizált csatorna rendelkezésre álló, mintegy  $100\text{ dB}$  tartományt átfogó és  $1\text{ ms}$  mintavételi távolságú adatrendszeréből számított autokorrelációs függvényt összehasonlítottuk csökkentett dinamikájú, illetve növekvő mintavételi távolságú adatrendszerből számított autokorrelációs függvénnyel.

A számítás-sorozatban a dinamikatarományok:  $100\text{ dB}$ ,  $80\text{ dB}$ ,  $60\text{ dB}$ ,  $40\text{ dB}$ ,  $20\text{ dB}$ : a mintavételi távolságok értékei:  $1, 2, 3, 4$  és  $5\text{ ms}$  voltak.

A számított autokorrelációs függvények közül két sorozatot mutatunk be. Az elsőn (11. ábra) a mintavételi távolság rögzített,  $\tau_m = 1\text{ ms}$ , a dinamikataromány változik. A második ábraszorozaton (12. ábra) a dinamikataromány rögzített és a mintavételi távolság növekszik.

A vizsgálatok szerint — legalábbis az általunk vizsgálthoz hasonló:  $200 - 1000$  adatot tartalmazó,  $50\text{ Hz}$  csúcsfrekvenciájú csatornát használva — a konverter mintegy  $30\text{ dB}$  dinamikája és  $2,5$  vagy  $3\text{ ms}$  mintavételi távolsága az autokorrelációs függvény számításában elegendő.

#### 4.2. Elvi modellvizsgálat: ghost modell

A digitális feldolgozás egyik szűrési művelete a ghostok kiküszöbölése. A leghatásosabb eljárás erre a célra az optimum vertikális stacking (Backus, Burg, 1965). Ezt az eljárást — egyelőre — technikai okokból nem alkalmazhatjuk. Tervezhető azonban egycsatornás ghost szűrők is (Lindsey, 1960). A szűrők paramétere a  $\tau_k$  követési távolság (a valódi és a ghost reflexiók közötti beérkezési idő különbség) és a ghostot létrehozó réteghatárra jellemző  $c$  reflexiók együttható.

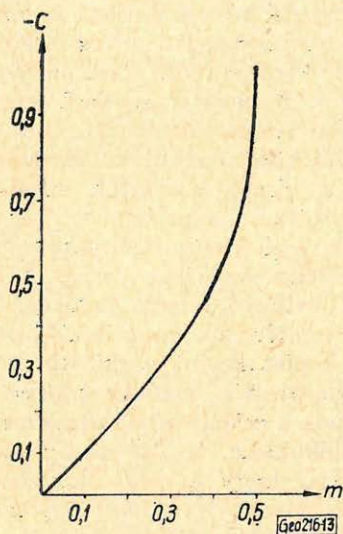
A ghost szűrő tervezése előtt „diagnosztizálnunk” kell a csatornát, azaz meg kell határozni a  $\tau_k$  és  $c$  értékeket. A  $\tau_k$ -t, amely a kétszeres felidő (ha a ghostot létrehozó réteghatár a felszín), számíthatjuk a robbantási mélységből és a robbantópont feletti rétegek sebesség-adataiból. De a csatorna autokorrelációs függvénye is felhasználható  $\tau_k$  meghatározására, a  $c$  reflexiók együttható értéke pedig egyedül így becsülhető meg.

Ha a csatornán ghost tevékenység van, az autokorrelációs függvényen a követési időnek megfelelő helyen negatív csúcs jelenik meg. Az amplitúdó nagysága kapcsolatba hozható a  $c$  reflexiók együttható számértékével. A kiolvasott amplitúdóérték,  $m$  és a reflexiók együttható közötti — egyszerűen levezethető

közelítő összefüggés:

$$c = \frac{1 - \sqrt{1 - 4m^2}}{2m} \quad (3)$$

Ezt a kapcsolatot mutatja be a 13. ábra grafikonja. A kapcsolat számszerű értékeit a 2. táblázat tartalmazza.



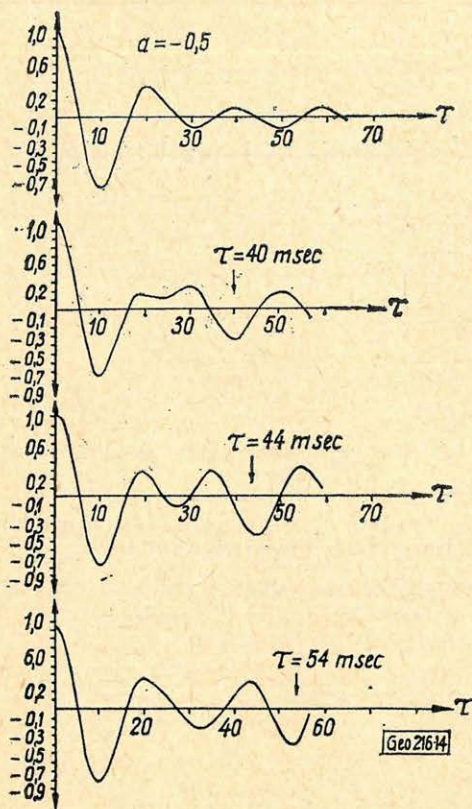
13. ábra. Reflexiós együttható és ghost amplitúdójának grafikonja

Фиг. 13. График коэффициента отражения и амплитуды отражения-спутника

Fig. 13. Diagramm des Reflexionskoeffizienten und der Amplitude der „Ghost“-Parameter

2. táblázat

m	c	m	c
0,00	0,00	0,26	0,28
0,01	0,01	0,27	0,29
0,02	0,02	0,28	0,31
0,03	0,03	0,29	0,32
0,04	0,04	0,30	0,33
0,05	0,05	0,31	0,35
0,06	0,06	0,32	0,36
0,07	0,07	0,33	0,38
0,08	0,08	0,34	0,39
0,09	0,09	0,35	0,41
0,10	0,10	0,36	0,43
0,11	0,11	0,37	0,44
0,12	0,12	0,38	0,46
0,13	0,13	0,39	0,48
0,14	0,14	0,40	0,50
0,15	0,15	0,41	0,52
0,16	0,16	0,42	0,54
0,17	0,18	0,43	0,57
0,18	0,19	0,44	0,60
0,19	0,20	0,45	0,63
0,20	0,21	0,46	0,66
0,21	0,22	0,47	0,70
0,22	0,23	0,48	0,75
0,23	0,24	0,49	0,82
0,24	0,26	0,50	1,00
0,25	0,27		



14. ábra. Az autokorrelációs függvény változása különböző követési távolságnál megjelenő ghost esetében. Reflexiók együttható egységeseen 0,5

Фиг. 14. Изменение автокорреляционной функции в случае отражений-спутников, появляющихся при различных расстояниях прослеживания. Величина коэффициента отражения постоянна и равна 0,5

Fig. 14. Variation der Autokorrelationsfunktion im Falle von sich bei verschiedenen Verfolgungsabständen einstellenden „Ghost“-s. Größe des Reflexionskoeffizienten einheitlich: 0,5

Modelleztük a ghost jelenséget és vizsgáltuk az autokorrelációs függvény változását A c értékét  $-0,1$ -től,  $-0,1$  értékű lépésenként  $-0,7$ -ig változtattuk. A számításokat az összes c értékekkel és  $\tau_k = 40$  ms,  $\tau_k = 44$  ms és  $\tau_k = 54$  ms követési távolságokkal végeztük el. A változás jellegét és mértékét illusztrálja a 14. ábra, melyen  $c = 0,5$ . A negatív csúcsok megjelenése világosan látható, amplitúdóik közel egyenlők. Ez várható is, hiszen a c-érték mindegyik esetben ugyanaz.

A részletes eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A  $c_f$  az együttható felvett értékét, a  $c_{sz}$  a negatív csúcs amplitúdójából a (3) képlet szerint számított értéket jelenti. A  $c_{sz}$  értékeket követő oszlopok a relatív hibát adják meg százalékokban, a  $\Delta\tau_k$  pedig azt mutatja, hogy a csúcs követési időhöz viszonyítva hány ms-mal előbb (negatív előjelű  $\Delta\tau_k$ ) vagy később (pozitív előjelű  $\Delta\tau_k$ ) jelentkezik. A  $\tau_k$  a követési távolság értéke ms-ban.

A táblázatból kitűnik, hogy a  $\tau_k$ , de különösen c meghatározását hiba terheli. A hiba a második oszlopban mindig negatív, a harmadikban végig pozitív előjelű. A szisztematikus előjelviszonyok oka az, hogy a  $\tau_k = 44$  ms értéknél az eredeti autokorrelációs függvény pozitív értékből negatívba vált, míg a  $\tau_k = 54$  ms ér-

3. táblázat

$C_f$	$\tau_k$								
	40 ms			44 ms			54 ms		
	$C_{sz}$	hiba	$\Delta\tau$	$C_{sz}$	hiba	$\Delta\tau$	$C_{sz}$	hiba	$\Delta\tau$
-0,1	-0,0489	51,1%	+8	-0,1589	58,9%	+3	-0,1630	63,0%	-3
-0,2	-0,1306	34,7%	+0	-0,2423	21,1%	+2	-0,2433	21,6%	-2
-0,3	-0,2237	25,4%	+0	-0,3443	14,7%	+1	-0,3350	11,7%	-1
-0,4	-0,3145	21,4%	+0	-0,4549	13,7%	+1	-0,4369	9,2%	-1
-0,5	-0,4000	20,0%	+0	-0,5720	14,4%	+2	-0,541	8,2%	-1
-0,6	-0,4771	20,5%	+0	-0,7102	18,3%	+1	-0,6581	9,7%	-1
-0,7	-0,5444	22,2%	+0	-0,9802	40,0%	+1	-0,7877	12,5%	-1

ték negatívból pozitívba való áthaladással kapcsolatos. Végül  $\tau_k = 40$  ms egy (egyébként pozitív értékű) csúcsra esik. Emiatt az első esetben szisztematikus siettetés, a másodikban késleltetés lépett fel, míg az utolsó esetben (eltekintve a  $c = -0,1$  reflexiók együtthatótól) fázistolás nem volt.

A  $c$  meghatározásának hibája csökken, ha a  $\tau_k$  nő, illetve a  $c - 0,5$  értékig csökken. A  $c = -0,5$  érték után újból rosszabbodást tapasztalunk. Ennek oka az  $m$  és  $c$  kapcsolatának jellege (lásd: 13. ábra). A  $-0,4$  és  $-0,5$  értékek között az  $m$  változása igen érzékenyen befolyásolja a  $c$  értéket, mely akkor  $0,5$  és  $1,0$  között mozog. Emiatt az  $m$  ( $m > 0,4$ ) meghatározásának hibája itt jelentősebben befolyásolja a  $c$  értékét, mint ugyanakkora hiba, ha az  $m$   $0,0$  és  $0,4$  közé esik.

A  $c$  és  $\tau_k$  meghatározásának hibáját tovább növeli zaj jelenléte.

A most bemutatott helyzeten javít, ha a csatorna spektrumában több nagyfrekvenciás komponens szerepel, és a spektrumcsúcs  $50$  Hz-nél nagyobb frekvenciákhoz kerül. Ekkor ugyanis az autokorrelációs függvény főmaximuma keskenyebb és a függvény gyorsabban lecseng. Így az eredeti autokorrelációs függvény a  $\tau_k$ -nál kisebb értéket vesz fel. További javítási lehetőség a  $\tau_k$  követési távolság növelése. Mivel a sebesség adott és a robbantási mélység is csak szűk határok között változhat, az utóbbi módszernek nyilvánvaló technikai korlátai vannak.

### Összegezés

A jelen rövid összefoglalás, mely különböző típusú modellszámításokból igyekezett izelítőt adni, remélhetőleg megmutatta széleskörű alkalmazhatóságukat és a számítási folyamatban betöltött szerepüket.

Nem térhetünk ki a további modellszámításokra, melyek a többszörösökkel, a stacking módszerekkel, vagy dekonvolúciós analízissel kapcsolatosak.

Az egyes példák részleteibe sem merülhettünk el. Talán így is sikerült megmutatni, hogy a matematikai modellezés a modern szeizmikus vizsgálatokban lényeges szerepet kap és a kutató geofizikus fontos segédeszköze.

### IRODALOM

- Anstey, N. A. 1966: The sectional auto-correlogram and the sectional retro-correlogram Geophys. Prosp., Vol. 14. No. 4. 389–427 old.
- Backus, M. M. – Burg, J. P. et al, 1964: A new data processing technique for the elimination of ghost arrivals on reflection seismograms Geophysics, Vol. 29, No. 5. 783–806 old.
- Embree, P. – Burg, J. P. and Backus, M. M.: 1963: Wide-band velocity filtering the pie-slice process Geophysics, Vol. 28, No. 4. 948–974 old.
- Lindsey, J. P. 1960: Elimination of Seismic ghost reflections by means of a linear filter Geophysics, Vol. 25, No. 1. 130–141 old.
- Meskó A., 1967: A sebességszűrés matematikai alapjai, digitális megvalósítása és közelítésének lehetőségei I. rész Magyar Geofizika Vol. 8. 5–6 sz. 165–190 old.
- Meskó A., 1968: II. rész Magyar Geofizika Vol. 9. 1. sz. 1–19 old.

## Karottázs szelvények automatikus feldolgozásával kapcsolatos munkák a Geofizikai Intézetben<sup>\*2</sup>

SEBESTYÉN K. — SZALAY M. — KÖRÖS I. — ROZS G.

A Geofizikai Intézet Mélyfúrási Geofizikai Osztályán karottázs szelvények digitális feldolgozásához több irányú kutató munka folyik. Az egyik a már meglevő nagymennyiségű karottázs-felvétel anyag utólagos számítógépes feldolgozását kívánja lehetővé tenni. Kidolgozásra került egy félautomatikus analóg-digitális átalakító, mely alkalmas felvételek digitális átalakítására és lyukszalagra való rögzítésére.

Továbbfejlesztésként folyamatban van olyan készülék kialakítása, mely 154 mm-nél nagyobb intervallumokban és két tengely menti változások kiolvasására, illetve digitálisítására is alkalmazható.

A másik szintén műszeres fejlesztési munka egy többcsatornás terepi digitális karottázs berendezés létrehozása, a hasonló célú szeizmikus kutatások műszerezettségének felhasználásával.

A harmadik tevékenységi kör karottázs görbék gépi feldolgozására szolgáló programok építésére vonatkozik. Kidolgoztak programot két karottázs görbe kombinatív felhasználására, változó paraléltek mellett. A cikk bemutatja a különböző paraméter-kombinációk által adott réteghatárokat és megállapítja a változó tagoltságú rétegsorokat legjobban felbontó paraméterkombinációkat.

A programépítés további tervei figyelembe veszik azokat a műszeres lehetőségeket és kiértékelési görbesereg-anyagokat, melyek az Intézetnél kidolgozásra kerülnek és a hazai fúróluk vizsgálatokban alkalmazásban vannak.

*В отделе промысловой геофизики Венгерского Геофизического института работа по цифровой обработке каротажных диаграмм проводится в нескольких направлениях. Одной из задач является решение вопроса о дополнительной машинной обработке большого объема имеющихся каротажных диаграмм. Разработан полуавтоматический аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для преобразования кривых в цифровые данные и для нанесения их на перфоленты.*

*В настоящее время разрабатывается устройство для отсчета и представления в цифровом виде величин, изменяющихся в интервале шире 154 мм по двум осям.*

*Дополнительной разработкой является создание многоканальной полевой цифровой каротажной аппаратуры, с использованием блоков сейсмической аппаратуры подобного предназначения.*

*Третья область деятельности отдела заключается в составлении программ для машинной обработки каротажных кривых. Разработаны программы для комплексного использования двух каротажных кривых при изменяющихся параметрах. В работе приводится выделение гранич пластов при помощи различных комбинаций параметров, причем определяются комбинации, отличающиеся оптимальной разрешающей способностью в отношении разрезов с изменяющейся расчлененностью.*

*В планах дальнейшей разработки программ учитываются возможности, предоставляемые существующими приборами, а также разрабатываемый в Институте палеточный материал, применяемый при интерпретации геофизических исследований скважин в условиях Венгрии.*

*In der Bohrlochgeophysikalischen Abteilung des Geophysikalischen Instituts finden verschiedene Arbeiten zur digitalen Bearbeitung von Karottageprofilen statt. Eine von dieser hat den Zweck, eine nachfolgende maschinelle Bearbeitung des vorhandenen umfassenden Karottage-Aufnahmenmaterials zu ermöglichen. Es wurde ein halbautomatischer analog-digitaler Umwandler konstruiert, der geeignet ist, die Aufnahmen in digitale Form umzugestalten und diese auf Lochstreifen zu fixieren.*

*Als eine Weiterentwicklung, die Ausarbeitung einer Einrichtung ist im Gange, die geeignet ist, Daten zu digitalisieren, die sich in einem Intervall grösser als 154 mm und nach zwei Achsen ändern.*

*Eine andere Instrumentenentwicklungsarbeit ist die Konstruktion einer mehrkanaligen digitalen reld-Karottageeinrichtung, wobei die Instrumenteneinheiten der entsprechenden seismischen Forschungen benutzt werden.*

*Ein weiterer Tätigkeitsbereich bezieht sich auf die Ausgestaltung von Programmen für die maschinelle Bearbeitung von Karottage-Kurven. Es wurde ein Programm entwickelt für die kombinati-*

ve Benützung von zwei Karottage-Kurven mit veränderlichen Parametern. Es werden die bei verschiedenen Parameter-Kombinationen erhaltenen Schichtgrenzen vorgeführt und die Parameterkombinationen ausgewählt, die die Schichtenfolgen von veränderlicher Gliederung am besten auflösen.

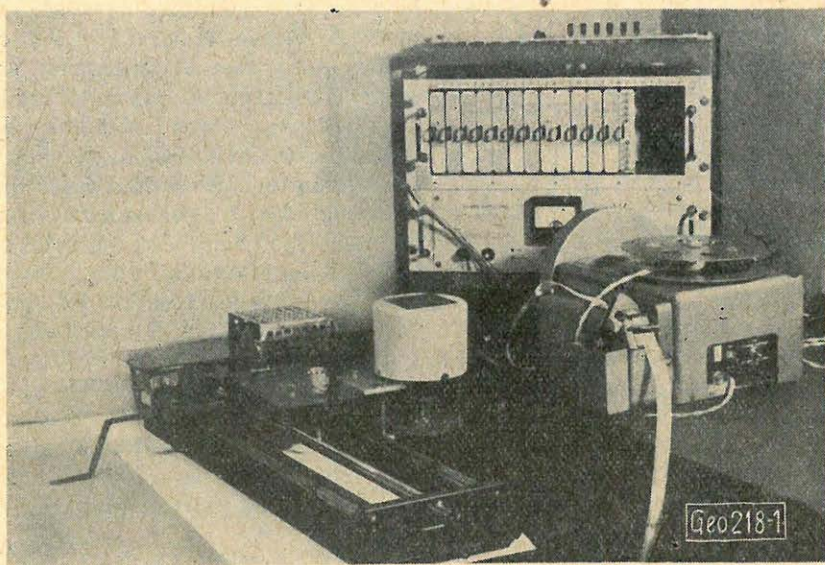
Weitere Pläne der Programmausarbeitung nehmen Rücksicht auf die instrumentelle Möglichkeiten und auf das Auswertungskurvenschar-Material, die sich bei den Arbeiten im Institut ergeben und bei den Bohrlochuntersuchungen im Lande zur Anwendung kommen.

A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Mélyfúrási Geofizikai Osztályán karottázs szelvények számológépes feldolgozására három fő irányban folyik kutató munka.

1. A már meglévő vagy újonnan felvett analog mérési anyag számítógépes feldolgozására analog-digitális kiolvasó és átalakító tervezése fejeződött be és példánya készült el.

2. Többcsatornás terepi digitális karottázs átalakító berendezés tervezése folyik, mágnesszalagos jelerőzítéssel, speciális igények kielégítésére.

3. Számítógépi programok kialakítása van folyamatban karottázs szelvények teljesen automatikus feldolgozására. Az 1. pont alatti fejlesztő munka tulajdonképpen befejezést nyert. Létrejött egy berendezés, mely alkalmas a karottázs diagrammok félautomatikus kiolvasására, a kiolvasási értékek kódolására és lyukszalagra való lyukasztására. (1. ábra).



1. ábra. Kiolvasó és digitalizáló készülék

Фиг. 1. Считывающее цифровое устройство

Fig. 1. Einrichtung für Ablesen und Digitalisierung

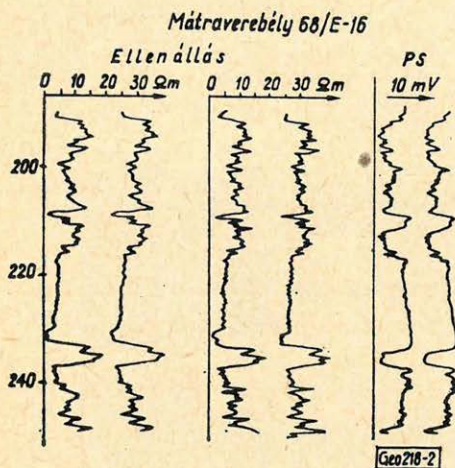
A bemutatott készülék működése azon alapszik, hogy a kiolvasott görbe, vagy ponthalmaz egyik tengely menti változásait, melyek egy megadott nulla vonal egyik oldalára esnek, egy kiolvasó fej segítségével digitalizálható változásokká alakítja, mely megfelelő elektronika közbeiktatásával lyukszalag-perforátort vezérel. A kialakított berendezéseknél a Finommechanikai Vállalat által más célra kifejlesztett digitalizáló fejet alkalmazzuk.



A készülék félautomata jellege abban van, hogy a kiolvasni kívánt görbét az operátornak egy szátkereszttel kell követni. Ez a megoldás az egyszerűbb típusú automatikus átalakítókhöz viszonyítva előnyös, mert az utóbbiakhoz a görbét elő kell rajzolni, míg az előbbi szinte ugyanennyi idő alatt már a kész lyukszalagot produkálja.

Néhány szót a kiolvasó pontosságáról és sebességéről. Mivel a hazai műszerekkel felvett karottázs regisztrátumok 70, illetve 154 mm maximális kitérésűek, a kiolvasó is ezen két tartományra készült úgy, hogy a tartományt mindkét esetben 1000 részre bontva olvassa ki, azaz a végkitérés 1000 egységnek felel meg. Így a kiolvasás pontossága a 154 mm-es tartományban közel 0,15, a 70 mm-es tartományban 0,07 mm. Ez az adott feladatra messze kielégítő, mivel a rajzvonala ennél lényegesen vastagabb.

A teljes berendezés reprodukáló képességét a 2. ábra mutatja.



2. ábra.: A kiolvasott és grafomáttal újra visszarájzolt görbék összehasonlítása

Фиг. 2. Сопоставление каротажных кривых, преобразуемых считывающим устройством, с кривыми, перезаписанными при помощи графомата

Fig. 2. Vergleich der zur Ablesung gelangenden und der mit Graphomat nachgezeichneten Kurven

A kiolvasás sebessége a kiolvasandó görbe differenciáltságától függően lehet 15, 30, 60, 120 kiolvasás/perc. A felső határt az operátor ügyessége szabja meg. A kiolvasások 0,25; 0,5 és 1,0 mm-es lépésekben történhetnek, szintén a görbe differenciáltságától függően. A készülék a karottázs felvételek digitális átalakítását és lyukszalagra való rögzítését jelen formájában kielégítő mértékben megoldja. A lyukszalagra olyan információk is rávihetők, melyek a mérésanyag jellegére vonatkoznak.

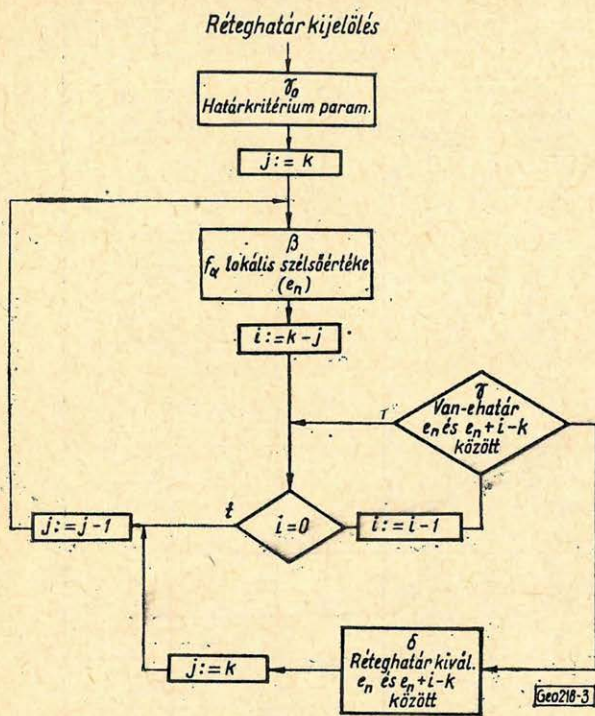
Továbbfejlesztésként folyamatban van olyan készülék kialakítása, mely 154 mm-nél nagyobb intervallumban és két tengely menti változások kiolvasására, illetve digitalizálására is alkalmazható. Ezzel lehetővé válik pl. szintvonalak, izovonalak, egyéb ponthalmazok koordinátáinak kiolvasása és digitalizálása.

A 2. pontban említett terepi digitális jelrögzítő berendezés kialakítása

folyik és fő jellegzetessége lesz, hogy maximális mértékben igyekeznünk felhasználni a szeizmikus műszerfejlesztés eredményeit.

3. A programépítés területén olyan teljes programrendszer kialakítását tűztük ki célul, mely a kiértékelést olyan mértékben automatizálja, hogy a kiértékelőnek csak a részkiértékelések módszereire és az alapinformációk közlésére kell szorítkoznia.

Ennek első lépésője a réteghatár program, melynek célja a homok – agyag rétegek elkülönítése és a réteghatárok megállapítása. A program folyamán végrehajtott műveletek vázlatát 3. ábránk mutatja. Mint látható, a számítógép meghatározza a kiértékelendő görbe lokális szélső értékeit és összehasonlítja



$$f_{\alpha}(h) = g(h) + \frac{\text{Max } \varrho}{\text{Max } SP - \text{min } SP} SP(h)$$

$$\gamma_0, k_1 = C_1 \cdot \text{Max } \varrho, \quad k_2 = C_2 \cdot \text{Max } \varrho$$

$$\gamma = [(k_2 < e_n) \mathbb{K}(k_2 < e_n + i - k)] \mathbb{A}(|e_n - e_n + i - k| > k_1)$$

3. ábra. Programvázlat

Фиг. 3. Схема программы

Fig. 3. Programskizze

$$f(h) = \varrho(h) + \frac{\varrho_{\text{max}}}{SP_{\text{max}} - SP_{\text{min}}} SP(h),$$

A réteghatár tényleges helyét a program a (*max-min*)-érték felső 0,4-hez tartozó pontban választja meg, ami elég egyszerű, bár nem mindig kielégítő eljárás.

A 4a–4b ábrában ugyanazon fúrás két különböző jellegű szakaszáról a 3. ábrán vázolt eljárással készült kiértékelés látható.

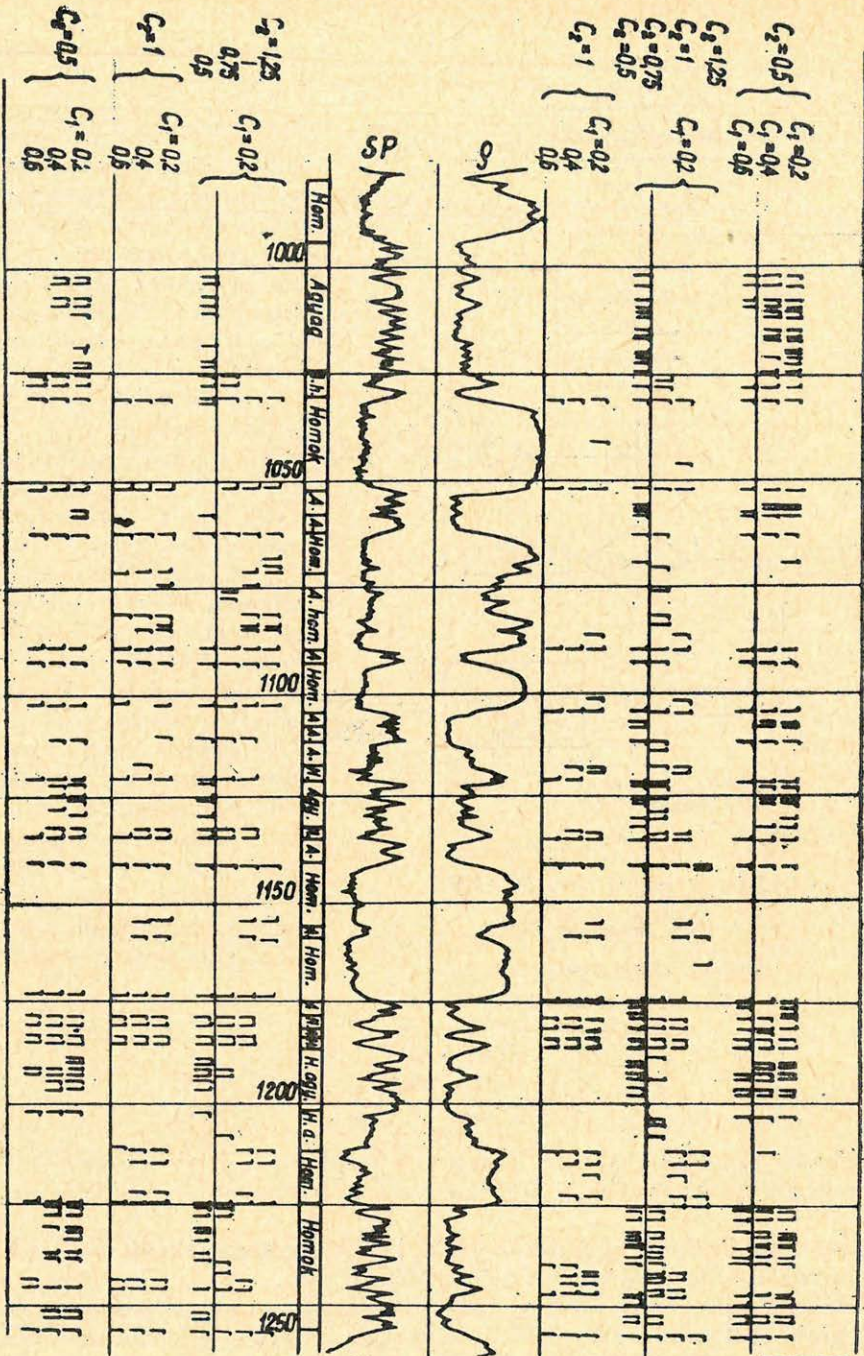
Az ábrák fejlécében a rétegekijelölésnél alkalmazott küszöbértékek szerepelnek. A görbétől balra a súlyozott összeggörbe, jobbra az ellenállás görbe alapján számított réteghatárok vannak feltüntetve.

A 4a ábra egy fúrás felső 1000–1250 m közötti szakaszát és a számítógép által meghatározott réteghatárokat adja. Ezt a szelvényszakaszt tipikusan jó, könnyen értelmezhető karottázsgörbék jellemzik. A vastag, tiszta homokok bármely paraméterválasztásnál megbízhatóan jelentkeznek. Egy-két beállítás-

ezeket két küszöb-értékkel:  $K_1 = C_1 \varrho_{\text{max}}$  és  $K_2 = C_2 \varrho_{\text{max}}$ -szal. A figyelembe vehető szélsőértéknek nagyobbak kell lennie  $K_2$ -nél és a réteghatár kijelölése szempontjából számbajövő értékváltozásoknak nagyobbak kell lennie  $K_1$ -nél. A  $K_1$  és  $K_2$  értékeket előbbieket szerint a  $C_1$  és  $C_2$  paraméterek szabályozzák.

A kiértékelő előre megjelölheti a  $C_1$  és  $C_2$  felhasználni kívánt értékeit és a kapott réteghatár-adatokat a feladat természetének megfelelően hasznosíthatja.

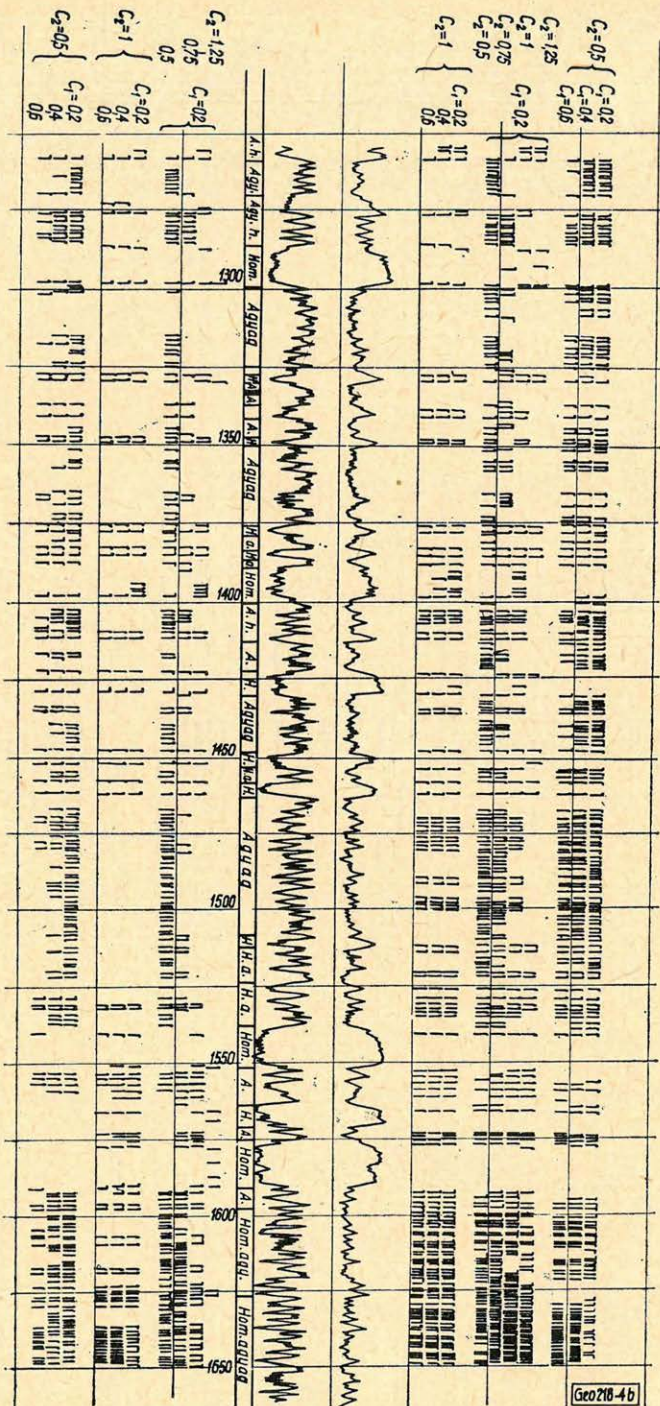
A kiértékelés alapjául célszerű rövid szondahosszú szimmetrikus görbét használni (pl. 40 cm-es pot. szonda vagy PS). Minthogy egyetlen görbe szétválasztóképesége még biztosan agyag–homok rétegsoron belül sem eléggé egyértelmű, ezért célszerű a tagoláshoz több görbe kombinációját felhasználni. Ilyen kombinációs lehetőség pl. a következő súlyozott összegezés:



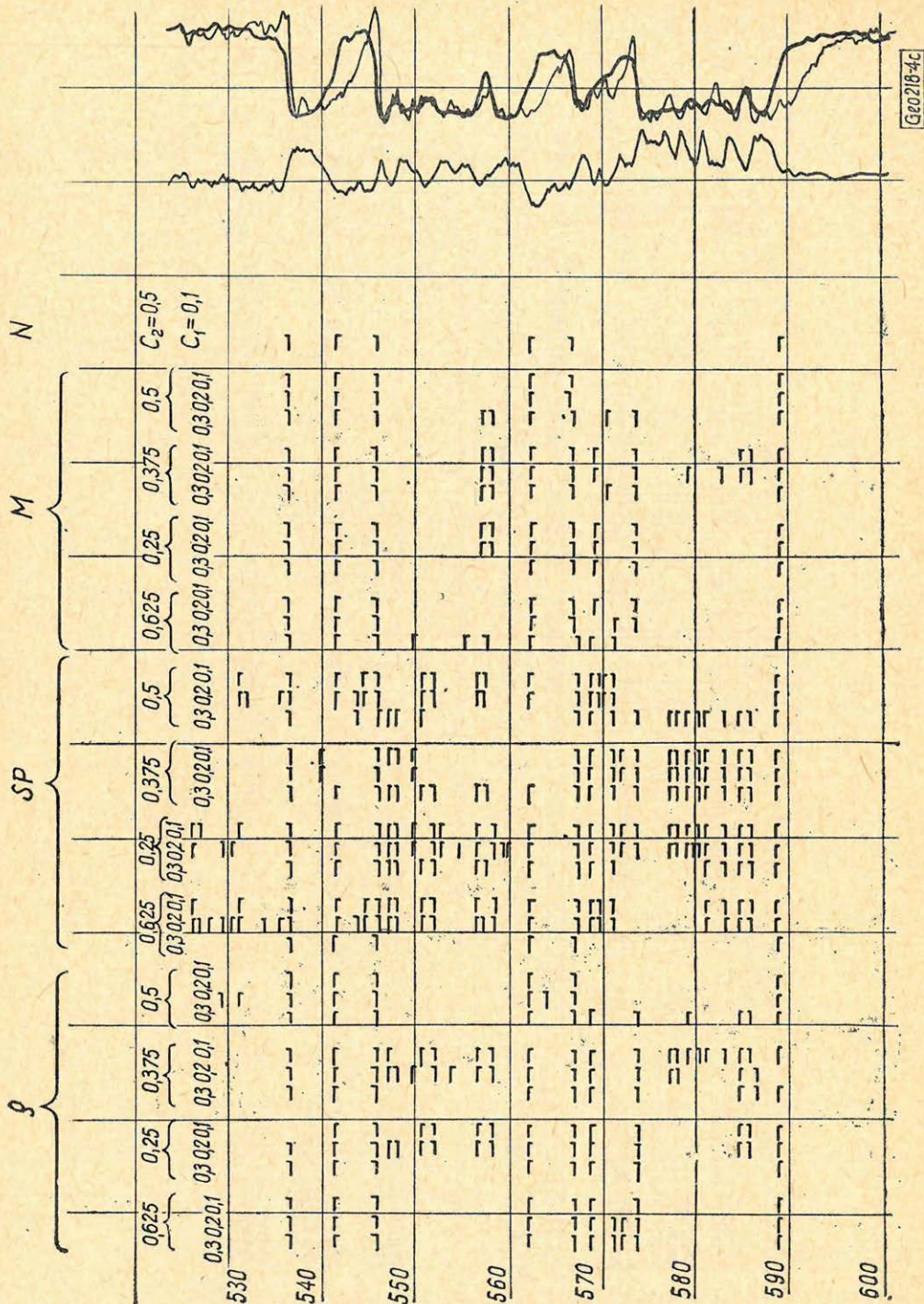
4a ábra. Rétegekijelölés különböző paraméterek alapján

Фиг. 4a выделение пластов по различным параметрам

Fig. 4a. Bestimmung von Schichtenfolgen auf Grund verschiedener Parameter



4b ábra. Rétegekijelölés különböző paraméterek alapján  
 Fig. 4b. Выделение пластов по различным параметрам  
 Fig. 4b. Bestimmung von Schichtenfolgen auf Grund verschiedener Parameter



4c ábra. Rétegekijelölés különböző paraméterek alapján  
 Фиг. 4в Выделение пластов по различным параметрам  
 Fig. 4c. Bestimmung von Schichtenfolgen auf Grund verschiedener Parameter

nál azonban csak ezek jelentkeznek: a  $C_2 = 1$  állások mindegyike ilyen. Tehát ha az ismertett program segítségével csak a vastag, tiszta homokrétegeket kívánjuk meghatározni, akkor a  $C_2 = 1$  küszöböt kell alkalmazni. Ha a küszöb-értékekkel lefelé haladunk, egyre több réteg meghatározására kerülhet sor. A szélső réteghatározlopok a jelen kiértékelés legalacsonyabb küszöbértékeivel készültek és ennek megfelelően a legtöbb réteghatárt tartalmazzák. A program a szelvénygörbék csaknem minden értelmezhető anomáliáját kiválasztja, pl. az 1160 – 1200 m közötti szakaszon, ahol a kézi kiértékelése 2 db 1 m-es homokot jelölt ki, a program 5 homokréteget ad meg.

A részletes elemzés azt is megmutatja, hogy a karotázás görbék baloldalán szereplő réteghatárok, melyek az összeggörbe alapján kerültek kijelölésre, realisabbak, mint a jobb oldalon levő, csak az ellenállásgörbén alapulók.

A 4b ábra ugyanezen fúrás 1250 – 1650 m közötti szakaszának felépítését mutatja. Erre még fokozottabban érvényesek mindazok a megállapítások, melyeket az előző ábra alapján tettünk. A néhány nagyobb összefüggő tiszta homokrétegtől eltekintve, a szelvény teljes hosszában homokos agyagot ad meg a kézi kiértékelés, míg a gép ezeket a szakaszokat is részletesen tagolja. Vízkutatás szempontjából a bemutatott esetekben bizonyára nem a legrészletesebb tagolás lesz érdekes a kiértékelő számára, de ha pl. az agyag és homok arányát kívánja a szóbanlevő fúrásban meghatározni, akkor a részletesebb bontás a valósághoz közelebb álló képet ad.

A 4/a és 4/b ábra szelvényének részletes tanulmányozása megmutatja azt is, hogy egyes esetekben a gép csak az egyik réteghatárt jelölte ki. Ez leginkább akkor következett be, amikor a figyelembe veendő változások a küszöbérték környezetébe estek. A program megfelelő kiegészítésével ez a fogyatékoság kiküszöbölhető.

Egy további feldolgozást mutat a 4c ábránk. Ezen csupán egy érdekes jelenséget kívánunk megmutatni, ti., hogy a SP görbe részletes tagolását az ellenállásgörbe kisebb változékonysága jelentősen lerontja és a kiolvasott rétegek számát jelentősen csökkenti.

Ebből is látható, hogy a program nem tartalmaz közvetlen korlátokat a rétegvastagságra vonatkozóan. A rétegvastagság hatása csak az anomália csökkenésén keresztül érvényesül. (A réteghatár helyének definiálására szolgáló utasítás is változtatható lehet.)

A program útján történő jó rétegfelbontáshoz tehát helyesen megválasztott alapgörbék és ezekre a görbékre a feladatnak megfelelő kritériumok kellene.

A program továbbfejlesztési lehetőségei adottak: a kijelölt rétegekre a karotázás görbék látszólagos értékei kiolvashatók, a szükséges mértékben korrigálhatók.

A nyert korrigált paraméter-értékek, megfelelő algoritmus felhasználásával, a lithológia megállapítására, illetve további számítások alapjául szolgálhatnak.

# Rétegsor-azonosítás Algyőn a felsőpannon produktív öszlethen MINSZK-2 elektronikus számítógép segítségével\*<sup>2</sup>

DERES JÁNOS

A hazánkban alkalmazott azonosítási módszer ismertetése után az előadás rátér az elektronikus számológépek felhasználási lehetőségeire és jellemez néhány szakirodalomból ismert gépi azonosítási eljárást. Az ismertetés alapján megállapítja, hogy az említett eljárások közös gyengéje a relatív korrelációs mérőszám, mely csak kútpáronkénti azonosítást tesz lehetővé.

Ismerteti az algyői felsőpannon rétegsor azonosítására kidolgozott keresztkorrelációs gépi programot, melyben bármilyen mélyfúrási geofizikai szelvény felhasználható.

A módszer úgy változtat a keresztkorreláció elvén, hogy a kapott korrelációs hányados független a szelvényről leolvasott amplitúdók abszolút értékétől.

A kiértékelésnél összesen 239 db fúrásrpart képeztek 52 db fúrásból. Bemutatásra kerül a gépi korreláció alapján készült szintvonalas térkép.

Az előadás felhívja a figyelmet azon geológiai következtetésekre, melyek az azonosítási munka eredményeinek tekinthetők.

После обсуждения методов идентификации, которыми пользуются в нашей стране, статья переходит на возможности применения электронных вычислительных машин и характеризует несколько методов идентификации, уже знакомых по научной литературе. На основании изложенного делается вывод, что общим недостатком упомянутых методов является относительная корреляционная характеристика, которая позволяет сравнение лишь двух колодцев.

Статья знакомит с программой, использующей поперечную корреляцию для идентификации верхне-паннонской серии, в которой может быть использован любой каротажный профиль. Метод так изменяет принцип поперечной корреляции, что полученная корреляционная характеристика не зависит от абсолютного значения наблюдаемых амплитуд.

При обработке составили 239 пар бурений из 52 бурений. Публикуется карта изолиний, составленная на основании машинной корреляции.

Статья обращает внимание на те геологические выводы, которые являются результатом идентификационных работ.

Nach einer Besprechung der in Ungarn üblichen Methode der Schichtenidentifizierung, wird auf die Anwendungsmöglichkeiten der elektronischen Rechenmaschinen eingegangen und einige aus der Fachliteratur bekannten maschinellen Identifizierungsmethoden werden erörtert. Auf Grund der Besprechung stellt der Verfasser fest, dass ein schwacher Punkt aller dieser Verfahren dadurch gegeben ist, dass die benutzte Korrelationsmesszahl nur eine Identifizierung zwischen zwei Bohrlöchern zulässt.

Dann wird ein maschinelles Kreuzkorrelations-Program mitgeteilt, welches zur Schichtenidentifizierung des oberen Pannonikums von Algyő ausgearbeitet wurde; dabei können alle die verschiedenen bohrlochgeophysikalischen Profile benutzt werden. Bei der Methode wurde am Prinzip der Kreuzkorrelation eine Modifikation durchgeführt so, dass der erhaltene Korrelationskoeffizient von den am Profil abgelesenen absoluten Amplituden unabhängig ist.

Bei der mitgeteilten Auswertung wurden insgesamt 239 Bohrlochpaare aus 52 Bohrungen gebildet. Es wird eine aufgrund der maschinellen Korrelation konstruierte Niveaukarte mitgeteilt.

Verfasser lenkt die Aufmerksamkeit auf die geologischen Folgerungen hin, welche sich aus der Identifizierungsarbeit ergeben.

A hasznosítható ásványi nyersanyagok kutatásánál alapvető feladat az egyes pontokban különböző minőségi és mennyiségi jellemzőkkel leírt telep legvalószínűbb térbeli kiterjedésének, az egyes jellemzők térbeli változásának

meghatározása. Eredményül olyan izovonalas térképeket kapunk, melyek azonos értékű pontok összekötésekor keletkeznek. Ilyenek az izopach, izoporozitás, izopermeabilitás stb. térképek, de idetartoznak a valamilyen szempontból kitüntetett térbeli pontokon átfektetett felületek (réteghatárfelület, olaj-víz, gáz-olaj, illetve gáz-víz határfelület stb.) vízszintes síkokkal való metszsvonalait tartalmazó szintvonalas térképek is.

Az egyes fúrásokban feltárt réteg- és telepsorozatokban kapott információk összehasonlítása, azonosítása az a munkafolyamat, mely a különböző paraméterértékek térbeli elosztását vizsgálja. Az azonosítási munka során a rendelkezésre álló összes megfigyelés felhasználásával meghatározzuk azt, hogy az egyik fúrásban bizonyos mélységben harántolt réteg a szomszédos fúrásban megtalálható-e, és ha igen, milyen mélységben. Az azonosításnál az objektív adatokat feldolgozó kutató munkája eredményét mint „*a lehetséges esetek közül a legvalószínűbbet*” minősíti, mert a hagyományos módszerekkel végzett azonosítás nem ad lehetőséget a valószínűség számszerű meghatározására.

A hagyományos módszerekkel dolgozó azonosítás jellemzői:

1. A fúrások lemélyítése során nyert összes földtani információ – kvantitatív vagy kvalitatív – felhasználása;
2. A fúrásokban felvett szelvények – túlnyomó részben kvalitatív – felhasználása;
3. A geofizikai kiértékelés felhasználása;
4. A fúrásokban végzett rétegvizsgálatok által kapott összes információ felhasználása;
5. Az azonosításnál – az összehasonlítandó mennyiségek nagy száma miatt – csak néhány „*együttállás*” (korrelációs lehetőség) mélyreható elemzése.

Az elektronikus számítógépeket alkalmazó matematikai módszerek az azonosítási feladatok megoldásában más utat követnek. Általában kevés változóval jellemzik a rétegsort, de a számítógép által adott lehetőségeket kihasználva nagyon nagyszámú korrelációt értékelnek, és az egyes korrelációk jószágát számszerűen megadva lehetővé teszik a legjobb azonosítás egzakt kiválasztását.

Ilyen azonosítási módszert dolgozott ki pl. A. B. Viszteliusz szovjet geológus [1] jellegtelen (vezérszint nélküli) rétegsorok azonosításához. Lényege, hogy az üledékek felhalmozódási dinamikájuk szerint sorszámot kapnak. A kvalitatív jellegű sorszámokból felépíthető az üledéksor összetételének monoton függvénye. A függvények felbonthatók egy szisztematikus és egy véletlenszerű részre. Megfelelő műveletek segítségével a véletlenszerű komponens elnyomható és a rétegsorok a szisztematikus függvényrész alapján összehasonlíthatók.

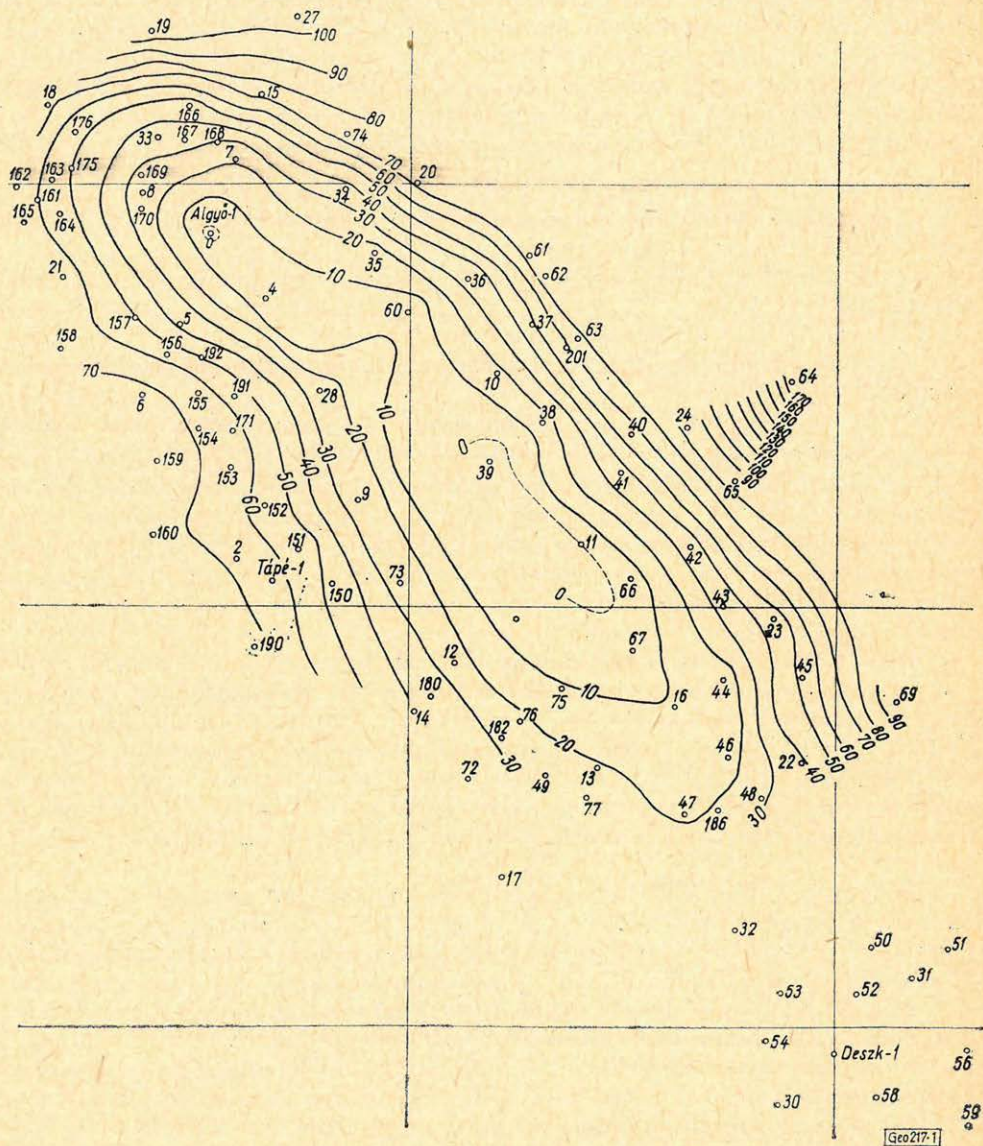
Ismeretes olyan számítógépi program, melyben az azonosítás alapparaméterei: a réteghatárok mélysége, a rétegvastagság, a homok, illetve agyagtartalom (%-ban) stb. [3]. E program különösen erősen változékonny települési viszonyok között rendelkezik előnyös tulajdonságokkal.

A szakirodalomból ismert azonosítási programok közös gyengéje, hogy a korrelációk mérőszáma nem abszolút, csak kút-páronként teszik lehetővé a legjobb azonosítás kiválasztását, nem adnak viszont lehetőséget annak kifejezésére, hogy a rétegsor két kút közti változása milyen mértékben nehezíti meg az azonosítást. Az általunk kidolgozott azonosítási program célja, az azonosítás elvégzésén túlmenően annak megbízhatóságát, valószínűségét számszerűen megadni, hogy segítségével a település nyugodtságát, a telepek konkordan-



ciájának megmaradását jellemezhesük. A program alapja a geofizikában keresztkorreláció néven ismert módszer. Ezt a módszert alkalmazzák az egy fúrásban felvett különböző szelvények mélység vonatkozási pontjának egyeztetésére, a rétegdőlés mérésnél felvett három mikroellenállás-görbe közti mélységtértek meghatározására stb.

Két görbe együttállása akkor helyes, ha azonos hosszúságú szakaszaikon az amplitudók szorzatainak összege maximális. Elvileg e módszer alkalmas két fúrás ugyanazon paramétert tartalmazó szelvényének azonosítására is, de



1. ábra Φυγ. 1. Fig. 1.

nyilvánvaló, hogy a maximális szorzatösszeg által kijelölt azonosítás „jóságára” a szorzatösszeg nem jellemző, mert ez az amplitudók abszolút értékének is függvénye.

Az azonosításra felhasznált görbék amplitudóinak abszolút értékeitől — és ezzel az izapellenállástól, az elárasztási mélységtől, rétegtartalomtól, lyuk-átmérőtől stb. — függetlenül „mérőszámot” ún. korrelációs hányadost kapunk a következő módon. Bontsuk fel az analóg mérési eredményt ( $PS$  — vagy ellenállásgörbét) diszkrét értékekre  $p$  egyenlő lépésközönként, az amplitudó nagyságának számjegyes formában való kifejezésével. Az  $I.$  és  $II.$  azonosítandó fúrásokat tehát  $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m$ , továbbá  $b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_m$  értéksorok jellemzik az  $m \cdot p$  mélységintervallumban, ahol  $a_i$  illetve  $b_i$  az  $I.$ , illetve  $II.$  fúrás valamely karotázis-görbéjének amplitudója az  $i$ -edik mélységi helyen. A keresztkorrelációs módszernél a

$$\sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i.$$

szorzatösszeg jellemzi az  $(n-1) \cdot p$  hosszúságú lyukszakaszok korrelációját. Az általunk bevezetett korrelációs hányados ( $v$ ) csak az összehasonlításra kerülő görbék alaki egyezésére jellemző:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot B_i - \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i}{\sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i - \sum_{i=1}^n A_i \cdot B_{n-i+1}}$$

$A_i$  és  $B_i$  jelöli az  $I.$  és  $II.$  fúrás azonosítására kerülő szakaszain leolvasott amplitudók monoton csökkenő sorozatában az  $i$ -edik amplitudót, melyre igaz, hogy  $A_{i-1} \geq A_i \geq A_{i+1}$ , illetve  $B_{i-1} \geq B_i \geq B_{i+1}$ .

A következőkben feltesszük, hogy  $n = 100$ .

Miután a monoton csökkenő sorba való rendezés biztosítja azt, hogy az egyes  $A_i \cdot B_i$  szorzatokban mindig az összetartozó amplitudó-párok szerepeljenek, a  $v$  érték akkor egyenlő nullával, ha

$$\sum_{i=1}^{100} A_i \cdot B_i = \sum_{i=1}^{100} a \cdot b_i,$$

azaz a két görbe együttállása olyan, hogy az  $I.$  görbe valamennyi amplitudója a  $II.$  görbe amplitudóinak valamilyen  $k$  értékkel való szorzata, ahol  $k > 0$ .

Az azonosítás jósága azonban  $k$  értékétől nem függhet, kiejtéséről a nevező gondoskodik, melyben

$$\sum_{i=1}^{100} A_i \cdot B_{100-i+1}$$

a lehető legkisebb szorzatösszeg.

Az egyes fúrások azonosításra kerülő szakaszainak hosszát a rendelkezésre álló *MINSZK-2* számítógép belső memóriájának nagysága és az egyszerre betáplálható fúrások száma segítségével határoztuk meg. Ennek alapján egyszerre 7 db fúrás 500–500 adata helyezhető el a számítógépben, azaz  $m_{max} = 500$ . A  $p$  értékére, idevonatkozó vizsgálataink alapján  $p = 1$  m-t választottuk, ami

az általánosan használt 1:200 mélységlépték mellett 0,5 cm-es leolvasási sűrűséget jelent.

Az azonosításnál kettős célt tűztünk magunk elé. Az egyes fúrásokban kiolvasott 500 méteres szakaszok (általában 1650 – 2149 m között) azonosítását 100 méterenkénti bontásban és az egész összefüggő rétegsorra vonatkozóan is elakartuk végezni. A 100 méterenkénti bontásban való azonosítás azt jelenti, hogy az I. fúrás 100 adattal jellemzett szakaszának megfelelő szakaszt (100 m) a II. fúrásban 100 méterrel mélyebb, illetve 100 méterrel magasabb helyzetben kerestük, azaz a fúrások között *max. ± 100 m*-es mélységkülönbséget tételeztünk fel. Természetesen az 500 m-es szakasz első métere a másik fúrásban csak az adatsor 1–100 méteres részébe illeszthető be méterenként, ugyanígy az utolsó 100 méter (401–500) csak a 301–401 méteres intervallumban kereshető.

Ez azt jelenti, hogy az első és utolsó 100 adatnál 100 *v* érték közül a többinél pedig 200 *v* érték közül választhattuk ki a legjobb korrelációt jelentő legkisebb *v* értéket. A gyakorlatban ez úgy történt, hogy tapasztalati adatok alapján a 0,6-nál kisebb *v* értékeket irattuk ki. Ha az azonosításra kerülő két fúrás rétegsora ugyanolyan hosszúságú intervallumban helyezkedik el, azaz nem marad ki, vagy nem jön be új réteg, akkor a legkisebb korrelációs hányadosok 100 méterenként követik egymást. A gyakorlatban ez általában nem így van, a rétegsor „*tágulásán*” illetve „*szűkülésén*” túlmenően a leolvasási lépésköz [*Im*] kétszeresének megfelelő hiba elvileg megengedett.

Az egész 500 m hosszúságú összefüggő rétegsorra vonatkozó azonosítás a következők miatt látszott hasznosnak. Az algyői felsőpannon produktív összlet viszonylag konkordánsan települt rétegekből áll [4], a rétegsort agyagos és homokos üledékek ritmikus váltakozása építi fel, ezért a 100 méterenkénti bontásban végzett azonosítás több helyen is ad minimumot a korrelációs hányadosban. A lokális extrémértékek kiszűrése a következő módon történt. A 100 méterenkénti bontást 50 méteres átlapolással végeztük, az I. fúrás 1–100 m-ig adatát a II. fúrás 1–100 közötti adatsorába, az I. fúrás 51–150-ig adatát a II. fúrás 1–150 közötti adatsorába illesztettük be méterenként és így tovább. A kapott korrelációs hányadosokat az 50 méteres eltolásokat betartva összeszoroztuk. E művelet azt eredményezte, hogy az 50 méterenként szabályosan jelentkező minimumok kiemelődtek, a véletlenszerű és az előzőkben zavaró, szabálytalanul eloszló minimumhelyek eltűntek.

Az algyői területen – a PS szelvény gyakran rossz minősége miatt – azonosításra az 1 m-es gradiens szonda görbéjét, vagy ahol ilyen nem készült, a 0,9 m-es gradiensgörbét vagy egy-két esetben a pszeudolaterológ görbét használtuk fel azonosításra. Az azonosításba bevont fúrások: 1–24, 27, 28, 33–50, 54, 56, 59–67, 69, 73–77, 150–171, 175, 176, 180, 182, 190–192, 201, összesen 52 db.

A kiértékelésnél összesen 239 db fúrás-pár azonosítását végeztük el. Az eredményeket az 1. ábra mutatja. Tekintettel arra, hogy egy fúrás-pár azonosításánál a végeredmény a két fúrás figyelembevett rétegsorának egymáshoz viszonyított helyzetét adja meg, önkényesen minden fúrást az Algyő-1-hez viszonyítottunk. További nehézséget okozott, hogy miután az eredmény magasság-különbség, ha az azonosítást egy önmagában visszatérő tört szakaszon végrehajtjuk – ugyanúgy mint a szintezésnél – a plusz-mínusz előjellel vett magasságkülönbségek nullára kell redukálják egymást. Ez ellenőrzési módszerül is szolgált, de megnehezítette az Algyő-1-hez viszonyított magasságkülönbségek

meghatározását. Szigorúan nézve a feladatot, olyan szintezési hálózat kiegyenlítését kellett volna elvégezni, melynél az egyes magasságkülönbségeket a korrelációs hányadossal kellett volna súlyozni. 237 megfigyelésre azonban ez annyira bonyolult, hogy a rövid határidő miatt erről lemondunk.

Szándékunkban állott a korrelációs hányadosok területi elosztását ábrázoló térkép elkészítése is.

E térképen a korrelációs hányadosok segítségével számszerűen is ki akartuk jelezni az azonosítás biztonságát, melyet eddig csak minőségi fogalmakkal jellemeztek. A térkép nem készült el, részben mert időközben megindult az árnyaltabb eredményeket adó inhomogenitásváltozás-térképek számítása és szerkesztése, részben mert a korrelációs hányadosok függését a két fúrás távolságától nem sikerült egyértelműen tisztázni. Célszerűbbnek láttuk ezért csupán néhány fontosabb következtetés lerögzítését, melyek az egyes telepek inhomogenitásváltozás-térképein túl értékes információkat tartalmaznak.

Érdekes tapasztalata a gépi korrelációnak az, hogy a korrelációs hányadosok dőlésirányban általában nagyobbak (tehát rosszabbak), mint csapásirányban.

Feltűnően rossznak mutatkoztak az azonosítási viszonyok az *Algyő-73*, *-14*, *-3*, *-11*, *-41*, *-42*, *-66*. sz. fúrások által kijelölhető övben, mely a Tiszától délre kb. *1,5 km* szélességben húzódik e fúrásokon át. Ezen övezetben az azonosítás az egész felsőpannon összletre vonatkozóan a kútpárok *40-50%*-ánál nem volt elvégezhető. Az azonosítást csupán a *100 m-es* bontásban végzett korrelációk felhasználásával az összlet töredékére vonatkozóan lehetett megadni.

#### IRODALOM

- [1] *A. B. Viszteliusz*: Probleme der mathematischen Geologie. Zeitschrift für angewandte Geologie. 1965. júl.
- [2] *Kuno Schmidt*: Matematischen Methoden zur Lösung geologischer Aufgaben. Zeitschrift für angewandte Geologie. 1967. ápr.
- [3] *D. R. Matuszak*: Adjustment of electric log values for preparation of subsurface facies maps. Bulletin AAPG. 1965. febr.
- [4] Az algyői terület felsőpannoniai kőolaj- és földgáztelepeinek földtani feldolgozása és térfogatos készletbecslése (kézirat).

# Digitális szűrés geoelektromos mélyszondázásoknál\*<sup>1</sup>

P É T E R F A I B É L A

*Mélyszondázások távoli pontjainál a hasznos jeleket nagymértékben zavarják a tellurikus mozgások. Ezek regisztrátumainak megfelelő digitalizálása és szűrése segítségével a tellurikus jel a kívánt szint alá csökkenthető.*

*Az előadás tárgyalja az elméleti alapokon kívül a feldolgozás menetét, és gyakorlati példán mutatja be a módszer használhatóságát.*

*В удаленных пунктах вертикального электрического зондирования на полезные сигналы сильно влияют вариации теллурических токов. Путем соответствующего преобразования записей в цифровые данные и посредством их подходящей фильтрации можно снизить помеху теллурических токов под желаемый уровень.*

*Кроме теоретических основ, в работе рассматривается и ход обработки данных, а применимость метода иллюстрируется на практических примерах.*

*Bei den Tiefensondierungen im Falle von fern gelegenen Messpunkten werden die nützlichen Signale vielfach von den tellurischen Variationen gestört. Mit Hilfe einer entsprechender Digitalisation und Filterung der Aufzeichnungen dieser Störeffekte kann das tellurische Signal unter das gewünschte Niveau heruntergedrückt werden.*

*Im Vortrag wird, nebst den theoretischen Grundlagen, auch der Gang der Bearbeitung mitgeteilt und die Brauchbarkeit der Methode an praktischen Beispielen demonstriert.*

Mélyszondázásoknál a méréseket  $GE - 30$  és  $T - 14$  típusú műszerek, valamint egy generátor segítségével hajtjuk végre. A számunkra hasznos információt a

$$\varrho = K \frac{\Delta V}{I}$$

képlet alapján kapjuk meg egy-egy mérési pontban, amely képletben „ $\varrho$ ” a látszólagos fajlagos ellenállás, „ $I$ ” a generátorral a földbe betáplált áramimpulzus nagysága, „ $\Delta V$ ” a betáplált áram hatására a felszín két pontján elhelyezett elektróda között létrejött feszültségkülönbség és „ $K$ ” a tápelektrodák geometriai helyzetéből számítható együttható.

A „ $\varrho$ ” számításához szükséges három adat közül a „ $K$ ” és „ $I$ ” meghatározása néhány százalékos hibán belül minden nehézség nélkül lehetséges. Csupán „ $\Delta V$ ” pontos meghatározása a probléma. Egy adott elektróda-konfiguráció mellett a mérhető „ $\Delta V$ ” „ $I$ ”-vel lesz egyenesen arányos, így „ $\Delta V$ ” tetszés szerint növelhető az áram maximális értékének megfelelő nagysáig. A maximális áramot a generátor teljesítménye determinálja. Dipol equatoriális szondázásoknál a konfigurációra jellemző adat az „ $R$ ” dipol sugár. Ismeretes az is, hogy egy adott „ $I$ ” áram mellett „ $R$ ” növelésével a mérhető „ $\Delta V$ ” csökken. Így a fentiekből következik, hogy „ $R$ ” növelésével a mérhető maximális „ $\Delta V$ ” is csökken.

$T - 14$  típusú műszerrel végrehajtott regisztrálásnál a jelentkező jel a tellurikus áramok hatására létrejött „ $\Delta V$ ” feszültségkülönbség és a betáplált „ $I$ ” áram hatására létrejött ( $\Delta V$ ) feszültségkülönbség szuperpozíciója lesz, azaz a felvételen a

$$\Delta V + \bar{\Delta V}$$

fog jelentkezni.

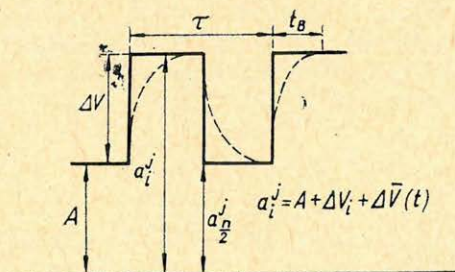
Addig, míg „ $\overline{\Delta V}$ ” nagyságrendekkel kisebb „ $\Delta V$ ”-nél, pontos meghatározása nem ütközik nehézségekbe. Egy bizonyos „ $R$ ” dipol sugáron túl, ahol e két szuperponálódott jel nagysága összemérhető, már körülményesebb a pontos szétválasztás.

A tellurikus jel kiszűrése analóg elektronikus úton nem oldható meg, mivel az „ $I$ ” impulzus hatására a föld felszíni rétegei által képviselt impedancián létrejött „ $\Delta V$ ” jel spektrumában  $0 - \infty$ -ig minden frekvencia megtalálható, és a tellurikus áram domináló frekvenciái a „ $\Delta V$ ” jel alakjának kialakulásában jelentős szerepet játszanak. Ezzel a szűréssel az amplitúdó egyértelmű meghatározása lehetséges lenne, ha egy olyan frekvenciát választanánk ki, amely a tellurikus áramokban kis amplitúdóval szerepel, ellenben az impulzus hatására létrejött jel alakjára semmi információt nem kapnánk. *DE* szondázásnál a jelalakra nincs is szükségünk, ellenben a térbeállítás módszerénél a jel alakja tartalmazza a lényeges információkat, s a bemutatásra kerülő szűrést ott is alkalmazni szeretnénk a továbbiakban.

Egy olyan „ $T$ ” hosszúságú regisztrátumot veszünk, amelyen a „ $\tau$ ” ismétlődési idővel adott szimmetrikus áramimpulzusok által és a tellurikus áramok által létrehozott feszültségkülönbségek összege van. Digitalizáljuk ezt a regisztrátumot egy tetszőleges nullszinthez viszonyítva úgy, hogy a digitális adatok a regisztrátumot  $\tau/m$  időközönként reprezentálják. Célszerűnek látszik az 1. ábrán áthadható módon (az ábra „ $\overline{\Delta V}$ ”-t nem tartalmazza) kétindexes betűkkel jelölni ezt a digitális sort, ahol a felső index ( $j$ ) jelöli azt, hogy hányadik áramimpulzus időintervallumában vagyunk, az alsó index ( $i$ ) pedig azt, hogy ezen időintervallumon belül melyik tagról van szó. Ezen tagok a következőképpen adódnak:

$$a_i^j = A + \Delta V_i + \overline{\Delta V}$$

(„ $A$ ” a nullszinttől függő állandó). Ahol az „ $a$ ”-k alsó indexei megegyeznek, ott az összegek „ $\overline{\Delta V}$ ” kivételével egyenlő tagokból épülnek fel. Különböző alsó indexű „ $a$ ”-kban a „ $\Delta V$ ”-k különböznek, mivel a tér beállásáig mérhető idő telik el.



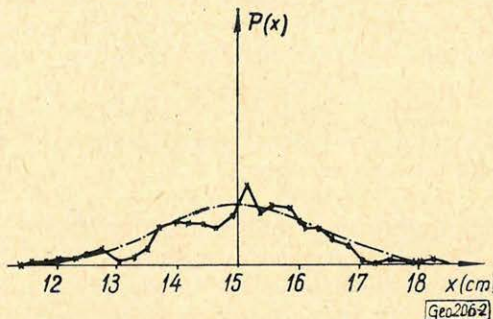
1. ábra  $\Phi$ uz. 1. Fig. 1.

A 2. ábrán látható egy megegyező alsó indexű tagokat tartalmazó sorozat eloszlás-függvénye. A vízszintes tengelyen „ $a$ ” értékek találhatóak, a függőlegesen pedig az előfordulás valószínűsége. Az eloszlás-függvény elég jó közelítéssel követi a Gauss-féle haranggörbét, azaz normális eloszlást mutat, ami arra utal, hogy mérési hiba jellegűek a „ $\Delta V$ ”-k, így a legmegbízhatóbb értéket a

számítási közepek adják, a hiba pedig a közepelt tagok számának négyzetgyökével fordítottan arányos. Tehát

$$A + \Delta V_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_i^j}{m} + \frac{\overline{\Delta V}}{\sqrt{m}},$$

ahol  $m$  az áramimpulzusok, azaz a közepelt tagok száma.



2. ábra      Физ. 2.      Fig. 2.

Számítással meggyőződhetünk arról, hogy az első 9 mérés a hibát harmadára csökkenti, míg további 72 ezt a hibát szintén csak harmadára kisebbíti. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a túlzott ismétlés a pontosság fokozásának nem gazdaságos módszere.

Vegyük figyelembe azt is, hogy szigetelő aljzatú üledék felett az „I” áram bekapcsolásától számítva

$$t_B = 1,5 S R 10^{-3} \text{ sec -ra}$$

van szükség ahhoz, hogy a „ $\Delta V_i$ -ket egyenlőnek lehessen mondani.

(Itt „S” a szigetelő aljzat feletti üledék összevezetőképessége  $1/\text{ohm}$ -ban) Így a hiba további csökkentése érdekében azon  $i$ -kre is elvégezhetjük a közepelést, melyhez tartozó tagokban „ $\Delta V_i$ ”-k egyenlőknek tekinthetők:

$$\frac{n}{2} > i \geq k,$$

ahol

$$k = m/\tau 1,5 S R 10^{-3}$$

a tér beállításához szükséges idő alapján.

$$A + \Delta V = \frac{\sum_{i=k}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^m a_i^j}{m + \frac{n}{2} - k} \pm \frac{\overline{\Delta V}}{\sqrt{m + \frac{n}{2} - k}},$$

illetve

$$A = \frac{\sum_{i=k+\frac{n}{2}}^n \sum_{j=1}^m a_i^j}{m + \frac{n}{2} - k} \pm \frac{\overline{\Delta V}}{\sqrt{m + \frac{n}{2} - k}},$$

Ebből a két közepelt tag különbsége adja meg „ $\Delta V$ ”-t, a hiba pedig

$$\frac{2}{\sqrt{m + \frac{n}{2} - k}}$$

-szorosára csökken.

Egy azonos  $i$ -kre elvégzett szűrést a 3. ábrán láthatunk, ahol az 1-gyel és 2-vel jelölt görbék az eredeti felvételnek megfelelőek, míg a 3-mal jelölt a szűrés utáni görbe. Az áramimpulzusok 30 sec-ak voltak.

Gyakorlatilag a következő metodikával fogjuk végezni a szűrést. A 6 cm/perc húzási sebességgel készült regisztrátumból mm-enként, azaz másodpercenként képezünk digitális jeleket az 1. ábra alapján egy átalakító segítségével. A beadott áramimpulzusok szimmetrikusak és 60 sec az ismétlődési idejük. Az eddigi tapasztalatok alapján 15 km-es „R”-en felül tanácsos végezni a közepelést. Megállapítottunk egy optimális térbeállítási időt: 20 sec-ot, amely a 15 és 20 km-es dipolsugár között és 500–700 I/ohm-os összevezetőképesség mellett használható értéket ad. Az optimális áramimpulzus-számot az előbbieket figyelembevételével 30-ban állapítottuk meg. Tehát a közepelést elvégezzük először  $a_1^{20}$ -tól a  $a_i^{30}$ -ig az összes  $i$ -re, azaz 1–30-ig, összesen 300 tagra, majd  $a_i^{50}$ -tól  $a_i^{60}$ -ig szintén a 300 tagra és a két közepelt érték különbsége fogja adni „ $\Delta V$ ” legvalószínűbb értékét

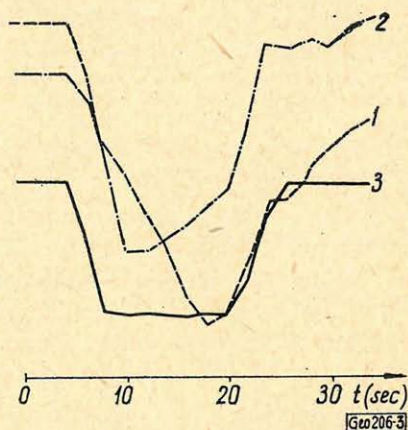
$$\frac{2\overline{\Delta V}}{\sqrt{300}}$$

hibával, ahol „ $\Delta V$ ” az illető felvételen található tellurikus jelből állapítható meg.

A mérés végrehajtásánál ügyelni kell az áramimpulzusok szimmetriájára és az amplitúdók egyenlő értékén való tartására. Ezenkívül ajánlatos az áramimpulzusok bekapcsolásával egyidőben a regisztrátumokon megfelelő időjelet elhelyezni, mivel az  $a_i^j$  értékeknek mindig ezeket az időpillanatokat kell reprezentálni.

#### IRODALOM

2. L'Auné Ottó: Kiegyenlítőszámítás Budapest. 1960.
2. A. T. Тархов: Справочник Геофизики, Москва. 1963.



3. ábra  $\Phi_{uz. 3.}$  Fig. 3.



# Izo-térkép szerkesztése rendszertelen pontokban mért adatokból\*<sup>1</sup>

V É G E S I S T V Á N

*Szabálytalan mérési pontrendszerből rácpontértékeket nyerhetünk súlyozott körátlag képzéssel. Kiszámítjuk a használatos súlyfüggvények elvi átviteli függvényeit.*

*Részletesen vizsgáljuk, rendezetlen pontrendszer-modellt használva, a legegyszerűbb művelet, a számtani átlagképzés átviteli függvényét. Meghatározzuk különböző körsugár és körön belüli pontszám értékekre az elvi művelet átlagos közelítésének mértékét.*

*Исходя из нерегулярной системы пунктов измерений можно получить величины пунктов решетки путем применения взвешанных круговых средних величин. Вычисляются теоретические функции передачи применяемых весовых функций.*

*Подробно анализируется функция передачи простой операции — подсчета средней арифметической, причем применяется модель системы неупорядоченных пунктов. Подсчитывается степень аппроксимации принципиальной операции для различных радиусов окружностей и различного количества пунктов в пределах окружности.*

*Ausgehend von einem irregulären Punktsystem können wir zu einem, in Güterpunkten angeordneten Wertsystem übergehen, wenn wir die Methode der Kreisdurchschnittbildung mit Gewicht anwenden. Im Aufsatz werden die prinzipiellen Übertragungsfunktionen der üblichen Gewichtsfunktionen errechnet.*

*Dann wird die Übertragungsfunktion einer möglichst einfachen Operation, nämlich die der arithmetischen Mittelbildung einer eingehenden Untersuchung unterzogen; dabei gehen wir aus einem ungeordneten Punktsystem-Modell aus. Für verschiedene Werte des Kreisradius und der Anzahl der im Kreise gelegenen Punkte wird das durchschnittliche Approximationsmass der prinzipiellen Operation bestimmt.*

Szabálytalan mérési pontrendszer rácsháló pontjaiba való átszámítására különböző eljárások használatosak. A rácpont értékének a környezetben levő mérési eredményekhez illeszkedő első- vagy másodrendű felület rácponti értékét tekintik. Iterációs eljárás, amelyben a tetszőleges kiindulási rácpont-értékeket a belőlük a mérési pontba interpolált érték és a mérési eredmény súlyozott eltéréssel javítják egy adott pontosság eléréséig. Rácpontértékeket nyerhetünk súlyozott körátlag képzéssel:  $R$  sugarú körbe eső mérési értékek súlyozott összegét a kör középpontjához rendeljük.

Jellegét tekintve mindegyik eljárás simítás, mely a nagyfrekvenciás zaj eltávolítására szolgál. Zajt jelentenek a mérési, korrekciós hibák, valamely paraméter felszinközeli gyors változása okozta érdektelen hatás. A szükségesnél nagyobb méréstávolság a tér nagyfrekvenciás komponenseit levágja, a térkép nagyfrekvenciás komponenseit erősíti. A mintavételezési hibákat is felülvizsgáló szűréssel csökkenthetjük.

Az eljárások zajt elimináló hatásán kívüli gyakorlati célja szabályos adatrendszer előállítása, amelynek a térképszerkesztésben, szabályos adatrendszer felhasználó másodlagos átalakítási műveletekben van jelentősége.

Az eredeti adatrendszer információtartalmát semmiféle átalakítással nem növelhetjük. Bár sűrűbb pontrendszert nyerhetünk, de ezek egy része már nem mérési érték. Jó térkép szerkesztésének alapja a mintavételi törvénynek elegendő pontsűrűség, azaz

$$f_h < \frac{1}{2\tau}$$

ahol  $\tau$  a legnagyobb mérési távolság,  $f_h$  a tér felső határfrekvenciája.

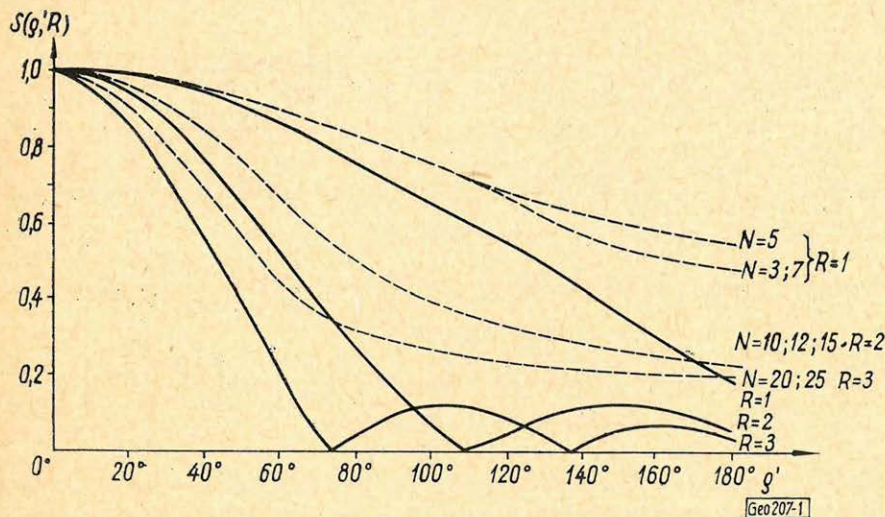
A súlyozott-körátlag-képző eljárásokat vizsgáljuk a szűrőelmélet alapján. A szűrőelmélet alkalmazása lehetővé teszi az eljárások hatásának térképektől független összehasonlítását.

### Folytonos súlyfüggvények és átviteli függvényeik

Körszimmetrikus súlyfüggvény átviteli függvényét Hankel-transzformációval kaphatjuk meg:

$$S(\rho) = 2\pi \int_0^{\infty} rs(r)J_0(\rho r) dr,$$

ahol  $J_0(x)$  a nullarendű Bessel-függvény,  $s(r)$  a súlyfüggvény,  $S(\rho)$  az átviteli függvény. Ezt a súlyfüggvény és az átviteli függvény kapcsolatát kifejező Fourier-transzformációból nyerhetjük radiális változókra áttérve. A körszimmetria és a mintavételi törvény miatt a  $\rho' = \rho\tau$  relatív frekvenciatengelyen a vizsgálati tartomány a  $(0, \pi)$  intervallum. Ily módon kiszámíthatjuk a folytonos integrációs tartománynak megfelelő hosszúságú súlyfüggvény átvitelét.

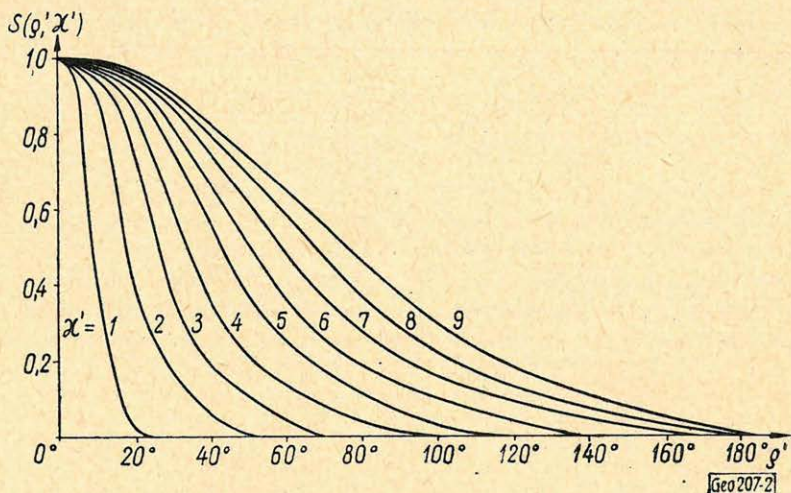


1. ábra. Folytonos vonal: az  $s(r) = \frac{1}{R^2\pi}$  súlyfüggvény átviteli függvényeinek abszolút értéke különböző  $R$  sugarú körökre. Szaggatott vonal: az egyenletes eloszlású pontrendszerre alkalmazott megfelelő digitális művelet átlagos amplitúdókarakterisztikái ugyanazon  $R$  paraméterek mellett,  $N$  pontszám esetén

Fig. 1. Сплошной линией представлена абсолютная величина функций передачи весовой функции  $s(r) = \frac{1}{R^2\pi}$  для различных радиусов  $R$  окружностей. Пунктирной линией показаны средние амплитудные характеристики соответствующей цифровой операции для равномерно распределенной системы пунктов, при аналогичных параметрах  $R$  и при  $N$  числе пунктов

Fig. 1. Kontinuierliche Linie: Absolutwert der Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = \frac{1}{R^2\pi}$  für verschiedene  $R$ -Werte. Gestrichelte Linie: Durchschnittliche Amplitudeneigenschaften der entsprechenden, auf ein regulär verteiltes Punktsystem angewandten digitalen Operation für dieselbe  $R$ -Werte im Falle einer Punktzahl  $N$

Az alábbiakban bemutatjuk a használatos súlyfüggvények átviteli függvényeit, amelyeket részben analitikusan, részben numerikusan számítottunk ki. (Az integrálás elvégzésére nézve lásd: I. Sz. Gradstein, J. M. Risik, 1963. Az 1. ábra folytonos görbéit és a 2. ábrát Meskó A. 1966. [1] cikkéből vettük át.)



2. ábra. Az  $s(r) = \pi \left( \frac{\chi'}{36\tau} \right)^2 \exp \left[ - \left( \frac{r \chi' \pi}{36\tau} \right)^2 \right]$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\chi'$  paraméterekkel

Фиг. 2. Функции передачи весовой функции  $s(r) = \pi \left( \frac{\chi'}{36\tau} \right)^2 \exp \left[ - \left( \frac{r \chi' \pi}{36} \right)^2 \right]$  с различными параметрами  $\chi'$

Fig. 2. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = \pi \left( \frac{\chi'}{36\tau} \right)^2 \exp \left[ - \left( \frac{r \chi' \pi}{36} \right)^2 \right]$  für verschiedene Werte des Parameters  $\chi'$

Gyakorlatban fontos jellemző az adott átvitelt megvalósító súlyfüggvény hossza. Ha végtelen hosszú súlyfüggvény átvitelét akarjuk megközelíteni, a súlyfüggvény gyors nullához tartása rövidebb adatrendszer enged meg.

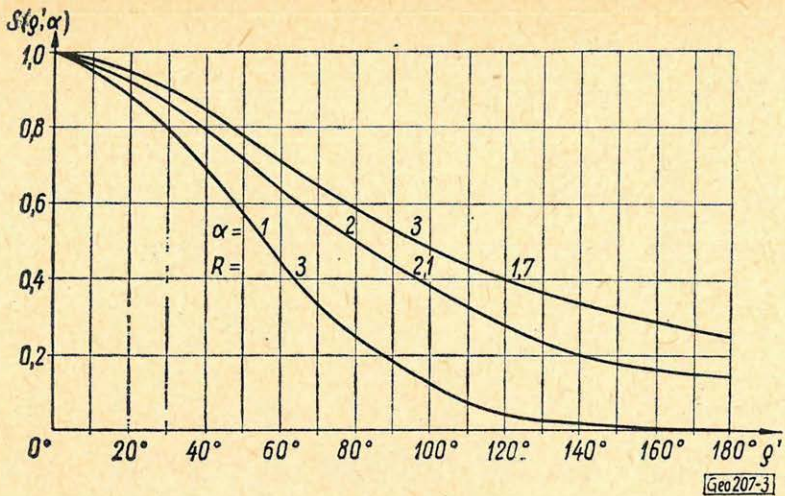
Egy  $R$  sugarú körön kívüli adatok elhagyása úgy tekinthető, mint a súlyfüggvény szorzása egy  $R$  sugarú hengerrel:

$$s_v(r) = s_{vt}(r) \cdot h \left( \frac{r}{R} \right)$$

(A  $v$  index a véges,  $vt$  a végtelen súlyfüggvényre utal.) Az átviteli függvényben okozott változás a konvolúció-tétel szerint:

$$S_v(\varrho) = S_{vt}(\varrho) * H \left\{ h \left( \frac{r}{R} \right) \right\} = S_{vt}(\varrho) * \frac{2\pi R J_1(\varrho R)}{\varrho}$$

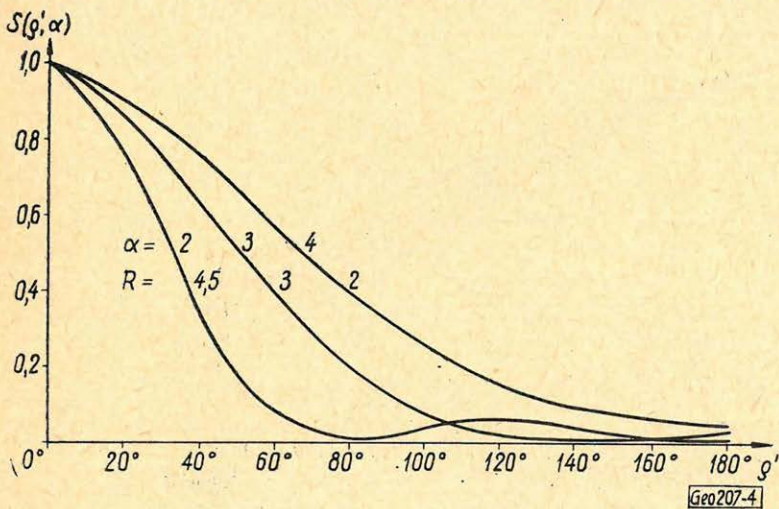
Az átviteli függvény megváltozása csökken, ha az  $S_{vt}$ -vel konvolvált függvény gyorsan tart nullához, azaz  $R$  nagy, vagy más függvényel szorzunk, amelynek transzformáltja gyorsabban tart nullához. Ez utóbbi lényegében más súlyfüggvényhez vezet.



3. ábra. Az  $s(r) = \frac{1}{1 + \alpha r^2}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\alpha$  paraméter mellett.  $R$  a súlyfüggvény hossza.

Фиг. 3. Функции передачи весовой функции  $s(r) = \frac{1}{1 + \alpha r^2}$  для различных величин параметров  $\alpha \cdot R$  — длина весовой функции

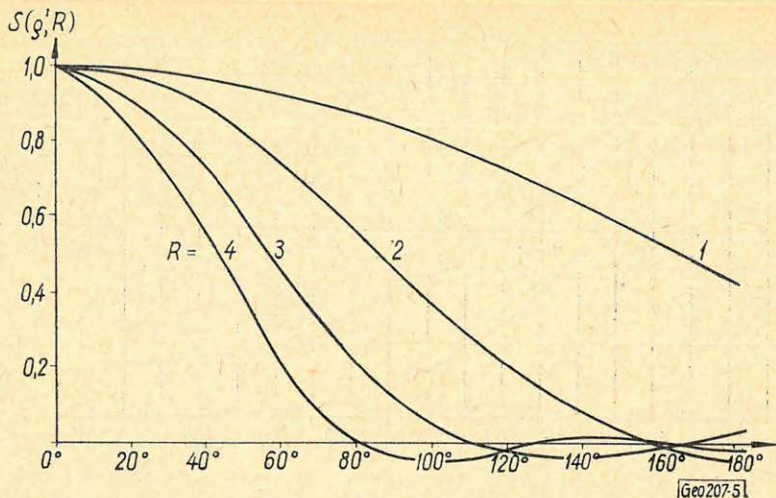
Fig. 3. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = \frac{1}{1 + \alpha r^2}$  für verschiedene Werte des Parameters  $\alpha$ . Die Länge der Gewichtsfunktion ist  $R$



4. ábra. Az  $s(r) = \frac{1}{1 + \alpha r}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\alpha$  paraméter mellett.  $R$  a súlyfüggvény hossza

Фиг. 4. Функции передачи весовой функции  $s(r) = \frac{1}{1 + \alpha r}$  при различных величинах параметра  $\alpha \cdot R$  — длина весовой функции

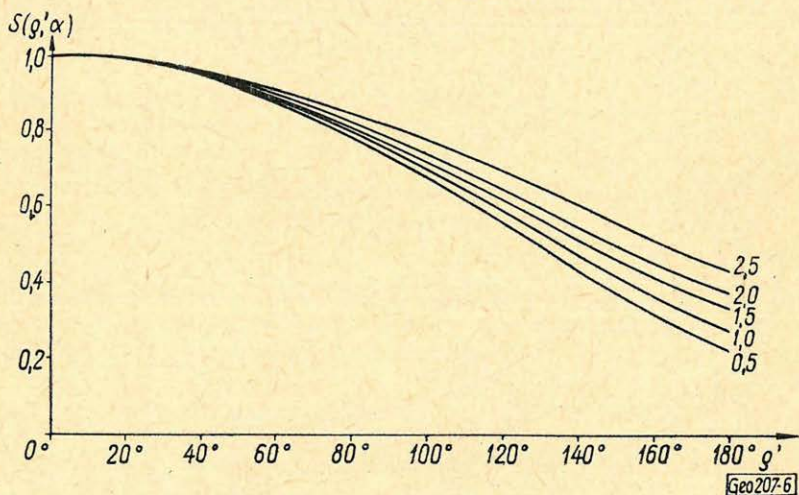
Fig. 4. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = \frac{1}{1 + \alpha r}$  für verschiedene Werte des Parameters  $\alpha$ . Die Länge der Gewichtsfunktion ist  $R$



5. ábra. Az  $s(r) = 1 - \frac{r}{R}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $R$  paraméterek mellett

Фиг. 5. Функции передачи весовой функции  $s(r) = 1 - \frac{r}{R}$  при различных величинах параметра  $R$

Fig. 5. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = 1 - \frac{r}{R}$  für verschiedene Werte des Parameters  $R$

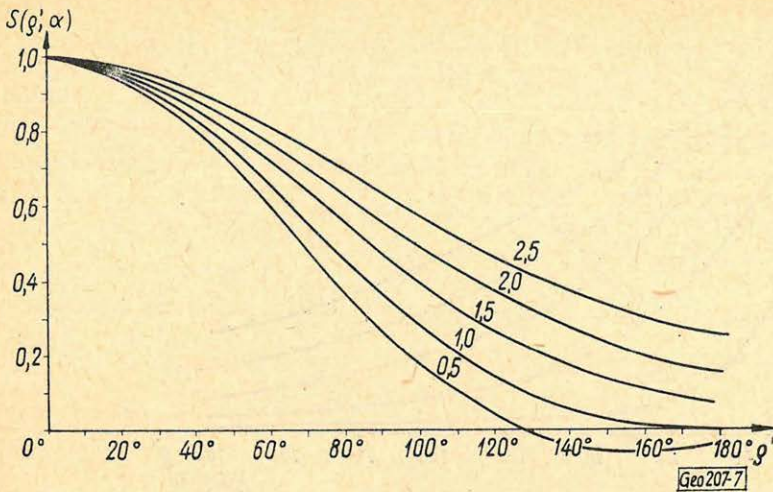


6. ábra. Az  $R=1$  hosszúságú  $s(r) = e^{-\alpha r}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\alpha$  paraméterek mellett

Фиг. 6. Функции передачи весовой функции  $s(r) = e^{-\alpha r}$  имеющей длину  $R=1$ , при различных величинах параметра  $\alpha$

Fig. 6. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = e^{-\alpha r}$  für verschiedenen Werte des Parameters  $\alpha$  und für die Länge  $R=1$

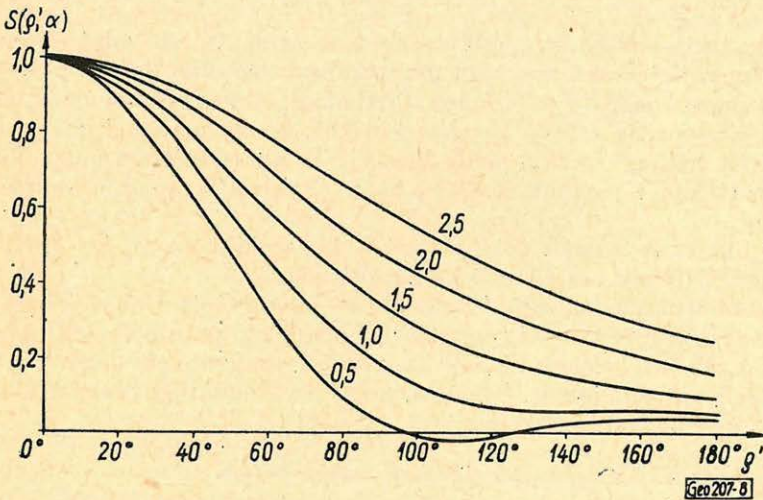
A 6., 7., 8., és 9. ábra az  $R=1$ ,  $R=2$ ,  $R=3$  és  $R=\infty$  hosszúságú  $e^{-\alpha r}$  súlyfüggvény átviteli karakterisztikáit mutatja.



7. ábra. Az  $R=2$  hosszúságú  $s(r) = e^{-\alpha r}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\alpha$  paraméterek mellett

Фиг. 7. Функции передачи весовой функции  $s(r) = e^{-\alpha r}$  имеющей длину  $R=2$ , при различных величинах параметра  $\alpha$

Fig. 7. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = e^{-\alpha r}$  für verschiedene Werte des Parameters  $\alpha$  und für die Länge  $R=2$

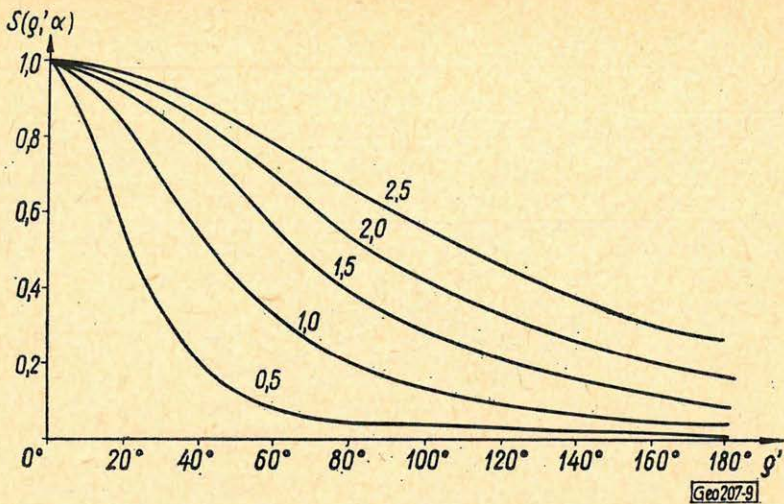


8. ábra. Az  $R=3$  hosszúságú  $s(r) = e^{-\alpha r}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\alpha$  paraméterek mellett

Фиг. 8. Функции передачи весовой функции  $s(r) = e^{-\alpha r}$  имеющей длину  $R=3$ , при различных величинах параметра  $\alpha$

Fig. 8. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s(r) = e^{-\alpha r}$  für verschiedene Werte des Parameters  $\alpha$  und für die Länge  $R=3$

Az  $\alpha=2,5$  paraméterű görbe már az  $R=2$ , az  $\alpha=2$  és  $1,5$  paraméterű  $R=3$  esetén gyakorlatilag megegyezik a végtelen hosszú súlyfüggvény átvitelével.



9. ábra. A végtelen hosszú  $r(s) = e^{-\alpha r}$  súlyfüggvény átviteli függvényei különböző  $\alpha$  paraméterek mellett

Фиг. 9. Функции передачи весовой функции  $s(r) = e^{-\alpha r}$  бесконечной длины при различных величинах параметра  $\alpha$

Fig. 9. Übertragungsfunktionen der Gewichtsfunktion  $s/r = e^{-\alpha r}$  von unendlicher Länge für verschiedene Werte des Parameters  $\alpha$

Valamely karakterisztika használhatóságát az átalakítandó adatrendszer jel- és zajspektruma határozza meg, így univerzálisan legjobb átviteli és súlyfüggvény nem adható meg. Jó átvitelnek tarthatjuk a nagyfrekvenciák felé monoton csökkenő, pozitív értékű karakterisztikát, amely a jeltartományban torzítatlan átvitelt biztosít, a zajt pedig kiszűri. Az adott esetben megvalósítandó simítás mértékének meghatározására ható- és zajspektrumok számítását kellene elvégezni.

Az átviteli függvény negatív értéke  $180^\circ$ -os fázistolást jelent, így az 1. és 5. ábra karakterisztikáinak oszcillációi kedvezőtlenek.

Legelőnyösebb tulajdonságokkal a 2. ábrán bemutatott Gauss-féle és a 9. ábrán levő exponenciális simítás rendelkezik. Megfelelő paraméterrel tetszőleges vágási frekvenciát elérhetünk, és az átviteli függvények nagy vágási meredeksége ideális szűrést jelent. Előnyös, hogy rövid súlyfüggvénnyel közelíthetők meg az elvi karakterisztikák.

#### Rendszertelenül digitalizált súlyfüggvény átviteli tulajdonságai

A súlyfüggvény digitalizálása az átvitel további változását eredményezi. Szabálytalan pontelrendeződésre alkalmazott számtani középkepzés átviteli tulajdonságainak meghatározására statisztikus vizsgálatokat végeztünk. Egyenletes elosztású szabálytalan pontrendszer-modell választottunk. A pontok koordinátáit az egyenletesség és véletlenszerűség statisztikus próbáinak elegettevő véletlen számok táblázatából állítottuk elő. (JU. A. Srejgyer, 1965, 273–276.)

A súlyozott-körátlag-kepzés átviteli függvénye:

$$S(\omega, \psi) = \sum_{k=1}^N s_k e^{-i(\omega x_k + \psi y_k)},$$

ahol:  $(x_k, y_k)$  az egyenletes eloszlású mérési és digitalizálási pontok koordinátái,  $s_k$  az  $(x_k, y_k)$  ponthoz rendelt súly,  $N$  az átlagolásban felhasznált pontok száma.

Esetünkben:  $x_k^2 + y_k^2 = r_k^2 \leq R^2$ , ahol  $R$  a kör sugara. A számtani középkezelés műveletének átvitelét vizsgáljuk:  $s_k = 1/N$ .

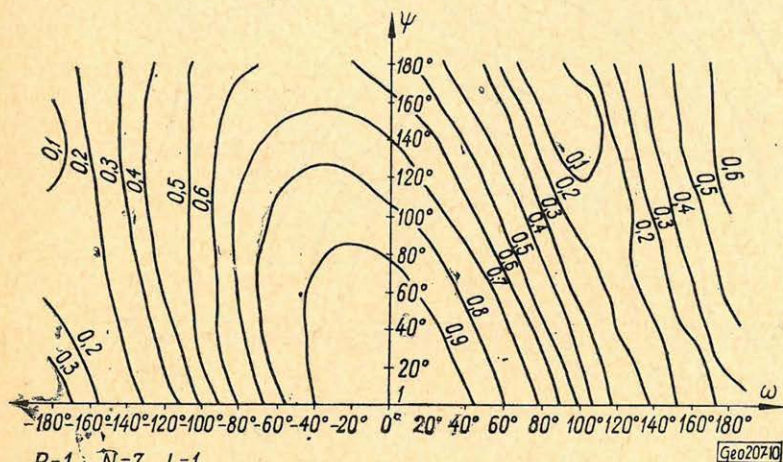
Amplitúdókarakterisztika az átviteli függvény abszolút értéke:

$$A(\omega, \psi) = \frac{1}{N} \sqrt{\left[ \sum_{k=1}^N \cos(\omega x_k + \psi y_k) \right]^2 + \left[ \sum_{k=1}^N \sin(\omega x_k + \psi y_k) \right]^2}$$

Fáziskarakterisztika az átviteli függvény arkusza:

$$F(\omega, \psi) = \arctan \frac{\sum_{k=1}^N \sin(\omega x_k + \psi y_k)}{\sum_{k=1}^N \cos(\omega x_k + \psi y_k)}$$

Az origóra való szimmetria és a mintavételi törvény miatt a vizsgálati tartomány:  $-\pi \geq \omega \geq \pi$ ,  $0 \leq \psi \leq \pi$ .



$R=1$ ;  $N=7$   $L=1$   
10. ábra. Egyenletes eloszlású pontrendszerre  $1/N$  súllyal képzett körátlag amplitúdókarakterisztikája.  $R$  a körsugár,  $N$  a pontszám,  $L$  az átlagolások száma

Фиг. 10. Амплитудная характеристика круговой средней, подсчитанной с весом  $1/N$  для системы равномерно распределенных пунктов.  $R$  — радиус окружности;  $N$  — число пунктов;  $L$  число осреднений

Fig. 10. Amplitudencharakteristik eines Kreisdurchschnittes, gebildet mit dem Gewicht  $1/N$  für ein regulär verteiltes Punktsystem.  $R$ =Kreisradius,  $N$ =Anzahl der Punkte,  $L$ =Anzahl der Durchschnittsbildungen

Távolságegységül a pontok átlagtávolságát választottuk. Az amplitúdó- és fáziskarakterisztikákat mindig ugyanarra a pontrendszerre a következő értékek mellett számítottuk ki:

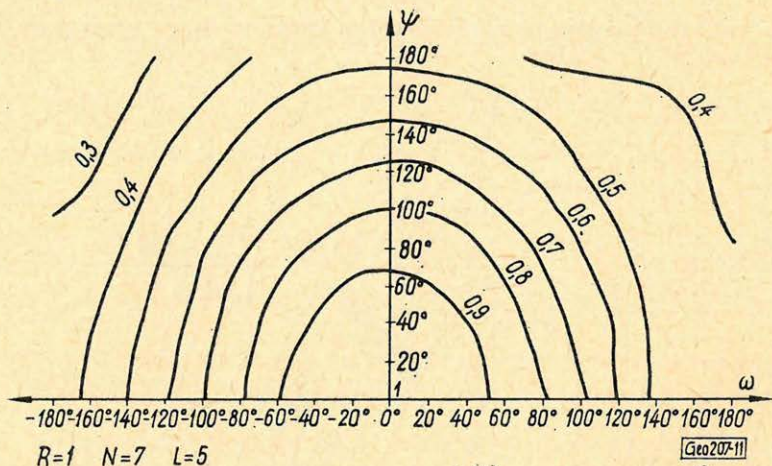
$R$	$N$
1	3, 5, 7
2	10, 12, 15
3	20, 25



Az egyes körátlag-képzések átvitele esetleges, a pontelrendeződéstől függő. Az adatrendszer egészének átalakítását az egyes körátlag-képzések átvitelének átlagával, az átlagos átvittel jellemezhetjük. Ezért minden esetben  $L=1, 5, 10, 15, 20$  körátlag-képzés átvitelének átlagát számítottuk ki. Így mintegy 80 amplitúdó- és fáziskarakterisztikát vizsgáltunk meg.

Szabálytalan pontrendszerre alkalmazott átlagképzés fázistolása nem lesz nulla, szemben az integrálás és a rácshálón végzett művelet zérus fázistolásával. A jeltartományban azonban egyetlen átlagképzés fázistolása is nulla körüli kis érték, nagy frekvenciákon maximum  $60-80^\circ$ . Teljesen rendszertelenek, átlagolva csökkentik egymást.

Az átlagos átvittel való jellemzés akkor lesz jó, ha az egyes körátlag-képzések amplitúdó-karakterisztikái nem nagyon különböznek egymástól, és így az átlagtól. Ezt a körön belüli pontok hasonló eloszlása biztosítja, amely jobban megvalósul nagyobb pontszámnál. Néhány átlagolás után az amplitúdó-karakterisztika egy szimmetrikus átvitel körül mozog.



11. ábra. Egyenletes eloszlású pontrendszerre  $1/N$  súllyal képzett körátlag amplitúdó-karakterisztikája.  $R$  a körsugár,  $N$  a pontszám,  $L$  az átlagolások száma

Fig. 11. Амплитудная характеристика круговой средней, подсчитанной с весом  $1/N$  для системы равномерно распределенных пунктов.  $R$  – радиус окружности;  $N$  – число пунктов;  $L$  – число осреднений

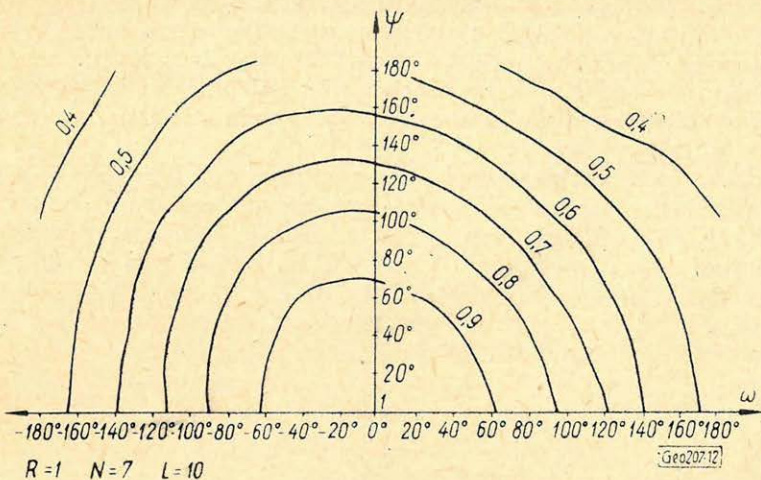
Fig. 11. Amplitudencharakteristik eines Kreisdurchschnittes, gebildet mit dem Gewicht  $1/N$  für ein regulär verteiltes Punktsystem.  $R$  = Kreisradius,  $N$  = Anzahl der Punkte,  $L$  = Anzahl der Durchschnittsbildungen

Példaképp bemutatunk egy átlagolási sorozatot.

Az alábbiakban a pontszám függvényében megadjuk az átlagolásnak azt a számát, amelytől kezdve a karakterisztikák a  $100-180^\circ$ -os tartományban  $\pm 0,5$ -el,  $0-100^\circ$  között még pontosabban megegyeznek a nagyobb értékű átlagolással kapott karakterisztikákkal.

$N$	3	5	7	10	12	15	10	25
$L > 20$	10	10	5	5	5	5	5	$> 5$

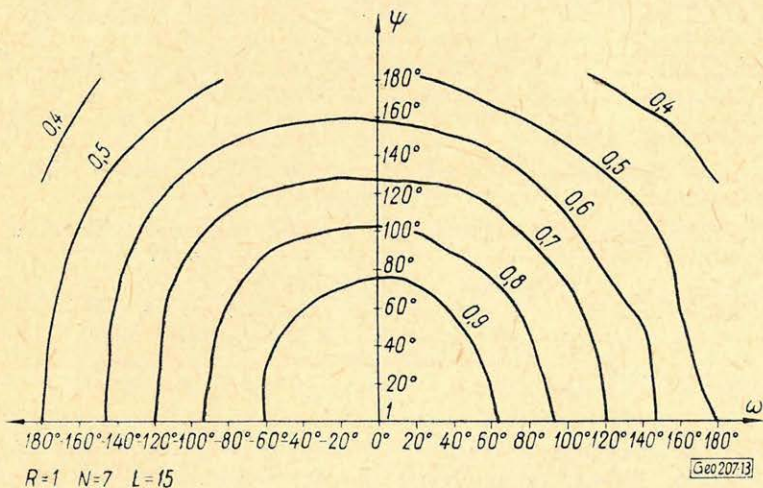
Minél kevesebb művelettel érjük el az átlagos átvitelt, annál homogénabb az átalakítás. 3 pontszámnál még a 15 és 20-szoros átlagos átvitel is jelentősen különbözik egymástól.



12. ábra. Egyenletes eloszlású pontrendszerre  $I/N$  súllyal képzett körátlag amplitúdókaraktisztikája.  $R$  a körsugár,  $N$  a pontszám,  $L$  az átlagolások száma

Fig. 12. Амплитудная характеристика круговой средней, подсчитанной с весом  $I/N$ , для системы равномерно распределенных пунктов.  $R$  — радиус окружности;  $N$  — число пунктов;  $L$  — число осреднений

Fig. 12. Amplitudencharakteristik eines Kreisdurchschnittes, gebildet mit dem Gewicht  $I/N$  für ein regulär verteiltes Punktsystem.  $R$ =Kreisradius,  $N$ =Anzahl der Punkte,  $L$ =Anzahl der Durchschnittsbildungen



13. ábra. Egyenletes eloszlású pontrendszerre  $I/N$  súllyal képzett körátlag amplitúdókaraktisztikája.  $R$  a körsugár,  $N$  a pontszám,  $L$  az átlagolások száma

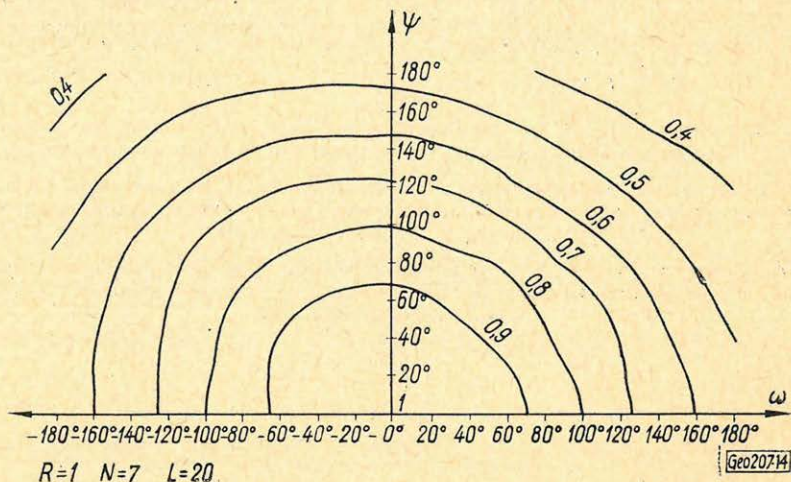
Fig. 13. Амплитудная характеристика круговой средней, подсчитанной с весом  $I/N$  для системы равномерно распределенных пунктов.  $R$  — радиус окружности;  $N$  — число пунктов;  $L$  — число осреднений

Fig. 13. Amplitudencharakteristik eines Kreisdurchschnittes, gebildet mit dem Gewicht  $I/N$  für ein regulär verteiltes Punktsystem.  $R$ =Kreisradius,  $N$ =Anzahl der Punkte,  $L$ =Anzahl der Durchschnittsbildungen

Mivel egy adott értékű átlagolás után az amplitúdókarakterisztika nem változik lényegesen, egyenletes eloszlású pontrendszerre, az említett szórással, az átviteli függvényeket reprezentatívnak tekinthetjük.

Egyenletes eloszlású pontrendszerben nincs kitüntetett irány, így az átlagos amplitúdókarakterisztika jó közelítésben körszimmetrikus, megegyezésben az elvi átviteli függvényvel.

Az átlagos átviteli függvények és a folytonos súlyfüggvény integrálással kapott átvitelének összehasonlítására együttesen ábrázoltuk azokat két dimenzióban. (1. ábra) A digitális művelet 10-szeres átvitelét ábrázoltuk, ekkor már 5 pontnál is szimmetrikus. A  $0-100^\circ$ -os tartományban állandósult a karakterisztika, a  $100-180^\circ$ -os intervallumban a további átlagolások során kb  $\pm 0,5$ -es sávban ingadoznak. Ezért az  $R=1$  sugarú körben az 5 pontos karakterisztika elválása a 3 és 7 pontostól nem jellegzetes.



14. ábra. Egyenletes eloszlású pontrendszerre  $1/N$  súllyal képzett körátlag amplitúdókarakterisztikája.  $R$  a körsugár,  $N$  a pontszám,  $L$  az átlagolások száma

Fig. 14. Амплитудная характеристика круговой средней, подсчитанной с весом  $1/N$  для системы равномерно распределенных пунктов.  $R$  — радиус окружности;  $N$  — число пунктов;  $L$  — число осреднений

Fig. 14. Amplitudencharakteristik eines Kreisdurchschnittes, gebildet mit dem Gewicht  $1/N$  für ein regulär verteiltes Punktsystem.  $R$ =Kreisradius,  $N$ =Anzahl der Punkte,  $L$ =Anzahl der Durchschnittsbildungen

Egy adott sugarú körben a pontszám figyelembe vett reális értékű változása kevésbé befolyásolja az átvitelt. Láthatjuk, hogy különösen nagy frekvenciákon jelentős eltérés van az elvi és a gyakorlati amplitúdókarakterisztika között. Utóbbiak kisebb meredekségűek. A 2-es sugarú folytonos súlyfüggvény átvitelét kb 2,5 sugarú digitális súlyfüggvényvel közelíthetjük. A közelítés a jeltartományban lesz a legjobb. Nagyfrekvenciákon az átlagos amplitúdókarakterisztika nem követi az elvi átvitel oszcillációit, nem válik nullává. Így a folytonos súlyfüggvénynek ez a káros tulajdonsága a digitális megvalósításban nem érvényesül.

Megállapíthatjuk, hogy a rendszertelen digitalizálás jelentős változást okoz az átviteli függvényben. Ezért a többi digitális súlyfüggvény átviteli

tulajdonságait is meg kívánjuk vizsgálni. Az elvi karakterisztikákat inkább a műveletek egymáshoz viszonyított hatásának becslésére használhatjuk fel. A gyakorlati, digitális átalakításhoz szükséges átviteli- és súlyfüggvény kiválasztásához további vizsgálatok szükségesek.

## IRODALOM

- R. Bracewell*: The Fourier transform and its applications, New York etc. 1965.  
*Gálfi J. – Márton P. – Meskó A. – Stegena L.*: Geofizikai kutatási módszerek I. Szeizmika. Tankönyvkiadó. 1967.  
*I. Sz. Gradstein, – J. M. Ryzik.*: Tablici integralov etc. Moszkva. 1963.  
*J. L. Holloway*: Smoothing and filtering. Advances in geophysics. v. 4. 351 – 392. 1958.  
*Meskó A.*: Gravity interpretation and information theory II. Smoothing and computation of regionals. Annales Univ. Sc. Budapestiensis, X. 15 – 27. 1966.  
2: Szűrőelmélet alkalmazása a gravitációs interpretációban. Magyar Geofizika VII. évf. 1. sz. 1 – 17. old. 1966.  
A sebességszűrés matematikai alapjai, digitális megvalósítása és közelítésének lehetőségei. Magyar Geofizika VIII. évf. 5 – 6. sz. 165 – 190. old. 1967.  
*JU. A. Srejjyer*: Monte-Carlo-módszerek. Műszaki Könyvkiadó. 1965.

## EGYESÜLETI HÍREK

### PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

az 1969. évre

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya

#### A MAGYARORSZÁGI FOLYÉKONY ÉS GÁZFÁZISÚ FÖLDTANI ÁRAMLÁSOK

témakör tudományos feldolgozására pályázatot hirdet. A téma feldolgozásánál elsősorban az irodalom kritikai elemzésére és a vizsgálatok továbbfejlesztésének mérési lehetőségeire kell súlyt fektetni.

A dolgozatok beküldésének határideje: 1968. december 1.

Az arra érdemes pályamunkák 1000, – Ft-tól 5000, – Ft-ig terjedő jutalomban részesülnek.

Jeligés pályázatok Budapest, V., Nádor u. 7. MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya címre küldendők be 2 példányban, géppel írva.

A pályamunkák elbírálására a Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya külön bizottságot szervez. A bírálóbizottság javaslata alapján az Osztályvezetőség dönt a pályázati díjak szétosztásáról.

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya a jutalmazott pályamunkák közlését támogatja.

Budapest, 1968. október 8.

*MTA Föld- és Bányászati Tudományok  
Osztálya*

# Empirikus függvények differenciálásáról\*<sup>1</sup>

KORVIN GÁBOR

*A numerikus differenciálás jól ismert példájából kiindulva megvizsgáljuk a digitális szűrők elméletének néhány elfogadott, standard módszerét és felhívjuk a figyelmet a módszer néhány buktatójára és megoldatlan pontjára.*

*Исходя из общеизвестно примера численного дифференцирования рассматриваются некоторые принятые стандартные методы теории цифровых фильтров, причем обращается внимание на связанные с ними затруднения и нерешенные проблемы.*

*Von dem gut bekannten Beispiel der numerischen Differentiation ausgehend werden einige übliche Standardmethoden der digitalen Filtertheorie beschrieben, wobei auch die Aufmerksamkeit auf bestimmte Schwierigkeiten und ungelöste Probleme dieser Methoden gelenkt wird.*

A dolgozat nem eredményeket, hanem a matematikus mindennapi munkájában felmerülő problémákat tartalmaz. A numerikus differenciálás jól ismert példájából kiindulva megvizsgáljuk a digitális szűrők elméletének néhány elfogadott, standard módszerét és felhívjuk a figyelmet a módszer néhány buktatójára és megoldatlan pontjára. Az alapfeladat a következő:

Adott egy  $f(x)$  függvény

$$\dots, f(x-2h), f(x-h), f(x), f(x+h), f(x+2h), \dots$$

digitalizált alakban. Keressük  $f'(x)$ -et a következő alakban:

$$f'(x) = -a_m f(x-m \cdot h) - a_{m-1} f(x-(m-1)h) - \dots - a_1 f(x-h) + \\ + a_0 f(x+h) + \dots + a_m f(x+m \cdot h) = \sum_{k=-m}^m a_k f(x+kh)$$

ahol  $a_{-k} = -a_k$ ;  $a_0 = 0$ .

Látható, hogy a derivált az adatsornak a

$(-a_m, -a_{m-1}, \dots, -a_1, 0, a_1, a_2, \dots, a_m)$  antiszimmetrikus szűrővel történő konvolválásából adódik.

1. megoldás Fourier-tartományban a deriválásnak  $j\omega$ -val való szorzás felel meg, így a jól ismert recept szerint nem kell mást tennünk, mint a  $j\omega = F(\omega)$  függvény inverz Fourier-transzformáltját venni és az így kapott ún. súlyfüggvényt digitalizált alakban a konvolúcióhoz felhasználni.

A súlyfüggvényre természetesen

$$s(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} j\omega e^{j\omega t} d\omega = \delta'(t) \quad (1)$$

adódik, a  $\delta'(t)$  szimbolikus „függvény” viszont nem ábrázolható digitalizált formában. Kézenfekvő gondolat az (1)-ben véges határookra áttérni, vagyis az

$$s(t) = \int_{-\Omega}^{\Omega} j\omega e^{j\omega t} d\omega$$

integrált számítani, ahol  $\Omega = 1/2h$ .

Az integrálást elvégezve

$$\begin{cases} s(t) = \frac{2}{t} \Omega \cos \Omega t - \frac{2}{t^2} \sin \Omega t, & \text{ha } t \neq 0 \\ s_0 = 0 \end{cases}$$

$a t = k \cdot h$ ,  $\Omega = 1/2h$  helyettesítésekkel pedig  $s_0 = 0$

$$s_k = \frac{1}{k \cdot h} \cos \frac{k}{2} - \frac{2}{k^2 h^2} \sin \frac{k}{2} \quad (2)$$

adódik. A (2) operátor felhasználásával egy

$$f'(x) \approx s_{-m} f(x - mh) + \dots + s_{-1} f(x - h) + s_1 f(x + h) + \dots + s_m f(x + mh). \quad (3)$$

közelítő képletet nyerünk. Részletesebb számolások azt mutatják, hogy a (2)-vel képzett numerikus differenciálási formula rendkívül pontatlan.

2. megoldás. A továbbiakban csak egyoldali, pl. baloldali derivált számítására szorítkozunk, vagyis  $f'(x) \approx a_0 f(x) + a_1 f(x - h) + a_2 f(x - 2h) + \dots + a_m f(x - mh)$  alakú formulát keresünk. Legyen Pl.  $m = 3$ .

Mivel a  $\frac{d}{dx}$  differenciál operátor az  $\int_0^x dx$  integrál operátor inverze, keressük a

numerikus differenciálás operátorát is a numerikus integrál operátorának

inverzeként. Az  $\int_0^x dx$  numerikus megfelelője a  $h(1, 1, 1, 1, \dots)$  szűrővel való

konvolúció. Valóban, ha  $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots$  egy  $h$  lépésközönként digitalizált függvény  $(f_0, f_1, f_2, f_3, \dots) * (h, h, h, h, \dots) = h(f_0, f_0 + f_1, f_0 + f_1 + f_2, \dots)$ .

Ha  $(s_0, s_1, s_2, s_3)$ -al jelöljük a diff. operátort és ezt mint a négyponos integrálóoperátor  $(h, h, h, h)$  inverzét keressük, az

$$\begin{aligned} (s_0, s_1, s_2, s_3) * (h, h, h, h) &= (1, 0, 0, 0), & \text{vagyis} \\ h s_0 &= 1 \\ h s_0 + h s_1 &= 0 \\ h s_0 + h s_1 + h s_2 &= 0 \\ h s_0 + h s_1 + h s_2 + h s_3 &= 0 \end{aligned}$$

egyenletrendszert kell megoldanunk, ahonnan

$$s_0 = 1/h, \quad s_1 = -1/h, \quad s_2 = s_3 = 0,$$

vagyis a triviális (*de jó!!!*)

$$f'(x) \approx \frac{f(x) - f(x - h)}{h}$$

formulát kapjuk.

3. megoldás. Ha az egyszerű összegezés helyett a „trapéz szabály”-nak megfelelő integrálásból indulunk ki, a négyponos diff. operátor meghatározása az  $(s_0, s_1, s_2, s_3) * (0,5; 1; 1, 1; 0,5) = (1/h, 0, 0, 0)$  egyenletre vezet.

Komponensekként kiírva

$$\begin{aligned} 0,5s_0 &= 1/h \\ s_0 + 0,5s_1 &= 0 \\ s_0 + s_1 + 0,5s_2 &= 0 \\ 0,5s_0 + s_1 + s_2 + 0,5s_3 &= 0. \end{aligned}$$

A megoldás:  $s_0 = \frac{2}{h}$ ,  $s_1 = \frac{-4}{h}$ ,  $s_2 = \frac{4}{h}$ ,  $s_3 = \frac{-2}{h}$ ,

vagyis az

$$f'(x) \approx \frac{2f(x) - 4f(x-h) + 4f(x-2h) - 2f(x-3h)}{h} \quad (4)$$

formulát nyerjük.

4. megoldás. További lehetőség lehet, hogy a négyponos diff. operátort nem mint a négyponos integráloperátor exakt inverzét, hanem mint egy jóval hosszabb,  $N$  pontos integrál-operátor közelítő inverzét állítsuk elő. Célunk tehát újra a legegyszerűbb integrál-operátorral dolgozva az

$$(1, 1, 1, 1, 1, \dots 1) * (s_0, s_1, s_2, s_3) = (1/h, 0, \dots 0, 0, 0, \dots) \quad (5)$$

teljesítése. Az egyletek száma itt jóval több, mint az ismeretleneké, a megoldás tehát csak közelítő lehet. Vegyük észre, hogy (5) a Rice-féle inverz konvolúciós feladat, melynek legkisebb négyzetes megoldása a következő (Rice-Levinson-féle) egyenletnek tesz eleget:

$$\begin{bmatrix} R(0) & R(1) & R(2) & R(3) \\ R(1) & R(0) & R(1) & R(2) \\ R(2) & R(1) & R(0) & R(1) \\ R(3) & R(2) & R(1) & R(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_0 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/h \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Itt  $R(0)$ ,  $R(1)$ , stb. az  $(1, 1, 1, \dots 1)$  sorozat autokorrelációs függvényének értékei:  $R(0) = N$ ,  $R(1) = N-1$ ,  $R(2) = N-2$ ,  $R(3) = N-3$ ,  $R(0)$ ,  $R(1)$ , stb. értékeit beírva, a (6) egyenlet a következőképpen írható:

$$\begin{aligned} NX + (N-1)Y + (N-2)Z + (N-3)Q &= 1 \\ (N-1)X + (N)Y + (N-1)Z + (N-2)Q &= 0 \\ (N-2)X + (N-1)Y + (N)Z + (N-1)Q &= 0 \\ (N-3)X + (N-2)Y + (N-1)Z + (N)Q &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

A (7) egyenletrendszer egy, Levinson-tól származó trükkel könnyen megoldható, megoldása:

$$\begin{aligned} X &= 0,5 + \frac{1}{4N-6} \\ Y &= -0,5 \\ Z &= 0, \quad Q = \frac{1}{4N-6}. \end{aligned} \quad (8)$$

Vagyis a következő közelítő formulát nyerjük:

$$f'(x) \approx \frac{(0,5 + \varepsilon)f(x) - 0,5f(x-h) + \varepsilon f(x-3h)}{h} \quad (9)$$

ahol

$$\varepsilon = \frac{1}{4N - 6}.$$

$N \rightarrow \infty$  esetén (9) az

$$f'(x) \approx \frac{f(x) - f(x-h)}{12h} \quad (10)$$

képletbe megy át.

A megoldások és a differenciálási formulák sorát nagyon sokáig lehetne folytatni. Új formulát kapnánk pl., ha Simpson szabályából, Csebisev, vagy Gauss kvadratúrákból indulnánk ki.

Mielőtt a tanulságokat levonnánk, említsünk meg egy Lanczostól származó „klasszikus” formulát is:

$$f'(x) = \frac{-2f(y-2h) - f(x-h) + f(x+h) + 2f(x+2h)}{10h} \quad (11)$$

és egyoldali deriváltra

$$f'(x) = \frac{21f(x) - 13f(x-h) - 17f(x-2h) + 9f(x-3h)}{10h}$$

*Összefoglalás, tanulságok:*

A digitális szűrőelmélet, elvileg, bármilyen lineáris szűrő meghatározására megad eljárásokat. Ezekkel a módszerekkel a numerikus differenciálás operátorára különböző kifejezéseket nyerhetünk, ezek legtöbbje vagy teljesen rossz [mint pl a (9)–(10) vagy (2)], vagy triviálisak, mint a (3). Ezzel szemben a klasszikus Lanczos-féle képletek – mint erről könnyű meggyőződni –

jók: *konstans függvényekre,*

.. *elsőfokú polinomokra,*

*másodfokú polinomokra,*

valamint minden olyan függvényre, amely az  $x$  pont környezetében másodfokú függvénnyel jól közelíthető.

Persze ez nem véletlen, hiszen pl. a (11) Lanczos képletek levezetésénél fel volt téve, hogy a szereplő 5 pontban felvett függvényérték közelítőleg egy parabolán fekszik és a derivált ezen *interpoláló polinom* segítségével adódott.

*Tanulságok*

1. Véges digitális szűrők esetén az időtartományban és inverz Fourier-transzformációval kapott eredmények egészen különbözők lehetnek. Rövid operátorok tervezésénél lehetőleg csak időtartományban dolgozzunk, valószínű, hogy az átviteli függvény számításának nincs sok értelme.

2. Az inverz konvolúció problémájának Rice-féle megoldását kritikusan kell fogadni; lehet, hogy a kapott szűrő a legkisebb négyzetek szerint a legjobb inverz, de emellett teljesen rossz és használhatatlan egyéb, gyakorlati kritériumok szerint. [A (10), vagy (9) formulákkal például nem tanácsos differenciálni!].

3. Egy digitalizált függvény megadásához nem elég egy  $f_0, f_1, f_2, \dots$ , sorozat megadása. Kell egy interpolációs szabály a meg nem adott függvényértékek számítására. Ilyen *interpolációs szabály* birtokában már bármely *lokális jellegű operátor*, így pl. a differenciálás operátora tervezhető.



# Többszeres indukciós szondák radiális karakterisztikáinak vizsgálata<sup>\*1</sup>

DRAHOS DEZSŐ

*A dolgozat ismerteti a többszeres indukciós szondák radiális karakterisztikáinak, geometriai tényezőinek elvi számítási módját, valamint tartalmazza egy három- és egy ötszeres indukciós szonda radiális karakterisztikáját, és néhány fúrólukátmérő esetén a geometriai tényezőket.*

*В работе излагается принцип вычисления радиальной характеристики и геометрических факторов многокатушечных индукционных зондов. Приводятся радиальная характеристика трех- и пятикатушечного зонда, а также геометрические факторы для некоторых величин диаметра скважины.*

*Es wird die prinzipielle Berechnungsmethode der geometrischen Faktoren und radialen Charakteristiken der mehrspuligen Induktionssonden erörtert. Weiter wird die radiale Charakteristik einer fünfspuligen Induktionssonde mitgeteilt und die geometrischen Faktoren für einige Werte des Bohrlochdurchmessers in einer Tabelle angegeben.*

A kőzetek ellenállásának fúrólukban történő mérésére többféle módszer ismeretes. A hagyományos módszerek (potenciál és gradiens szondákkal történő mérés) hiányossága az, hogy a fúróiszap, az iszaplepeny és az elárasztott zóna ellenállása is erősen érezteti hatását a látszólagos ellenállásban. Ezen hátrányok kiküszöbölésére készültek a fókuszált ellenállásmérő rendszerek, többek között az indukciós ellenállás-szelvényező berendezés.

A legegyszerűbb indukciós szonda két tekercset tartalmaz, az adó és a vevőtekercset. Az adó-tekercste  $\omega$  körfrekvenciájú váltóáramot vezetünk. Ennek hatására a fúróluk környezetében a fúróluk tengelyére nézve henger-szimmetrikus változó mágneses tér keletkezik. Ez a tér örvényáramokat kelt a szondát körülvevő közegben. Ezek az örvényáramok szintén változó mágneses teret keltenek, amely a vevőtekercsben valamekkora feszültséget indukál. A közegben az áramsűrűség egyenesen arányos a fajlagos vezetőképességgel, tehát a vevőtekercsben észlelt feszültség amplitúdója is egyenes arányban áll a környezet fajlagos vezetőképességével.

Egy olyan elemi vezető gyűrű hatását, amelynek a sugara  $r$ , keresztmetszetének területe:  $dzdr$ , az adó és vevőtekercstől mért távolsága  $R_1$  ill.  $R_2$ , a következőképpen írhatjuk fel:

$$d\varepsilon = K\sigma \frac{r^3}{R_1^3 R_2^3} dz dr. \quad (1)$$

Ahhoz, hogy a teljes hatást megkapjuk, (1)-et integrálnunk kell az egész térre:

$$\varepsilon = K \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \sigma(r, z) \frac{r^3}{R_1^3 R_2^3} dz dr = \varepsilon = K \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \sigma(r, z) g dz dr,$$

ahol:  $K$ : a szonda állandó

$\sigma$ : fajlagos vezetőképesség.

Meg kell jegyezni, hogy a fenti levezetés a szkinneffektus elhanyagolásával történt, vagyis nem vettük figyelembe az örvényáramon belül az egyes áramfonalak egymásra gyakorolt indukciós hatását. Ez az elhanyagolás alacsony frekvencia ( $10-20$  kHz), valamint  $0,2-0,5$  ohmméter feletti fajlagosellenállás esetén megengedhető.

A vezetőképességet térrészenként vegyük állandónak:

$$\varepsilon = K \left( \sigma_1 \int_{A_1} g ds + \sigma_2 \int_{A_2} g ds + \dots + \sigma_n \int_{A_n} g ds. \right) \quad (2)$$

Legyen

$$G_i = \frac{\int_{A_i} g ds}{\int_0^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} g dz dr}; \quad (3)$$

a (3) jelölést felhasználva:

$$\varepsilon = K'(\sigma_1 G_1 + \sigma_2 G_2 + \dots + \sigma_n G_n), \quad (4)$$

valamint  $\sum_{i=1}^n G_i = 1$  a normálás miatt.

A  $G_i$  mennyiséget az  $A_i$  térrész geometriai tényezőjének nevezzük. A (4) kifejezésben a  $\sigma_1 G_1 + \sigma_2 G_2 + \dots + \sigma_n G_n$  összeg a vizsgált közeg  $L$  hosszúságú szondára vonatkozó látszólagos fajlagos vezetőképessége.

Vizsgáljuk meg azt a legegyszerűbb elrendezést, amikor a közeg két részre tagolódik: a fűrőlyukra, és az azt körülvevő közegre:

$$\varepsilon = K'(\sigma_m G_m + \sigma_l G_l).$$

Amennyiben  $G_l \gg G_m$ , a mérőtekercsben indukált feszültség jó közelítéssel megadja a réteg hatását. Két tekercsből álló szondára ez nem teljesül. Ezért a gyakorlatban kettőnél több (3, 4, 5, 6) tekercsből álló szondákat használnak. Ezekkel már el lehet érni azt, hogy a környezet egy részének geometriai tényezője jóval nagyobb legyen az ettől különböző térrészek geometriai tényezőinél.

Több tekercs esetén a hatás az összes lehetséges adó-vevő tekercspárok hatásainak összegeként jelentkezik. Legyen pl.  $p$  adó és  $q$  vevőtekercsünk. Az indukált feszültség:

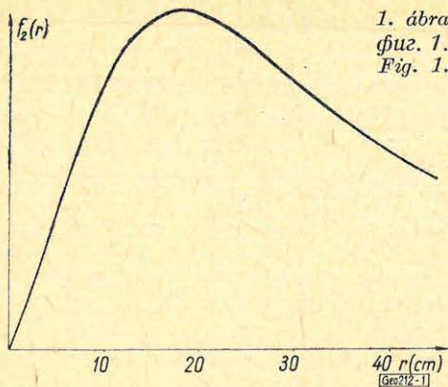
$$\varepsilon = \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^q K'' \int_0^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \sigma(r, z) \frac{m_i n_k r^3}{R_i^3 R_k^3} dz dr,$$

ahol  $m_i, n_k$  az adó- és vevőtekercsek menetszámai. Az egyes térfogatok geometriai tényezői ugyancsak  $p, q$  tagból álló összeg formájában írható fel. A tekercstávolságok és a menetszámok alkalmas megválasztásával el lehet érni, hogy különböző térrészek esetén ez az összeg nagy, illetve kis értéket vegyen fel.

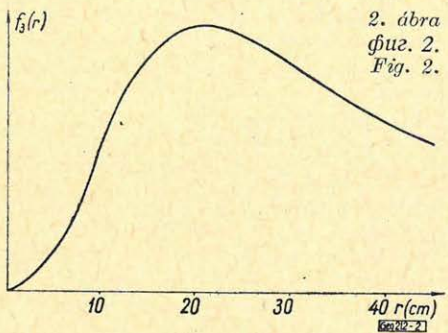
Számításainkat egy három és egy öttekercses szondára végeztük el, melyek adatai a következők: Mindkét szondánál a fő tekercsek (a legnagyobb menetszámú adó és vevőtekercs) közötti távolság 40 cm. A háromtekercses szonda ezenkívül tartalmaz még egy 50-es menetszámú fókuszáló vevőtőtekercset, az öttekercses szonda pedig két 50-es menetszámú fókuszáló vevő-, és egy 7-es menetszámú fókuszáló adótekercset.

Mindkét szondánál a fő adótekercs menetszáma legyen 88, a fő vevőtekercsé pedig 604.

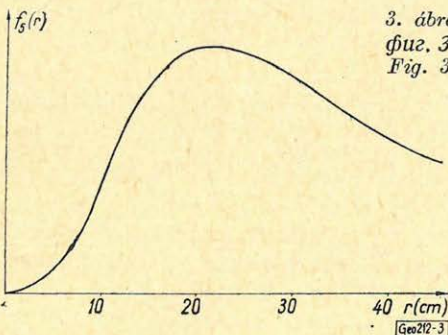
Kiszámítottuk mind a három-, mind pedig az öttekercses szonda, valamint a fenti szondákban azonos fő adó-, és vevőtekercsek által alkotott kéttekercses



1. ábra  
фиг. 1.  
Fig. 1.



2. ábra  
фиг. 2.  
Fig. 2.



3. ábra  
фиг. 3.  
Fig. 3.

szonda radiális differenciális karakterisztikáját. Ezen azt a görbét értjük, amit a következő függvény ír le:

$$f(r) = \sum_{i=1}^p \sum_{k=1}^q \int_{-\infty}^{+\infty} m_i n_k g_{ik}(r, z) dz.$$

A radiális differenciális karakterisztikának a fúróluk tengelyétől mért távolság szerinti integrálja adja a fúróluk tengelyével koaxiális végtelen hosszú henger geometriai tényezőjét.

Az 1., 2., és 3. ábrákon látható karakterisztikák között a görbék elején lényeges különbség van. Amíg a kéttekerces szonda karakterisztikája meredeken emelkedik, a fókuszált szondák karakterisztikái laposabban kezdődnek. Ennek az a következménye, hogy kisebb lesz a fúróluk geometriai tényezője. A görbék maximumhelyei azt a mélységet adják meg, ahol egy vékony falvastagságú hengergyűrű hatása a legnagyobb lesz.

Az említett szondák esetén a fúróluk geometriai tényezője ( $G_m$ ), a teljes tér geometriai tényezőjére, mint egységre vonatkoztatva különböző lyukátmérők ( $d$ ) esetén a következő lesz: (1. táblázat)

A lyukátmérő és az iszapellenállás ismeretében a már lecsökkentett fúrólukhatást még korrekcióba is vehetjük.

1. táblázat

Kéttekerces szonda  
Двухкатушечный зонд  
Zweispulige Sonde

Háromtekerces szonda  
трехкатушечный зонд  
Dreispulige Sonde

Öttekerces szonda  
пятикатушечный зонд  
Fünfspulige Sonde

Gm	
10	0,02
15	0,042
20	0,073
25	0,109

Gm	
10	0,005
15	0,016
20	0,034
25	0,061

Gm	
10	0,005
15	0,015
20	0,034
25	0,062

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Семереди, П.</i> : Протонно-процессионный каротаж .....	121
<i>Саны, Б. Х.</i> : Временные сейсмические разрезы на разведочной площади Ваввар — Керменд — Залаегерсег .....	126
<i>Адам, А. — Надт, З. — Шалат, П. — Верё, И.</i> : Автоматизация в области электроразведочных работ .....	129
<i>Фёльс, А. — Рез, Ф.</i> : Применение ЭЦВМ в работе отдела промысловой геофизики предприятия ОГИЛ .....	139
<i>Варга, З. — Зилахи-Шебеш, Л.</i> : Обработка сейсмической информации в Сейсморазпромышленности и в Геофизическом Институте им. Л. Этвеша .....	147
<i>Мешко, А. — Радлер, Б.</i> : Расчеты на моделях в подготовке и интерпретации сейсмических данных .....	152
<i>Шебештьен, К. — Салаи, М. — Кёрёш, И. — Рожс, Г.</i> : О работе каротажных диаграмм в Геофизическом Институте .....	164
<i>Дереш, Я.</i> : Идентификация геологической серии в Алдьё в верхнепаннонской продуктивной толще с использованием вычислительной машины МИНСК — 2 ...	172
<i>Петерфай, Б.</i> : Цифровая фильтрация в области вертикального электрического зондирования .....	178
<i>Вегеш, И.</i> : Построение карт изолиний по данным, полученным в неравномерно распространённых пунктах .....	182
<i>Корвин, Г.</i> : О дифференцировании эмпирических функций .....	194
<i>Драхож, Д.</i> : Изучение радиальных характеристик многокатушечных индукционных зондов .....	198
Новости в Обществе Венгерских Геофизиков .....	151, 193

## INHALTSVERZEICHNIS

<i>Szemerédy, P.</i> : Bohrlochprofilierung mit Protonprezessionssonden .....	121
<i>Szanyi, B.</i> : Reflexionsseismische Zeitprofile im Untersuchungsgebiet Vasvár — Körmen — Zalaegerszeg .....	126
<i>Ádám, A. — Nagy, Z. — Salát, P. — Verő, J.</i> : Automatisierung geoelektrischer Arbeiten .....	129
<i>Fölz, A. — Réz, F.</i> : Arbeiten mit Rechenmaschinen bei der Bohrlochgeophysikalischen Abteilung des OGIL .....	139
<i>Varga, Z. — Zilahy-Sebess, L.</i> : Maschinelle Bearbeitung seismischer Daten im Seismischen Forschungsbetrieb des OKGT und im R.E. Geophysikalischen Institut .....	147
<i>Meskö, A. — Rádler, B.</i> : Anwendung von Modellrechnungen bei der Vorbereitung der seismischen Datenverarbeitung und Interpretation .....	152
<i>Sebestyén, K. — Szalay, M. — Körös, I. — Rozs, G.</i> : Die mit der automatischen Bearbeitung von Karottageprofilen zusammenhängenden Arbeiten im Roland Eötvös Geophysikalischen Institut .....	164
<i>Deres, J.</i> : Schichtenfolgenidentifikation in Algyó im produktiven oberen Pannonikum mit Hilfe der elektronischen Rechenmaschine MINSZK-2 .....	172
<i>Péterfai, B.</i> : Digitale Filterung bei den geoelektrischen Tiefensondierungen .....	178
<i>Véges, I.</i> : Konstruktion von Isokarten auf Grund von Messdaten in irregulär verteilten Punkten .....	182
<i>Korvin, G.</i> : Zur Differentiation empirischer Funktionen .....	194
<i>Drahoš, D.</i> : Untersuchung der radialer Charakteristiken von mehrspuligen Induktionssonden .....	198
Vereinsnachrichten .....	151, 193

## Nyomdai kézirat elkészítésének előírásai

A Magyar Geofizika szerkesztősége csak az alábbi módon elkészített kéziratot fogadja el:

A kézirat A/4-es papíron (normál irodapapír) két példányban küldendő be. Ezek közül az egyik példány első gépelés legyen. (Indigóval készült másolatot a nyomda nem fogad el.) A papírlapon csak az egyik oldalra lehet gépelni 2-es sortávval. Egy-egy sorban 50 betűhely lehet. A bal margót az írógép 20-as beosztására kell állítani. Egy oldalon 25 sor gépelés lehet. A gépelt szövegben minden szükséges ékezetet fel kell tüntetni, amelyik nincs az írógépen, azt tollal utólag kell felrakni.

A táblázatokat külön lapra kell gépelni, helyüket a folyamatos szöveg bal oldali margóján is fel kell tüntetni.

A rajzokat tussal kell megrajzolni pausz vagy fehér papíron. A különböző jelölések csak csíkozással, pontozással oldhatók meg, színezett rajzok nem közzélhetőek. Csak kemény, kontrasztos fényképfelvételek fényes papírra készült másolatai alkalmasak a közlésre. Térképeken, szelvényrajzokon a léptéket rajzos léptékben adjuk meg. Az ábrák aláírását, lábjegyzeteket külön lapra kell gépelni, sorrendjüknek megfelelően.

Minden rajzon, fényképen fel kell tüntetni az ábrák számát, valamint nyíllal meg kell jelölni a felső szélét.

A kéziratban a görög, gót betűket, matematikai ábrákat és képleteket rajzolt betűkkel (nem folyóírással) kell feltüntetni.

A cikkhez a lapban orosz, valamint német kivonatot közlünk. Kérjük a szerzőt, hogy ennek szövege röviden ismertesse a tanulmányt úgy, hogy az az összefoglalás alapján érthető legyen.

Amennyiben az idegen nyelvű összefoglalást a szerzőnek nem áll módjában a fenti két idegen nyelven megadni, úgy kérjük annak fordításra alkalmas magyar nyelvű kivonatát 3 példányban.

A fordítás költségét, valamint a nem szabvány formában érkező kézirat gépelési költségét a szerzői díjából térítjük meg.

SZERKESZTŐSÉG