

0362/3



2010

1977. I. A

MAGYAR

1999

# Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1971. XII. ÉVFOLYAM, 1. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata**

**XII. évfolyam**

**1. szám**

*Szerkesztőség*

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

*Felelős szerkesztő*

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

*Szerkesztő bizottság*

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

*Felelős kiadó*

SALA SÁNDOR  
igazgató

TARTALOMJEGYZÉK

|  |        |
|--|--------|
| <i>N. Szohranov – Sz. Zundelevis:</i> A fúrólyukszelvényezési adatok automatikus kiértékelési rendszere a Szovjetunióban .....                                       | 1      |
| <i>Kovács Ferenc – Meskó Attila:</i> Kétváltozós digitális szűrés gyakorlati alkalmazása Bouguer-anomáliatérképek átalakításában .....                               | 10     |
| <i>Baráth István – Karas Gyula – Sebestyén Károly – Vincze János:</i> A komplex digitális karottázsbereendezés felépítéséről és néhány alkalmazási területéről ..... | 28     |
| Lapszemle .....  | 27, 38 |
| EGYESÜLETI HÍREK .....   | 39     |

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 60,- Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232-00171-2494 csekkszámjára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében 71.2. Állami Nyomda, Budapest



# A fúrólýukszelvényezési adatok automatikus kiértékelési rendszere a Szovjetunióban

N. SZOHRANOV – SZ. ZUNDELEVICS

*A dolgozat bemutatja a mélyfúrési geofizikai szelvények számítógépes feldolgozására a Szovjetunióban kialakított elgondolásokat. Ismerteti a digitalizálásra, illetve az eredmények kirajzolására szolgáló berendezéseket.*

*В работе излагаются соображения по машинной обработке картатжных кривых, разработанные в ССР. Дается описание различных типов аппаратуры, служащей для кодирования данных и для представления результатов.*

*Es werden die für die maschinelle Bearbeitung geophysikalischer Bohrlochmessungen in der Sowjetunion entwickelten Ideen behandelt, und die für die Digitalisierung sowie zeichnerische Darstellung der Resultate konstruierten Geräte besprochen.*

A számítógépek alkalmazásának tapasztalatai azt mutatják, hogy a mélyfúrési geofizikai adatok automatikus kiértékelése máris lehetővé teszi a mérések földtani hatékonyságának növelését, mivel:

- a) a kiértékelés teljesebben fogja át a fúrások rétegsorát,
- b) objektívebb és részletesebb eredményeket nyerünk a kézi feldolgozás eredményeihez viszonyítva,
- c) csökken a véletlen, valamint a kiértékelő elégtelen szakképzettsége folytán felmerülő hibák száma,
- d) lehetőség nyílik olyan pontosabb kiértékelési eljárások alkalmazására, amelyeknél igen sok számítást kell végrehajtani stb.

Azonkívül a mélyfúrési geofizikában a számítógép segítségével végzett tömeges adatfeldolgozás lehetővé teszi a fúrásra vonatkozó szakvélemények kiadásának meggyorsítását. Az egyes gépi feldolgozási szakaszok időelemzése és a számítások azt mutatták, hogy a számítógépek alkalmazása még félautomatikus konvertálási eljárás esetében is kb. 2–3-szorta gyorsítja meg a mélyfúrési geofizikai adatok kiértékelését. Ebben az esetben a kiértékelőknek több idejük marad, amit a komolyabb szaktudást igénylő munkákra: a fúrólýuknál nyert anyagok minőségének ellenőrzésére, a szakvélemények gondosabb alátámasztására, készletszámításra stb. használhatnak fel.

A megoldandó feladatok jellegétől, az erre felhasznált földtani és geofizikai információtól, a feldolgozás módszereitől és az eredmények benyújtási határidőtől függően a mélyfúrési geofizikai adatok kiértékelését operatív és összefoglaló kiértékelésre osztjuk.

Operatív kiértékelésen annak meghatározását értjük, hogy vannak-e a rétegsorban tároló kőzetek és milyen jellegű azok telítettsége. Operatív kiértékelés a kutatás minden szakaszában folyik, többek között az első fúrásokra vonatkozóan is, amikor még nem állnak rendelkezésre rétegvizsgálati eredmények.

Az összefoglaló kiértékelés a tároló szerkezet egyes rétegeire vonatkozóan történik meg a rendelkezésre álló összes földtani és geofizikai adat értékelése,



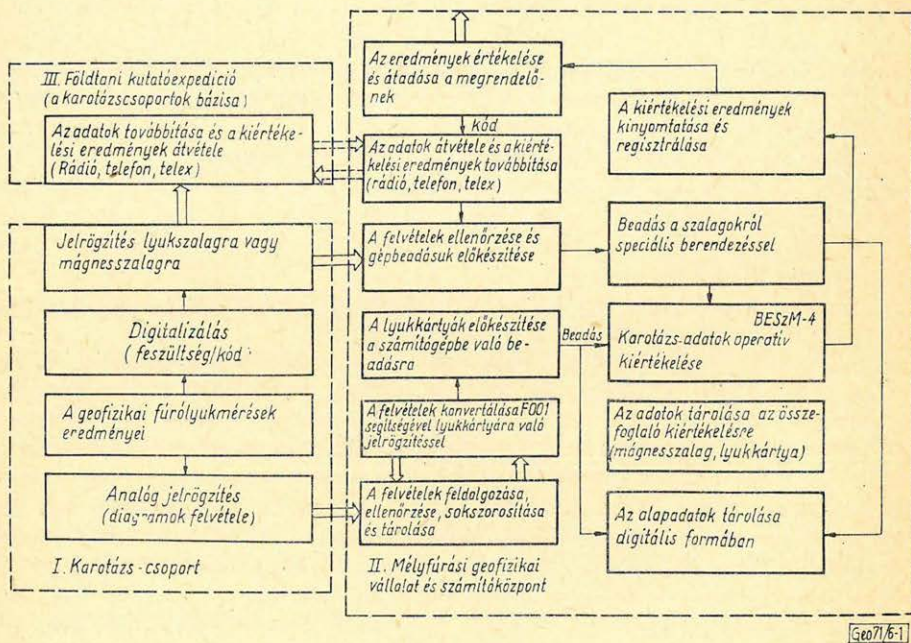
továbbá a készletszámításhoz szükséges paraméterek meghatározása céljából.

A legfontosabb és legsürgősebb feladat az operatív kiértékelés automatizálása. Ehhez nagy volumenű operatív kiértékelési munkát kell végrehajtani rövid határidőkön belül.

Nyilvánvaló, hogy a mélyfúrási geofizikai adatok automatikus feldolgozása és kiértékelése abban az esetben biztosítja a legnagyobb hatásfokot, ha a lehető legteljesebb munkaciklust öleli fel és teljesen kiküszöbölődik vagy minimumra csökken a kézi munka az egyes közbenső szakaszokon, mind magánál a feldolgozásnál, mind az előkészítő és befejező műveleteknél. Ebből következik, hogy olyan rendszert kell kialakítani, amelynél a lehető legteljesebben automatizáljuk a mélyfúrási geofizikai adatok feldolgozását és kiértékelését digitális számítógépek segítségével.

A Szovjetunióban a különböző tudományos intézetek, ipari vállalatok kialakítottak egy számítógépes automatizált rendszert a mélyfúrási geofizikai adatok összegyűjtésére, feldolgozására és kiértékelésére.

Ez a következő szakaszokat foglalja magában (1. ábra):



1. ábra. A mélyfúrási geofizikai adatok számítógépes osztályozásának, tárolásának és feldolgozásának vázlata

Fig. 1. Схема сбора, хранения и обработки промыслово-геофизических данных на ЭВМ

Fig. 1. Skizze der maschinellen Klassifizierung, Speicherung und Bearbeitung von bohrlochgeophysikalischen Daten

1. A mélyfúrási geofizikai adatok digitális rögzítése mágnes- vagy papírszalagra (lyukszalagra), oszcillografikus regisztrálásukkal egyidejűleg; lehetőség



van a szokványos eljárással felvett karotázsszelvények digitális konvertálására is.

2. Az információ továbbítása (közvetlenül vagy közbenső pontokon keresztül) a számítóközponthoz. Ez a továbbítás a következő módon történhet:

a) a geofizikai méréseredmények felvételeinek (mágnesszalagok, lyukszalagok, karotázsszelvények) megküldése (futárral, postán, repülőn vagy helikopteren);

b) az információ továbbítása telexen;

c) az információ továbbítása rövidhullámú rádióvonalon.

3. A mélyfúrás geofizikai adatok gépi feldolgozása; az eredmények kiírása és grafikus visszajátszása, majd ellenőrzésük.

4. A kiértékelési eredmények átadása az érdekelt részlegeknek.

5. A geofizikai mérési anyag és a feldolgozási eredmények tárolása digitális formában, további felhasználásuk céljából a gyors visszakeresés biztosításával.

### *Matematikai alap az operatív kiértékeléshez*

A karotázsszalagok operatív gépi kiértékeléséhez több programkönyvtárat fejlesztettek ki. Valamennyi programkönyvtár felöleli az operatív kiértékelés teljes ciklusát vagy annak nagy részét.

A különböző kiértékelési szakaszok megoldási módja szerint a programkönyvtárak három csoportra (rendszerre) oszthatók. Az első csoporthoz (rendszerhez) tartoznak a karotázsszalagok rétegek szerinti feldolgozásának és kiértékelésének programjai.

E rendszer algoritmusai és programjai a következő jellegzetes sajátosságokkal rendelkeznek:

a) a rétegsor felosztása rétegekre és b) a kiértékeléshez fizikai rétegmodellek, a geofizikai paraméterek és a rétegek fizikai tulajdonságai közötti analitikai összefüggések, valamint a kézi kiértékelés terén szerzett tapasztalatok felhasználása. E programok algoritmusai nagyrészt az ismert és tökéletesített kiértékelési módszerek formalizálása révén készültek. Ilyen programrendszert a VNII Geofizikában fejlesztettek ki (jele „*Karotázsszalag*”). Az ezzel a rendszerrel történő kiértékelés technológiai vázlat a következő műveletek végrehajtását foglalja magában (2. ábra):

a) a geofizikai alapadatok előzetes feldolgozása – szerkesztés (a fúrólyukra vonatkozó adatok számítógépbe való adása, a számjegy-tömbök mélység szerinti korrigálása, fizikai mértékegységekben való megadása, kiírás hosszú időre szóló tárolásra);

b) a rétegek kijelölése és ellenállásuk meghatározása BKZ-adatok, továbbá a különböző típusú ellenállássondatak felvételei alapján;

c) tárolókőzetek kijelölése a litológiai taglalás alapján, a karotázsszalag pontonkénti komplex feldolgozásával (a diagnosztikus kódok módszere);

d) a tárolókőzetek porozitásának és agyagosságának meghatározása az akusztikus, neutron- és sűrűségi sűrűségvizelés komplex kiértékelésének adatai alapján;

e) a rétegek kőolaj – gáztartalmának becslése a rétegellenállások alapján a porozitási tényező ( $k_p$ ) és agyagosság értékeinek, a szomszédos fúrásokban végzett „rétegvizsgálathoz”, a karotázsszalagokon végzett rétegvizsgálathoz és a gázkarotázsszalagok a figyelembevételével;







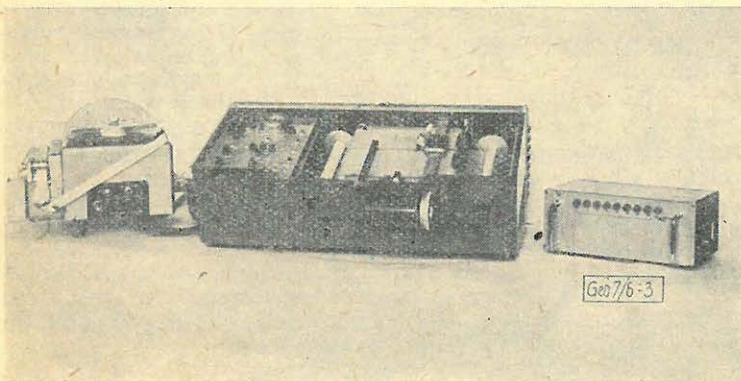
f) az operatív kiértékelési eredmények táblázatának tárolása és a kiértékelési eredmények kiírása olyan formában, amely alkalmas a mélyfúrási geofizikai alapadatok minőségének és a kiértékelés eredményeinek ellenőrzésére.

A kiértékelés valamennyi szakaszára vonatkozó algoritmusok biztosítják az adott területen optimális bármilyen geofizikai mérés-komplexum feldolgozását, beleértve a számítógép és a kiértékelő közötti információ-cserét a feldolgozás előtt és alatt.

A rendszer programjai felhasználhatók automatikus és autonóm üzemmódban egyaránt. A szervezőprogram automatikusan valósítja meg a kijelölt kiértékelési változatot.

Ebben a rendszerben a geofizikai alapadatok előkészítése pillanatnyilag a 3. ábrán bemutatott F001 típusú félautomata konverterrel történik.

A kiértékelési eredményeket a 4. és 5. ábrán bemutatott táblázatos, ill. grafikus formában kapjuk meg.



3. ábra. F001 típusú félautomata karottázs-szelvény-digitalizáló

Фиг. 3. Полуавтоматический преобразователь каротажных диаграмм Ф001

Fig. 3. Halbautomatische Einrichtung Typ F001 zur Digitalisierung von Bohrlochprofilen

4. ábra. Karottázsadatok BESZM-4 számítógéppel végzett kiértékelésének eredményei, NO-24 típusú regisztrátorral kiírva. 0 - meg nem határozott megoldás; 1 - homokkő; 2 - agyag; 4 - agyagos homokkő; 5 - tömött kőzetek; 6 - kőolaj-gáztároló agyagos homokkő; 7 - kőolaj-gáztároló homokkő

Фиг. 4. Результаты интерпретации данных каротажа на машине БЭСМ-4, выведенные на регистратор НО-24.0 - неопределенное решение; 1 - песчаник; 2 - глина; 4 - глинистый песчаник; 5 - плотные породы; 6 - нефтегазоносный глинистый песчаник; 7 - нефтегазоносный песчаник

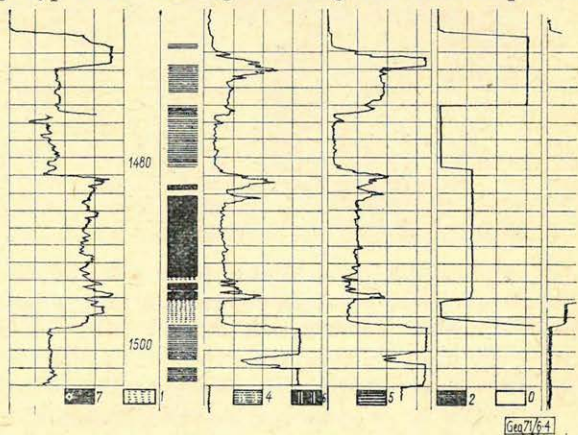


Fig. 4. Auswertungsergebnisse von Karottagedaten, bearbeitet mit der Rechenmaschine BESZM-4 und ausgeschrieben mit der Einrichtung NO-24

0 - unbestimmt, 1 - Sandstein, 2 - Ton, 4 - toniger Sandstein, 5 - dichte Gesteine, 6 - Öl- und Gas-speichernder toniger Sandstein, 7 - Öl- und Gas-speichernder Sandstein



A kiértékelési eredmények grafikus kiírását a SZU-ban kifejlesztett *N024* típusú régisztrátor végzi, ennek képe a 6. ábrán látható.

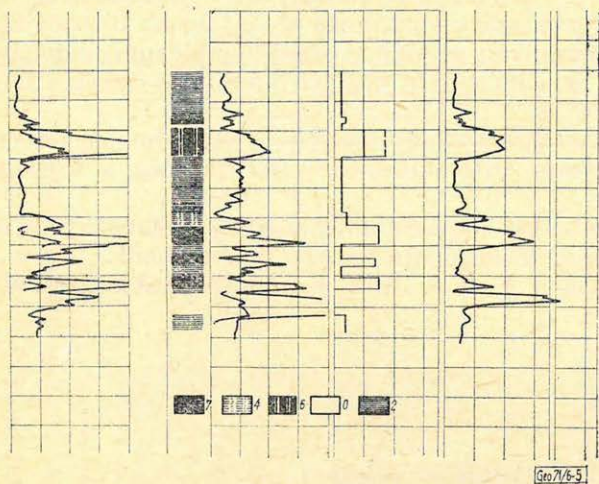
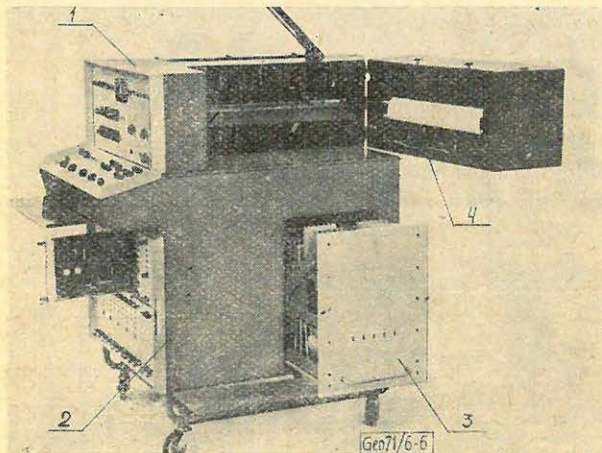


Fig. 5. Resultate der Auswertung von BKZ-Daten, bearbeitet mit Hilfe der Rechenmaschine BESZM-4 und ausgeschrieben mit der Einrichtung NO-24  
 0 – unbestimmt, 2 – Schicht mit niedrigem Widerstand, 4 – Schicht mit mittelmässigem Widerstand, 6 – Schicht mit hohem Widerstand und Schlammeindringung, 7 – dieselte, aber ohne Schlammeindringung



6. ábra. Régisztráló a karottázsadatok gépi kiértékelési eredményeinek kiírására

Fig. 6. Регистратор результатов интерпретации данных каротажа на ЭВМ

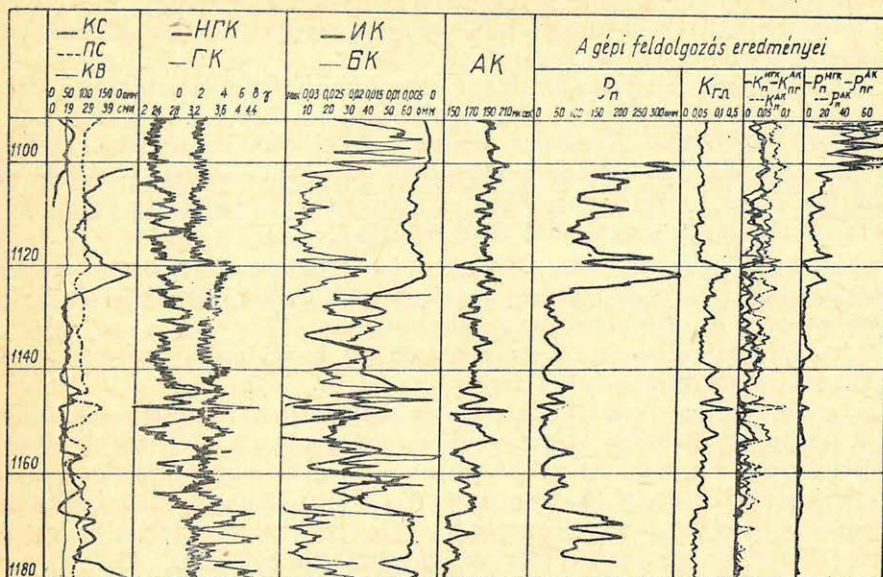
Fig. 6. Registriereinrichtung zum Ausschreiben der maschinellen Auswertungsergebnissen von Bohrlochprofilierdaten

A második programcsoportot a karottázsadatok folyamatos, pontonkénti gépi kiértékelési rendszere képezi. E programcsoport algoritmusaira az jellemző, hogy a kurrens geofizikai értékek kerülnek feldolgozásra, nem pedig a rétegek-nél észlelhető jellegetes értékek. A kiértékelési eredményeket pontonként ugyancsak kirajzoljuk (7. ábra).

Ehhez a programrendszerhez tartozik a *VNII Geofizika Volga-Urali* kirendeltsége által kidolgozott *GI-1* geofizikai interpretátor, valamint néhány külföldi kiértékelési rendszer.

A *GI-1* geofizikai interpretátor-program a következő műveleteket hajtja végre:





Geo71/6-7

7. ábra. Karottázsadatok gépi kiértékelésének eredményei a GI-1 geofizikai interpretátor programcsomagja alapján

Fig. 7. Результаты интерпретации данных каротажна на ЭВМ по комплексу программ геофизического интерпретатора GI-1

Fig. 7. Auswertungsergebnisse von Karottage-Daten mit Hilfe des Programmpakets des geophysikalischen Interpretators GI-1

1. A digitális geofizikai alapadatok elsődleges feldolgozása.
2. Műszerkorrekciók alkalmazása.
3. A vertikális tengely menti egyenletlenség figyelembevétele a görbék szűrése révén. A szűrés lehetővé teszi, hogy elhagyjuk a rétegek kijelölését, a környező kőzetek hatásának figyelembevételét, továbbá, hogy a szűrt görbe pontonkénti értékeit úgy használjuk fel, mint a paraméterek adott pontra vonatkozó korrigált átlagértékeit.
4. A réteg  $\rho_v$  rétegelállásának és  $\rho_{zp}$  elárasztott zóna ellenállásának kiszámítása az indukciós és laterolog szelvényezési adatok alapján meghatározott elárasztási mélységek mellett.
5. Vezérintervallumok kijelölése a rétegek automatikus kiválasztása céljából a karottázsgörbék hitelesítésére és léptékük pontos meghatározására.
6. A hidrogéntartalom kiszámítása neutron-gamma szelvény alapján; a neutron-gamma-szelvény hitelesítése a kiértékelő által megadott, vagy automatikusan kiválasztott ismert hidrogéntartalmú szakaszoknál leolvasott neutron-gamma indikációk alapján történik.
7. Az agyagosság kiszámítása ismert agyagosságú rétegek alapján hitelesített természetes-gamma szelvény segítségével.
8. A porozitás meghatározása a neutron-gamma szelvényből az agyagosság, valamint az izolált pórusnagyságok alapján.
9. A porozitás meghatározása az akusztikus karottázs alapján a Willy-féle képlettel, az agyagosság figyelembevételével és figyelmen kívül hagyásával.



10. A kőolajtelítettség becslése a rétegenállásnak a 100%-os vízzel való telítettség melletti ellenálláshoz való viszonya alapján, amit a porozitás és az agyagosság görbéje alapján kapunk meg.

A mélyfúrési geofizikai adatok (10 karottázs-diagram) kiértékelése 200 m-es fúrólukszakaszra, 0,2 m-es mintavételi köz mellett 1,5 órát vesz igénybe. Ez 4,5-ször nagyobb a „Karottázs” rendszer programjainak idejénél.

Az ASZORK-nak nevezett harmadik programrendszer a matematikai statisztika és az információelmélet felhasználásán alapszik. Ez a rendszer a következő feladatok megoldását teszi lehetővé:

1. A digitális regisztrálás ellenőrzése és hibáinak korrigálása, a mélység vonatkoztatása a fúróluk szájára, a számjegyek fizikai mértékegységekre való vonatkoztatása és mágnesszalagra való rögzítése.

2. A karottázs-diagramok mélység szerinti egyeztetése (a keresztkorrelációs függvény maximumának keresése).

3. A rétegsor nagyvonalú taglalása az egyik karottázs-diagram alapján.

4. A rétegek kijelölése a hasznos jeleknek zajból való kijelölésére vonatkozó elmélet alapján. Ezután történik a határok pontosabb meghatározása a módszerek felbontóképességét figyelembe vevő súlyegyütthetők felhasználásával. A rétegekben belül történik a lényeges látszólagos ellenállásértékek leolvasása és kódok kialakítása a rétegek jellegének meghatározására.

5. Az összeállított kódok alapján a rétegeket mint produktív, víztároló, tömött, agyagos vagy nem osztályozható objektumokat azonosítja és osztályozza. Becslést ad az elfogadott megoldás megbízhatóságára.

6. A tárolókőzetekre kiértékeli a BKZ-adatokat.

7. Meghatározza a porozitást és a rétegvíz ásványsótartalmát.

A karottázsadatokat gépi kiértékelésre kifejlesztett programrendszereket 1–2 területen kipróbáltuk.

A kipróbálás eredményei alapján pozitíven értékelhetjük a számítógép alkalmazásának távlatait a mélyfúrési geofizikában.

Ugyanakkor azonban meg kell jegyeznünk, hogy a kipróbálás volumene egyelőre nem elégséges. Ezért pillanatnyilag a legfontosabb feladat a rendszerek széleskörű kipróbálása. Célszerű az összehasonlító kipróbálás alkalmazása azonos földtani körülmények mellett. Ez lehetővé fogja tenni a különböző programrendszerek helyes becslését, tökéletesítésüket és a mélyfúrési geofizikai gépi adatfeldolgozás automatizált rendszerébe való bekapcsolásukat.

### *Műszerek a karottázsadatokat digitális regisztrálására*

A legtöbb gépi kiértékelési rendszer alapját a geofizikai adatok diszkrét ábrázolási módja képezi, egyenletes mélység szerinti mintavételi közszelvényekkel; ezt alkalmazza a legtöbb egyéb intézmény is, többek között a külföldiek is.

E rendszerek céljára két konvertertípust fejlesztettek ki:

a) olyan konverterek, amelyek a karottázs-szelvényekről olvassák le az értékeket és azt digitalizálják;

b) olyan konverterek, amelyek a karottázsadatokat a fúrólukban végzett mérés során digitalizálják.

1. A karottázs-szelvények digitalizálására az F001 típusú félautomata digitalizálót fejlesztették ki, amelyet a „Vibropryor” gyár sorozatban gyárt.

200 mm szélességű oszcillográf- vagy diagrampapírra mélység- (vagy idő)-függvényben regisztrált karottázs vagy tetszőleges egyéb görbék kiolvasására szolgál és a következő műszaki jellemzőkkel rendelkezik:



a) a digitalizálást állandó mintavételi közzel ( $= 0,5; 1$  és  $2$  mm) végzi, amit a görbe bonyolultságától függően állítunk be;

b) a görbe ordinátájának digitalizálási hibája nem haladja meg a 2%-ot. A digitalizáló a lyukszalag- és lyukkártya-lyukasztóval van összehangolva és a digitalizálást *MINSZK-22*, *BESZM-4*, *M-222*, stb. típusú számítógépekre végzi el.

2. A mélyfúrású geofizikai adatok fúrásnál történő digitális regisztrálására kifejlesztették a *PMZ-3* típusú, mágnesszalagos *A/D* konvertert, valamint a *PKL-4* típusú lyukszalagos konvertert.

a) A *PMZ-3* típusú karottázskonverter karottázsbereendezésekbe épül be. Sorba van kötve a karottázsszcillográf galvanométereivel és azzal egyidejűleg, vagy attól függetlenül működhet. A konverter 4-csatornás; 6 dB (11 bináris bit) konvertálási tartománnyal és  $0,05 \mu A$  küszöbérzékenységgel. A konvertálási hiba nem haladja meg a 3%-ot. A konvertálás a mélység mentén egyenletesen történik  $0,05; 0,10; 0,2$  vagy  $0,4$  mintavételi közzel. A maximális konvertálási sebesség  $40$  számjegy/sec, ami  $3600$  m/óra szelvényezési sebességnek felel meg  $A = 0,1$  m mellett.

A *PMZ-3* típusú konverterrel regisztrált információ a *BESZM-4* számítógépbe specális *UVI-3* típusú beadóegységgel, a *MINSZK-22* számítógépbe pedig közvetlenül adható be.

b) A lyukszalagos karottázskonverter 4-csatornás; 72 dB tartományú, maximálisan 2% konvertálási hiba mellett. A konverter kis méretű (a szabvány karottázspanelre szerelhető), aminek következtében bármely karottázsbereendezésben elhelyezhető. A digitális adatokat bináris- és nyolcas számrendszerű kóddal lyukasztják, egy szóban *max. 4* paraméterrel. A lyukszalagra való jelrögzítés biztosítja a közvetlen információ-beadást a *MINSZK-22* számítógépbe.

A *PMZ-3* és *LKL-4* típusú karottázskonverterek sorozatgyártása 1971-ben kezdődik.

c) Fejlesztés alatt van egy műszer-csoport az információnak a fúrásnál történő konvertálására és számítóközpont-hoz való továbbítására. E műszer-csoport konverterének súly- és méretadatai azonosak a *PMZ-3*-éval. A digitális adatokat keskeny ( $6,3$  mm) mágnesszalagra rögzíti soros kóddal. A *MINSZK-22* és *BESZM-4* számítógépbe az adatokat speciális berendezés adja be.

3. A kiértékelési eredmények automatikus gépi megjelenítésére a *NO-24* típusú sokesatornás regisztrálókonvertert fejlesztették ki.

A *NO-24* regisztráló 6 csatornás oscillográf 5 db *D/A* konverterrel és 1 „Digitális/litológia” konverterrel. Az információ kiolvasása lyukszalagról vagy közvetlenül a *BESZM-4* számítógépből történik.

A regisztráló 5 karottázsgörbe és egy litológiai rétegsor  $400-430$  mm szélességű fényérzékeny papírra, vagy foto-pauszra való regisztrálására szolgál. A görbékkel együtt a mélységvonalakat és a görbék léptékét is felírja a fényérzékeny papírra. A regisztrálás  $0,2-1,2$  m/perc papírtovábbítási sebesség mellett történik a kiolvasó berendezés típusától és a mélységléptéktől függően.



# Kétváltozós digitális szűrés gyakorlati alkalmazása Bouguer-anomáliatérképek átalakításában

KOVÁCS FERENC – MESKÓ ATTILA

*A dolgozat a kétváltozós digitális szűrés gyakorlati alkalmazásához szeretne segítséget nyújtani. Meghatározzuk az irányfüggetlen, zérus fázistolású, lehetőleg rövid súlyfüggvényű és simán változó karakterisztikájú szűrők általános átviteli függvényét. Tárgyaljuk az átviteli sáv megválasztásának lehetőségeit, a mintavételezés és a véges hosszúságúra csonkítás hatását. Megadjunk néhány, a gyakorlatban jól bevált súlyfüggvényt.*

*A levezetett szűrők alkalmazásának megkönnyítésére több táblázatot közlünk. Ezek alapján meghatározhatjuk az alkalmazandó szűrő paramétereit, megbecsülhetők az áteresztett, részben áteresztett és eltávolított frekvenciatartományok határai és a digitális súlyfüggvények pontossága.*

*A szűrők felhasználását egy dél-alföldi területről származó Bouguer anomáliatérkép átalakításában mutatjuk be.*

*В работе преследуется цель оказать помощь для практического использования цифровой фильтрации с двумя переменными. Определяются общие частотные характеристики фильтров с независимыми от направления, по возможности короткими весовыми функциями с нулевым фазовым смещением и с плавно изменяющейся характеристикой. Рассматриваются возможности подбора полосы пропускания, а также эффект выборки и усечения. Приводятся некоторые оправдавшиеся на практике весовые функции.*

*Для облегчения применения выведенных фильтров дается ряд таблиц. Они позволяют определить параметры применяемого фильтра, оценить предел пропущенных, частично пропущенных и исключенных частотных диапазонов, а также точность цифровых весовых функций.*

*Применение фильтров иллюстрируется на примере преобразования карты аномалий Буге, полученной в одном из районе работ южной Венгрии.*

*Es ist der Zweck der Arbeit, zur praktischen Anwendung der zweidimensionalen digitalen Filterung eine Beihilfe zu schaffen. Es wird die allgemeine Überföhrungsfunktion der Filter bestimmt, die richtungsunabhängig sind, eine verschwindende Phasenverschiebung aufweisen und eine möglichst kurze Gewichtsfunktion und glatt ablaufende Charakteristik besitzen. Wahlmöglichkeiten des Überföhrungsbandes, sowie der Effekt der Probeentnahme und des Abschneidens (Verkürzung) auf endliche Länge wird behandelt. Einige in der Praxis bewährte Gewichtsfunktionen werden dargestellt.*

*Zur Erleichterung der Anwendung der abgeleiteten Filter werden mehrere Tabellen mitgeteilt, auf Grund welcher die Parameter der anzuwendenden Filter bestimmt und die Grenzen der Gebiete mit durchgelassenen, halbdurchgelassenen und ausgemerzten Frequenzen aufgefunden, sowie die Genauigkeit der digitalen Gewichtsfunktionen angegeben werden können.*

*Die Anwendung der Filter wird durch die praktische Transformation einer Bouguer-Anomalien-Karte aus dem südlichen Teil der Tiefebene beleuchtet.*

## I. Bevezetés

A gravitációs térképek átalakításában alkalmazott matematikai eljárások túlnyomó többsége lineáris és emiatt kétváltozós lineáris szűrésnek tekinthető. Minden lineáris átalakítás egyértelműen jellemezhető kétváltozós átviteli függvényével. Az átviteli függvényből leolvashatók a műveletek alapvető átviteli tulajdonságai, így előnyei és esetleges hibái is. Világossá vált például több, második derivált, illetve analitikai lefelé folytatás számítására alkalmazott képlet irányfüggése [Meskó, 1968, 1969]. Ez a tulajdonság az átalakított térképen az izovonalak sajátos elrendeződéséhez vezet, ami fiktív szerkezeti trendet



hoz létre. Az izovonalak rendeződése ugyanis a térképre fektetett rácshálózat irányaitól függ és nincs kapcsolatban semmiféle geológiai (geofizikai) realitással.

A második derivált és analitikai lefelé folytatás számításának elvi művelete túlzottan erősíti a nagyfrekvenciás tartományt. Ez a legtöbb, gyakorlatban előforduló esetben hátrányos, ugyanis a nagyfrekvenciás tartományon a legjelentősebb a mérési hibák, felszínközeli – a kutatás szempontjából érdektelen – hatók és a szükséges nagyobb mintavételi távolság torzító hatása. A nagyfrekvenciás tartomány túlzott erősítése fiktív anomáliák kialakítását eredményezi. Ezt a tényt a gravitációs értelmezéssel foglalkozó geofizikusok már régóta ösztönösen felismerték és emiatt a felsorolt műveletek (második vertikális derivált) alkalmazása előtt, vagy szükség esetén a művelet után is simítást alkalmaztak [pl. Grant-West, 1965]. Bizonyos esetekben [Clarke, 1969] simítás nélkül a térkép meg sem rajzolható. Ugyanígy – gyakorlati tapasztalatok birtokában – a szakemberek kerültek az irányfüggést mutató formulák, pl. a Henderson–Zietz-féle képlet alkalmazását.

A különböző képletek átviteli függvényeinek vizsgálatával kimutatható volt [Meskó, 1967 és 1968], hogy a gyakorlatban jól bevált képletek éppen azok, melyek az elvi művelet hatását rosszul közelítik, de emiatt a nagyfrekvenciás tartományt nem emelik túlságosan ki.

Mindezekből levonható volt az a következtetés, hogy célszerű az eddigi rögzített és sokszor előnytelen karakterisztikájú képletek helyett szűrősorozatokat tervezni és alkalmazni. A szűrők működése ugyanis szemléletes és jól nyomon követhető. A szűrők karakterisztikái néhány általános jellegű követelmény határain belül rugalmasan változtathatók és teret adnak az adott kutatási területen legjobb eredményt adó átalakítás kikísérletezéséhez.

A következőkben leírjuk a szűrők tervezésében alkalmazott gondolatmenetet, adott feltételek esetén a szűrők kiválasztásának módszerét, végül egy gyakorlati példát mutatunk be.

## 2. A szűrők tervezése

### 2.1 A használandó átviteli függvény alakja

A következő gondolatmenetben feltételezzük a kétváltozós digitális szűrés alapelveinek ismeretét. [Megtalálható pl. Meskó 1970.]

A következő általános követelményeket írjuk elő:

- a) Az átvitel legyen irányfüggetlen.
- b) A szűrés legyen zérus fázistolású.
- c) Az együtthatórendszer (azaz a digitális súlyfüggvény) legyen a lehető legrövidebb. Erre két okból is szükség van. Egyrészt az átalakított térkép méretei jelentősen csökkennek, ha a súlyfüggvény nagyméretű, másrészt, ha a súlyfüggvény méretei növekszenek, arányosan nő a műveletek száma és ez a gépidőt és a számítási költségeket is növeli.

d) Az amplitúdó-karakterisztika legyen a frekvencia simán változó függvénye, mely  $0$  és  $1$  közötti értékeket vesz fel.

A felülvágó szűrőkkel regionális térképeket, alulvágókkal és sávszűrőkkel reziduális térképeket számítunk. A regionális szűrők tervezésével foglalkozunk részletesen, mert a további két típus a regionális szűrőkkel vezethető le.



A regionális szűrőnek a művelet természetéből következően változatlanul kell átvinnie a zérus frekvenciát és az ahhoz közeli alacsony frekvenciákat, illetve el kell távolítani a nagyfrekvenciás tartományt, sőt szükség esetén a közepes frekvenciák egyrészét is. Ezenkívül – természetesen – ki kell elégítenie a fejezet elején említett négy követelményt is.

Az *a)* követelmény teljesül, ha az átviteli függvény körszimmetrikus, azaz ha

$$S(\omega, \psi) = S(\varrho), \quad (1)$$

ahol  $\varrho$  a radiális körfrekvencia, melynek kapcsolata az  $\omega$  és  $\psi$  tengelyek menti körfrekvenciával a következő:

$$\varrho = \sqrt{\omega^2 + \psi^2}. \quad (2)$$

A körszimmetrikus átviteli függvény és a hozzá tartozó súlyfüggvény közötti kapcsolat zérusrendű Hankel-transzformációval írható le:

$$S(\varrho) = 2\pi \int_0^{\infty} rs(r)J_0(\varrho r)dr, \quad (3)$$

$$s(r) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \varrho S(\varrho)J_0(\varrho r)d\varrho, \quad (4)$$

ahol  $J_0(\varrho r)$  zérusrendű Bessel-függvény.

A *b)* követelmény teljesül, ha az átviteli függvény valós értékű és mindeütt pozitív.

A *c)* és *d)* követelmény nélkül nyilvánvaló volna ideális, kétváltozós, körszimmetrikus felülvágó használata. Ennek átviteli függvénye:

$$\begin{aligned} S(\varrho) &= 1 \text{ ha } \varrho < \varrho_c, \\ &= 0 \text{ ha } \varrho > \varrho_c, \end{aligned} \quad (5)$$

ahol  $\varrho_c$  a levágási frekvencia.

A megfelelő súlyfüggvény nehézség nélkül meghatározható: a (4) képlet alkalmazásával kapjuk, hogy

$$\begin{aligned} S(r) &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \varrho S(\varrho)J_0(\varrho r)d\varrho = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\varrho_c} \varrho J_0(\varrho r)d\varrho = \\ &= \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{\varrho}{r} J_1(\varrho r) \right]_0^{\varrho_c} = \frac{\varrho_c J_1(\varrho_c r)}{2\pi r}. \end{aligned} \quad (6)$$

Ez a súlyfüggvény azonban nagyon lassan csökken. Igen nagyméretű együttható-rendszerre volna szükség, hogy az előírt ideális átvitelt a tényleges művelet jól közelítse. A levágási frekvencia értékétől függően  $30 \times 30$ , vagy annál is nagyobb együttható-rendszert kellene alkalmazni, ami nyilvánvalóan nem gazdaságos. Az ideális felülvágó szűrők másik előnytelen tulajdonsága, hogy a tényleges átviteli függvényben a levágási frekvencia közelében ún. Gibbs-jelenség lép fel. Ez azt jelenti, hogy akármilyen nagy együtthatórendszer



esetén is a levágási frekvencia előtt és után, tehát a függvény szakadási pontja környezetében „tüllövés” jelenik meg.

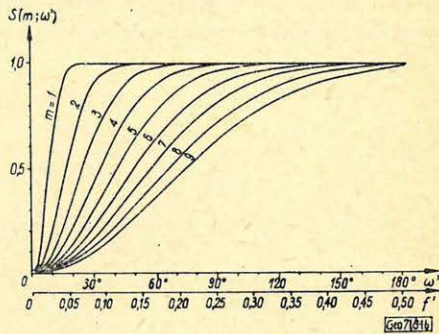
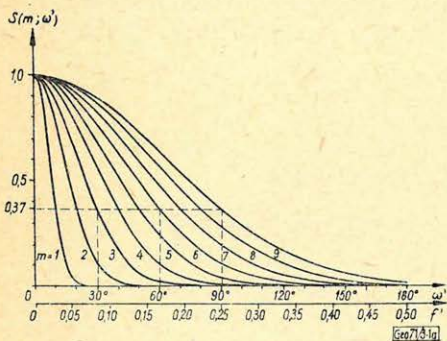
Emiatt nem célszerű az ideális felülvágó alkalmazása. Olyan átviteli függvényre van szükség, mely simán változik és súlyfüggvénye adott levágási pont (pl. a  $-3dB$ -es pont) rögzítése mellett a lehető legrövidebb.

Az időtartományban működő egyváltozós szűrők elméletéből ismeretes, hogy a jel időbeli hosszúságának és a jel sávzélességének szorzata az összes lehető jelalakok között a Gauss-görbe alakú jel esetén minimális [Robinson, 1967]. Esetünkben a jel hosszúsága a kétváltozós súlyfüggvény méretének, a jel sávzélessége az átviteli függvény szélességének felel meg. Adott szélességű, tetszőleges alakú átviteli függvényhez tartozó súlyfüggvények között az a legrövidebb, mely Gauss-görbe alakú. (Természetesen ekkor az átviteli függvény alakja rögzítetté válik és az is Gauss-görbe alakú lesz.)

Ha az átviteli függvény, mint a  $\varrho$  változó függvénye, Gauss-görbe alakú, a  $d$ ) követelmény is automatikusan kielégül. Az

$$S(\varrho) = e^{-k^2\varrho^2} \quad (7)$$

képlettel megadott átviteli függvény tehát minden követelményt kielégít. Értéke zérus frekvenciánál egységnyi és a  $k$  paraméter helyes választásával elérhető, hogy az alacsonyfrekvenciás tartomány kijelölt részét is még csak csekély mértékben módosítsa. A levágási meredekség – ahogyan ez a későbbi részletesebben tárgyalt *1a*, *1b* ábrákból világosan kitűnik – kicsiny. Az átengedett tartományt hosszan követi a „részben átengedett” komponensek tartománya. A „teljesen eltávolított” tartomány aránylag távol van az átengedett sávtól. Az egyes tartományok határa különböző definíciókkal adható meg. Mindegyik



1. ábra. Az  $m = 1, 2, \dots, 9$  paraméterű szűrők átviteli függvénye

a) regionális szűrők, b) reziduál szűrők.

A kétváltozós elvi átviteli függvényből az origón átmenő, a frekvenciasíkra merőleges síkkal kimetszett görbék

Fig. 1. Частотные характеристики фильтров с параметрами  $m = 1, 2, \dots, 9$

a) фильтры региональных аномалий б) фильтры остаточных аномалий

Кривые, высеченные из теоретической частотной характеристики с двумя переменными, плоскостью, проходящей через начало координат и параллельной плоскости частот

Fig. 1. Übertragungsfunktionen der Filter mit den

Parameterwerten  $m = 1, \dots, m = 9$

a) regionale Filter, b) Residualfilter

Die Kurven werden aus den theoretischen zweidimensionalen Übertragungsfunktionen durch eine Ebene ausgeschnitten, die auf die Frequenzebene senkrecht steht



definíció többé-kevésbé önkényes. A kérdés részletes vizsgálatára a 2.2. pontban még visszatérünk.

Az átviteli függvényekhez tartozó súlyfüggvények inverz Hankel-transzformációval kaphatók:

$$s(\varrho) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \varrho e^{-k^2 \varrho^2} J_0(\varrho r) d\varrho = \frac{1}{4\pi k^2} e^{-\left(\frac{r}{2k}\right)^2} \quad (8)$$

A súlyfüggvény szintén forgásszimmetrikus, olyan forgásszimmetrikus felülettel ábrázolható, melynek metszete minden – az origón áthaladó – frekvenciasíkra merőleges síkkal Gauss-görbe.

Vezessük be a  $\varrho'$ ,  $k'$ ,  $\mu$  dimenziótlan változókat a következő definíciókkal:

$$\varrho' = \varrho s, \quad k' = k/s, \quad \mu = r/s \quad (9)$$

Ezekkel az átviteli függvény és a súlyfüggvény így alakul:

$$S(\varrho', k') = e^{-(k'\varrho')^2}, \quad (10)$$

$$s(\mu, k') = \frac{S^2}{4\pi k'^2} e^{-\left(\frac{\mu}{2k'}\right)^2} \quad (11)$$

## 2.2. Az átviteli sáv definíciói

Egy előző publikációban [Meskó, 1966] az egyszerűség kedvéért úgy definiáltuk az áteresztett sávot, mint a  $\varrho'$  dimenziótlan, radiális frekvenciaváltozó azon tartományát, ahol az átviteli függvény értéke nagyobb, mint  $1/e$ . A definíció szerint az átviteli sáv a  $\varrho' = 0$  és  $\varrho' = 1/k'$  frekvenciák közötti rész, mert

$$S(\varrho' = 0) = 1$$

és

$$S(\varrho') = e^{-(k'\varrho')^2} \cong 1/e, \text{ ha } \varrho' \cong 1/k'. \quad (12)$$

Ha a  $\varrho'$  értékét fokokban fejezzük ki és a  $k'$  paraméterre vonatkozóan a

$$k' = \frac{1}{m \cdot 10^\circ} \quad (13)$$

választással élünk, olyan szűrősorozatra jutunk, melynél az átviteli sáv alsó határa zérus, felső határa pedig  $m \cdot 10^\circ$ -nál helyezkedik el.

Ha a  $\varrho'$  változót ívmértékben mérjük, a megfelelő választás

$$k' = \frac{18}{m\pi} \quad (14)$$

A két definíció ekvivalens, mert ez utóbbi szerint a levágási frekvenciák az  $m \cdot \frac{\pi}{18}$  értékeknél helyezkednek el és  $\pi/18$  fokokban kifejezett értéke  $10^\circ$ .

Az  $m$  paraméter 1, 2, ... 9 értékeire vonatkozó regionális szűrők átviteli függvényeit az 1a ábra mutatja be.



A fokokban kifejezett relatív körfrekvencia helyett használhatjuk az  $f' = \varrho'(^{\circ})/360^{\circ}$  dimenziótlan frekvenciát vagy a még szemléletesebb jelentésű állomástávolság egységeiben mért hullámhosszt:  $\lambda' \equiv \lambda/s = 360^{\circ} \varrho' (^{\circ})$ . A három változó egymáshoz tartozó értékeit az 1. táblázatban adjuk meg.

1. táblázat, Таблица, Tabelle

Különböző változók kapcsolata

$\varrho'$  dimenziótlan körfrekvencia (fokban mérve)  
 $f'$  dimenziótlan frekvencia  
 $\lambda'$  dimenziótlan hullámhossz

| $\varrho'^{\circ}$ | $f'$   | $\lambda'$ |
|--------------------|--------|------------|
| 0                  | 0,0    | $\infty$   |
| 10                 | 0,0278 | 36,0       |
| 20                 | 0,0556 | 18,0       |
| 30                 | 0,0833 | 12,0       |
| 40                 | 0,1111 | 9,0        |
| 50                 | 0,1389 | 7,2        |
| 60                 | 0,1667 | 6,0        |
| 70                 | 0,1945 | 5,1429     |
| 80                 | 0,2222 | 4,5        |
| 90                 | 0,2500 | 4,0        |
| 100                | 0,2778 | 3,6        |
| 110                | 0,3056 | 3,2727     |
| 120                | 0,3334 | 3,0        |
| 130                | 0,3611 | 2,7792     |
| 140                | 0,3889 | 2,5714     |
| 150                | 0,4167 | 2,4        |
| 160                | 0,4445 | 2,25       |
| 170                | 0,4723 | 2,12       |
| 180                | 0,5000 | 2,0        |

Néhány regionális szűrő átviteli függvényeit a  $\lambda' \equiv \lambda/s$  dimenziótlan hullámhossz függvényében a 2a ábrán mutatjuk be.

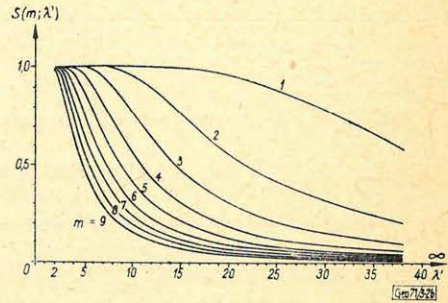
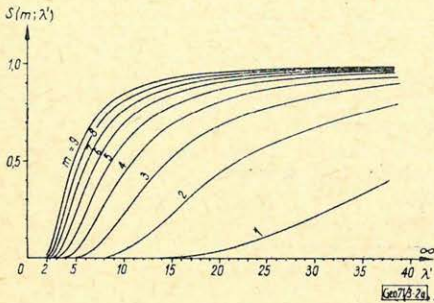
Az átviteli sáv határai is kifejezhetők a dimenziótlan hullámhosszal. A  $\varrho' = 0^{\circ}$  megfelel a  $\lambda = \infty$  értéknek, míg a  $\varrho' = m \cdot 10^{\circ}$ -hoz tartozó dimenziótlan hullámhossz

$$\lambda' = \frac{360^{\circ}}{m \cdot 10^{\circ}} = \frac{36}{m}. \quad (15)$$

Az  $m$  paraméterű szűrő tehát közelítőleg eltávolítja (pontosabban fogalmazva, kisebb mint  $1/e \approx 0,37$  értékre csökkenti) az eredeti térképnek  $36/m$  értéknél kisebb relatív hullámhosszúságú komponenseit. Megtartja (pontosabban fogalmazva valamilyen  $1$  és közelítőleg  $0,37$  közötti számmal szorozza) azokat a komponenseket, melyek relatív hullámhossza nagyobb, mint  $36/m$ .



(Például az  $m = 4$  paraméterű szűrő a  $\lambda' < 9$  komponenseket, ill. az  $m = 3$  paraméterű szűrő a  $\lambda' < 12$  hullámhosszúságú komponenseket távolítja el).



2. ábra. Elvi átviteli függvények a  $\lambda'$  dimenziótlan hullámhossz függvényében ábrázolva:  
a) regionális szűrők, b) reziduál szűrők

Fig. 2. Теоретические частотные характеристики в функции от длины безразмерной волны  
a) фильтры региональных аномалий б) фильтры остаточных аномалий

Fig. 2. Theoretische Überführungsfunktionen dargestellt in Abhängigkeit der dimensionslosen Wellenlänge  
a) regionale Filter b) Residualfilter

Az átviteli sáv fenti önkényes definíciója csak egy a lehetséges definíciók közül. Nem is ad pontos képet a szűrő működéséről, mert csak átengedett és eltávolított sávot különböztet meg. A levágási meredekség azonban csekély és emiatt pontosabb képet kapunk, ha átengedett és eltávolított sávon kívül megkülönböztetünk részben eltávolított sávot is. Az előző definíciót azért ismertettük, mert könnyen megjegyezhető, előzetes tájékozódásra alkalmas, annak ellenére, hogy tulajdonképpen a részben eltávolított sáv központját adja meg.

A szűrőelméletben szokásosabb az átviteli sáv alsó határát az ún.  $-3dB$ -es ponttal definiálni. Ez az a  $q'_1$  érték, melynél az átvitel a maximális – esetünkben egységnyi – értékről  $-3dB$ -re, azaz kb.  $0,7$ -re csökken. Az így definiált dimenziótlan levágási frekvenciák ( $q'_1$ ), illetve a megfelelő dimenziótlan levágási hullámhosszak ( $\lambda_1$ ) és az  $m$  paraméter kapcsolatát a 2. táblázat adja meg.

Megjegyezzük, hogy eléggé széles határok között tetszőlegesen választott  $-3dB$ -es pontú szűrőt számíthatunk. Az, hogy szűrősorozatot határozzunk meg, kizárólag kényelmi szempontokat szolgál. Nyilván sokkal egyszerűbb az előzetesen elkészített együttható-sorozatból a közelítőleg megfelelő levágási pontú szűrőt kiválasztani és alkalmazni, mint előzőleg a súlyfüggvényt külön meghatározni. A kiválasztás a 2. táblázat felhasználásával történhet. Az  $m$  paraméter  $0,5$  egységenként változtatott értékei eléggé sűrű sorozatot alkotnak. Ha például az állomás-távolság  $1\text{ km}$  és a regionális határról feltételezzük, hogy jellemzésére a  $\lambda = 15\text{ km}$  vagy annál nagyobb hullámhosszúságú komponensekre



van szükség, a  $\lambda'_1$  értéke  $\lambda'_1 = 15 \text{ km}/1 = 15$  és az  $m = 36/\lambda' = 4,0$  paraméterű szűrőt választjuk. Kísérleti számítások mutatták, hogy a paraméter  $0,5$  egységgel történő változtatása az átalakított térképen csak kis módosulást jelent. A közelíteni kívánt levágási pontú szűrő és a szűrősorozat hozzá legközelebb álló szűrője között pedig nyilván még kisebb a különbség.

2. táblázat, Таблица, Tabelle

Az átviteli sáv alsó határai

(a - 3dB-es pont helye)

A szűrő átengedi azokat a komponenseket, melyek frekvenciája kisebb a táblázatbeli értéknél, vagy hullámhossza nagyobb a táblázatban megadott értéknél

| Paraméter<br>$m$ | Dimenziótlan<br>levágási<br>körfrekvencia<br>$\rho'_1$ | Dimenziótlan<br>levágási<br>hullámhossz<br>$\lambda'_1$ |
|------------------|--|---|
| 1,0              | 5,8  | 62,1  |
| 1,5              | 8,7  | 41,5  |
| 2,0              | 11,4   | 31,6  |
| 2,5              | 14,7   | 24,5  |
| 3,0              | 17,6   | 20,5  |
| 3,5              | 20,5   | 17,6  |
| 4,0              | 23,5   | 15,4  |
| 4,5              | 26,4   | 13,6  |
| 5,0              | 29,4   | 12,3  |
| 5,5              | 32,3   | 11,1  |
| 6,0              | 35,3   | 10,2  |
| 6,5              | 38,2   | 9,4   |
| 7,0              | 41,2   | 8,7   |
| 7,5              | 44,1   | 8,2   |
| 8,0              | 47,1   | 7,6   |
| 8,5              | 50,0   | 7,2   |
| 9,1              | 52,9   | 6,8   |

Említettük, hogy a „részben eltávolított” és „teljesen eltávolított” tartomány határait is különböző, többé-kevésbé önkényes definíciók adhatók. Szemléletes képet kapunk a szűrő működéséről, ha azt adjuk meg, milyen  $\rho'$  értékeknél csökken az erősítés  $0,1$ ,  $0,01$  illetve  $0,001$  alá. A teljesen eltávolított tartomány alsó határának a -3dB-es pontot, felső határának ezen értékek bármelyikét tekinthetjük.

A 3. táblázatban összefoglaltuk ezeket az értékeket, mint az  $m$  paraméter függvényeit.

2.3 Együtthatósorozatok. Pontossági vizsgálatok

A (11) képlettel megadott súlyfüggvény folytonos és végtelen kiterjedésű. Gyakorlati alkalmazásához mintavételezni és csonkítani kell. A 4. táblázatban példaként az  $m = 2,5$ ,  $m = 3,0$  és  $m = 4,0$  paraméterű szűrők együtthatósorozatát közöljük. Ezek az együtthatósorozatok az  $s=1\text{km}$  mintavételi távolságú rácshálózatokra alkalmazva az eddigi kutatási területeken jól beváltak (1. még a 3. részt).



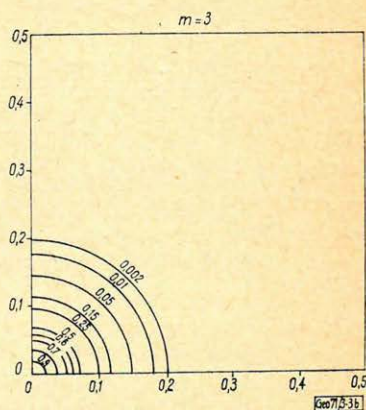
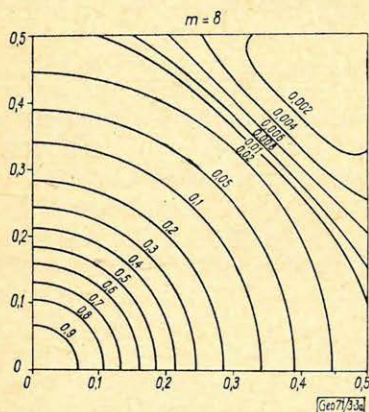
Az együttthatórendszerek szimmetrikusak. Emiatt elegendő a teljes együttthatórendszer egy részét felírni. Az alkalmazás előtt természetesen a vonatkoztatási pontra szimmetrikusan kiegészítendő. Számításokkal meggyőződünk arról, hogy a mintavételezett és véges hosszúságúra (sőt aránylag kisméretűre) csonkított és a gyakorlati feldolgozásban ténylegesen alkalmazott együttthatórendszer átviteli függvénye az elvi átviteli függvényt jól közelíti. Néhány tényleges együttthatórendszerből számított kétváltozós átviteli függvényt a 3a és 3b ábrán láthatunk. A tényleges átviteli függvények is valóban körszim-

3. táblázat, Таблица, Tabelle

Az átviteli függvények csökkenésének jellemzése

$\omega'_\alpha$  azt a, fokokban kifejezett, dimenziótlan frekvenciát adja meg, melynél az amplitúdókarakterisztika értéke  $\alpha$

| Paraméter $m$ | $\omega'_{0,1}$ | $\omega'_{0,01}$ | $\omega'_{0,001}$ |
|---------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 1,0           | 15,2            | 21,5             | 26,3              |
| 1,5           | 22,7            | 32,2             | 39,4              |
| 2,0           | 30,3            | 42,9             | 52,6              |
| 2,5           | 37,9            | 53,7             | 65,7              |
| 3,0           | 45,5            | 64,4             | 78,9              |
| 3,5           | 53,1            | 75,1             | 92,0              |
| 4,0           | 60,7            | 85,9             | 105,1             |
| 4,5           | 68,2            | 96,6             | 118,3             |
| 5,0           | 75,8            | 107,4            | 131,4             |
| 5,5           | 83,4            | 118,1            | 144,6             |
| 6,0           | 91,0            | 118,1            | 157,7             |
| 6,5           | 98,6            | 139,6            | 170,9             |
| 7,0           | 106,2           | 150,3            |                   |
| 7,5           | 113,7           | 161,0            |                   |
| 8,0           | 121,3           | 171,8            |                   |
| 8,5           | 128,9           |                  |                   |
| 9,0           | 136,5           |                  |                   |



3. ábra. Tényleges (digitalizált és csonkított) együttthatórendszerből meghatározott kétváltozós átviteli függvények

Фиг. 3. Частотные характеристики с двумя переменными, определенные по системе фактических коэффициентов

Fig. 3. Zweidimensionale Übertragungsfunktionen, die aus einem (digitalisierten und abgeschnittenen) Koeffizientensystem bestimmt wurden



## 4. táblázat, Таблица, Tabelle

 $m = 2,5$ 

| $\frac{x}{s} \setminus \frac{y}{s}$ | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0                                   | 0,0152 | 0,0144 | 0,0125 | 0,0099 | 0,0071 | 0,0046 | 0,0027 | 0,0015 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 |
| 1                                   | 0,0144 | 0,0138 | 0,0119 | 0,0094 | 0,0067 | 0,0044 | 0,0026 | 0,0014 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 |
| 2                                   | 0,0125 | 0,0119 | 0,0104 | 0,0082 | 0,0058 | 0,0038 | 0,0023 | 0,0012 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0001 |
| 3                                   | 0,0099 | 0,0094 | 0,0082 | 0,0064 | 0,0046 | 0,0030 | 0,0018 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0001 |
| 4                                   | 0,0071 | 0,0067 | 0,0058 | 0,0046 | 0,0033 | 0,0022 | 0,0013 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 |
| 5                                   | 0,0046 | 0,0044 | 0,0038 | 0,0030 | 0,0022 | 0,0014 | 0,0008 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |
| 6                                   | 0,0027 | 0,0026 | 0,0023 | 0,0018 | 0,0013 | 0,0008 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 |        |
| 7                                   | 0,0015 | 0,0014 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0007 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |
| 8                                   | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |
| 9                                   | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |        |        |
| 10                                  | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |        |        |        |

## 4. táblázat, Таблица, Tabelle

 $m = 3,0$ 

| $\frac{x}{s} \setminus \frac{y}{s}$ | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0                                   | 0,0218 | 0,0204 | 0,0166 | 0,0118 | 0,0073 | 0,0039 | 0,0019 | 0,0008 | 0,0003 | 0,0001 |
| 1                                   | 0,0204 | 0,0190 | 0,0155 | 0,0110 | 0,0068 | 0,0037 | 0,0017 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 |
| 2                                   | 0,0166 | 0,0155 | 0,0126 | 0,0090 | 0,0055 | 0,0030 | 0,0014 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0001 |
| 3                                   | 0,0118 | 0,0110 | 0,0090 | 0,0064 | 0,0039 | 0,0021 | 0,0010 | 0,0004 | 0,0001 |        |
| 4                                   | 0,0073 | 0,0068 | 0,0055 | 0,0039 | 0,0024 | 0,0013 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0001 |        |
| 5                                   | 0,0039 | 0,0037 | 0,0030 | 0,0021 | 0,0013 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 |        |        |
| 6                                   | 0,0019 | 0,0017 | 0,0014 | 0,0010 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 |        |        |
| 7                                   | 0,0008 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |
| 8                                   | 0,0003 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |        |        |
| 9                                   | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |        |        |        |        |

## 4. táblázat, Таблица, Tabelle

 $m = 4,0$ 

| $\frac{x}{s} \setminus \frac{y}{s}$ | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0                                   | 0,0388 | 0,0343 | 0,0238 | 0,0130 | 0,0055 | 0,0018 | 0,0005 | 0,0001 |
| 1                                   | 0,0343 | 0,0304 | 0,0211 | 0,0115 | 0,0049 | 0,0016 | 0,0004 | 0,0001 |
| 2                                   | 0,0238 | 0,0211 | 0,0146 | 0,0080 | 0,0034 | 0,0011 | 0,0003 | 0,0001 |
| 3                                   | 0,0130 | 0,0115 | 0,0080 | 0,0043 | 0,0018 | 0,0006 | 0,0002 |        |
| 4                                   | 0,0055 | 0,0049 | 0,0034 | 0,0018 | 0,0008 | 0,0003 | 0,0001 |        |
| 5                                   | 0,0018 | 0,0016 | 0,0011 | 0,0006 | 0,0003 | 0,0001 |        |        |
| 6                                   | 0,0005 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 |        |        |        |
| 7                                   | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |        |        |        |        |        |



metrikusak, alakjuk is igen jó közelítéssel Gauss-görbe a frekvenciasíkra merőleges metszetben. A részletes numerikus analízis azt mutatta, hogy az eltérés sehol sem nagyobb 1%-nál, ha  $m = 8$ .

Az  $m$  paraméter változtatásának határait a következő gondolatmenettel jelölhetjük ki.

a) A különböző paraméterekhez tartozó teljes (azaz szimmetrikussá kiegészített) együtthatórendszerek méreteit az 5. táblázatban adjuk meg. Az adatok arra az esetre vonatkoznak, amikor a tizedespont utáni negyedik jegyre kerekítünk és az együtthatórendszerek határait az utolsó, negyedik helyen még értékes jegyet tartalmazó együtthatók jelölik ki.

5. táblázat, Таблица, Tabelle

A szimmetrikussá kiegészített  
(teljes) együtthatósorozatok  
méretei

| Paraméter | Méret |
|-----------|-------|
| 1,5       | 33    |
| 2,0       | 27    |
| 2,5       | 21    |
| 3,0       | 19    |
| 3,5       | 17    |
| 4,0       | 15    |
| 4,5       | 13    |
| 5,0       | 13    |
| 5,5       | 11    |
| 6,0       | 11    |
| 6,5       | 9     |
| 7,0       | 9     |
| 7,5       | 9     |
| 8,0       | 9     |
| 8,5       | 7     |
| 9,0       | 7     |

A súlyfüggvények körszimmetrikus voltából következik és a 4. táblázatból is világosan látható, hogy a méret a vonatkoztatási ponthoz tartozó sorban és oszlopban levő elemek számát adja meg. Más sorokban és oszlopokban a referenciaponttól távolodva egyre kevesebb együttható szerepel.

Már az  $m = 1,5$  vagy  $m = 2$  paraméterekhez tartozó együtthatórendszerek is igen nagyméretűek. Ez a méret az alkalmazhatóság határán mozog. Az  $m$  paraméter alsó határa tehát közelítőleg  $m = 1,5$ .

b) Az  $m$  értékének a súlyfüggvény mintavételezésénél fellépő hibák szabnak felső határt. A hiba abból adódik, hogy az elvi átviteli függvény,  $\exp [-(k' \varrho')^2]$  – azaz a mintavételezendő súlyfüggvény Fourier transzformáltja – nem zérus az  $1/2_s$  értéken túl. Emiatt a  $\varrho_f < \frac{1}{2_s}$  mintavételi törvénynek elvileg nem tehetünk eleget. A spektrum sehol sem lesz zérus, aliasing mindenképpen fellép. Megmutatjuk azonban, hogy a torzulás  $m < 9$  esetén elhanyagolhatóan kicsiny.



A torzulás nyilván a Nyquist intervallum határán a legnagyobb. Az eredeti értéket torzító járulék itt a következő összeg:

$$e^{-k^2 \left(\frac{1}{2s}\right)^2} + e^{-k^2 \left(\frac{3}{2s}\right)^2} + \dots = \sum_{i=0}^{\infty} e^{-\left(\frac{k}{2s}\right)^2 (2i+1)^2}$$

A kitevőben a  $\left(\frac{k}{2s}\right)^2$  tényező a páratlan számok négyzeteivel szorozva szerepel. Az összeget felülről becsüljük, ha az összegezést a páratlan számok négyzetei helyett az összes páratlan számokra végezzük el. Másrészt a hiba értékének alsó határa az összeg egyetlen, első tagja, azaz  $\exp\left[-\left(\frac{k}{2s}\right)^2\right]$ . Írjuk most be a  $k$  helyére az  $m$  paraméterrel kifejezett értékét:

$$k = k's = \frac{1}{m} \left(\frac{18}{\pi}\right) s.$$

Továbbá jelöljük a hibát, mely nyilvánvalóan az  $m$  paraméter függvénye lesz  $\delta(m)$ -mel. Akkor a fenti becslések alakja:

$$\begin{aligned} e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2} < \delta(m) < e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2} \sum_{i=0}^{\infty} e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2 (2i+1)^2} = \\ = e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2} \frac{1}{1 - e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2 \cdot 2}} = \frac{1}{2} \frac{2}{e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2} - e^{-\left(\frac{9}{m\pi}\right)^2}} = \frac{1}{2} \left[ \operatorname{sh} \left(\frac{9}{m\pi}\right)^2 \right]^{-1}. \end{aligned} \quad (16)$$

A hibák alsó és felső korlátait különböző, 5,5 és 10,0 közötti értékekre a 6. táblázatban adjuk meg. A hiba  $m = 5,5$  esetén kisebb 0,0001%-nál, emiatt a táblázatot ebben az irányban nem folytattuk. Látható, hogy  $m = 8,0$  után a hiba meghaladja az 1%-ot. Az elfogadhatóság határa közelítőleg  $m = 9,0$ .

6. táblázat, Таблица, Tabelle

A folytonos súlyfüggvény mintavételezésénél elkövetett hiba alsó és felső korlátai

| Paraméter<br>m | Alsó korlát<br>% | Felső korlát<br>% |
|----------------|------------------|-------------------|
| 5,5            | 0,0002           | 0,0006            |
| 6,0            | 0,0123           | 0,0369            |
| 6,5            | 0,0467           | 0,1401            |
| 7,0            | 0,1347           | 0,4031            |
| 7,5            | 0,3151           | 0,9453            |
| 8,0            | 0,6346           | 1,9038            |
| 8,5            | 1,1333           | 3,3999            |
| 9,0            | 1,8316           | 5,4960            |
| 9,5            | 2,7625           | 8,2808            |
| 10,0           | 3,9164           | 11,7612           |



## 2.4. Felülvágó és sávszűrő sorozatok

A regionális komponenst az eredeti térképből kivonva reziduál-térképhez jutunk. Ennek megfelelően a reziduál-térképek számítására alkalmazott alulvágó szűrők átviteli függvényei a felülvágó (regionális) szűrők átviteli függvényeiből az

$$S_{rez}(Q'; m) = 1 - S_{reg}(Q'; m) \quad (17)$$

képlettel állíthatók elő. A reziduál-térképek számítására alkalmas szűrősorozat átviteli függvényeit a dimenziótlan frekvencia függvényében az *1b ábrán* mutatjuk be. A *2b ábrán* ugyanezek a szűrők láthatók, de itt független változónak a dimenziótlan hullámhosszat választottuk – szemléletesebb jelentése miatt.

Az alulvágó (reziduál) szűrők súlyfüggvényeit hasonlóképpen a megfelelő felülvágó (regionális) szűrő súlyfüggvényeiből kapjuk. Jelöljük a regionális szűrő digitális súlyfüggvényének adatait  $c_{ik}$ -val. Akkor a reziduál-szűrő vonatkoztatási ponthoz ( $x/s = 0$ ,  $y/s = 0$ ) tartozó együtthatója:

$$c_{00}^{rez} = 1 - c_{00}$$

a további együtthatók pedig:

$$c_{ik}^{rez} = -c_{ik}, \quad (18)$$

Sávszűrőt kapunk, ha két különböző regionális szűrő különbségét képezzük. Természetesen ügyelni kell arra, hogy a különbségképzésben pozitív előjellel a nagyobb paraméterű szűrőt szerepeltessük:

$$S(Q'; m_1; m_2) = S(Q'; m_1) - S(Q'; m_2), \quad m_1 > m_2 \quad (19)$$

A sávszűrő közelítőleg a két levágási frekvencia közötti sávot ereszti át. A közelítés oka az, hogy a szűrő meredeksége csekély, illetve a két szűrő meredeksége eltér egymástól.

## 3. A szűrők gyakorlati alkalmazása

### 3.1. A mérési terület. Mintavételezési problémák

Az OKGT GKŰ Gravitációs Osztályán több kutatásra kijelölt terület gravitációs anomális-térképének felbontását végeztük el a bemutatott szűrősorozattal. Itt most egy dél-alföldi területrészen végzett vizsgálat eredményeit mutatjuk be. Meg kell jegyeznünk, hogy céljainknak, illetve azoknak a követelményeknek, melyeket a szűrési művelettől elvárunk, az  $m = 3$  és  $m = 4$  paraméterű szűrő felel meg. Az  $m = 2$  és  $m = 9$  paraméterű szűrővel kapott eredményeket csak a szűrősorozat hatásának érzékeltetésére mutatjuk be. Másik célunk az volt, hogy felhívjuk a figyelmet a megfelelő szűrő kiválasztásának fontosságára.

A vizsgált anomália-térkép a MAELGI-ben készült az 1962-ben végzett graviméter-mérések alapján. Az alaptérkép izovonalainak lefutását, valamint a mérési állomások helyeit (-tal jelölve) a *4. ábra* szemlélteti. A mérési állomások telepítése 500 méteres állomásközzel utak mentén történt. Emiatt területi eloszlásuk kedvezőtlen. Mint ahogyan az a *4. ábrán* látható, vannak a térképen olyan, viszonylag nagy kiterjedésű területrészek ( $5 - 30 \text{ km}^2$ ), melyeken egyetlen állomás sem található. Ezek a területeken a térképen ábrázolt függvény

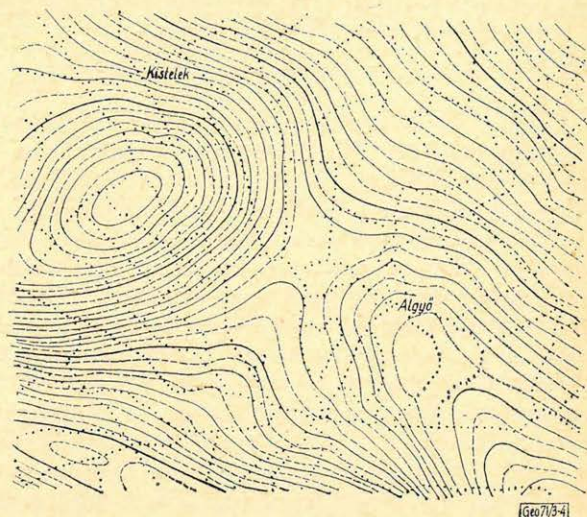


és a tényleges gravitációs tér kapcsolatáról valójában semmit sem tudunk. A mérés csak a mérési vonalak mentén (azaz az utak mentén) ad információt a térről, az 500 méter állomásköznök megfelelő spektrumszélességig. Egyéb helyeken – a „*legsímább felület*” megszerkesztése következtében – a térkép spektruma az eredeti térképnél keskenyebb.

4. ábra. Bouguer-anomália térkép  
 ∴ állomás

Фиг. 4. Карта аномалий Буге  
 ∴ – пункты наблюдений

Fig. 4. Bouguer-Anomalienkarte  
 ∴ : Beobachtungstellen



A vizsgált területen az átlagos állomáspont-sűrűség  $0,95 \text{ pont/km}^2$ , azaz a területen telepített mérési állomások száma alig kevesebb, mint az  $1 \text{ km}$  rács-állandójú szabályos hálózatban történő mérésnél felmerülő igény.

Mindezek figyelembevételével a térképet alkalmasnak tartottuk arra, hogy alulvágó és felülvágó szűrősorozattal olyan reziduális és regionális térképre bontsuk, amelyek további kutatások tervezéséhez hasznos információkat adhatnak.

A térképet digitalizálni kellett, azaz gépi számításra alkalmas adatrendszerré kellett átalakítani. A digitalizálásnál alapkövetelmény a helyes mintavételi távolság alkalmazása. A mintavételi törvény értelmében a mintavételi távolság és a tér felső határfrekvenciája között fenn kell állnia a

$$\varrho_f < \frac{1}{2s}$$

egyenlőtlenségnek.

A helyes mintavételi távolság megállapításához általában a spektrum ismerete szükséges. Úgy járhatunk el a legegyszerűbben, hogy néhány olyan szelvény mentén végzünk Fourier-analízist, melyeken a spektrum várhatóan a legszélesebb lesz, azaz: a leggyorsabb változásokon átfektetett szelvényt vizsgáljuk meg. A kísérleti szelvény (szelvények) mentén a lehető legsűrűbben olvassuk ki az adatokat, ezzel biztosítva, hogy a mintavételi távolság az előírt felsőhatárnál kisebb legyen. Ha a mintavételi távolság eléggé kicsiny, az analízis eredményeként kapott spektrum a Nyquist-intervallum jelentős részén, a felső határ közelében pedig okvetlenül jó közelítéssal zérus. A zajok és a térkép véges méretei miatt a zérus érték pontosan nem érhető el. A térkép tényleges felső határfrekvenciájának a zajszint és a becsült tényleges spektrum metszés-



pontját tekintjük. Jelen vizsgálatban a zaj amplitúdóját  $\pm 0,1$  *mgal*-nak tekintettük. A spektrum meghatározását nem tartottuk szükségesnek, mivel a térképen távolságméréssel meggyőződünk arról, hogy a zajszintből kiemelkedő, méréssel alátámasztott változások hullámhosszai  $2,5$  *km*-nél kezdődnek. Ennek alapján a mintavételi távolságot  $1$  *km*-nek választottuk. Így a felső határfrekvencia a Nyquist-intervallumon belül a  $0,4$  relatív frekvenciához került.

### 3.2. Az alkalmazott szűrők kiválasztása

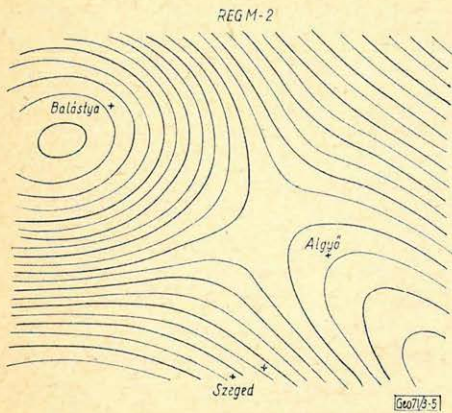
Az 1. és 2. ábrákon bemutatott szűrősorozat 9 regionális szűrő átviteli függvényéből áll. Rendelkezzünk továbbá az  $1,5$ ;  $2,5$ ; ...  $8,5$  paraméterű regionális szűrőkkel is. Nyilvánvaló, hogy célszerűtlen és gazdaságtalan a felbontást az összes (szám szerint  $17$  regionális,  $17$  reziduális és ezek kombinálásával kapható több, mint  $280$ ) sávszűrővel elvégezni. Erre azonban nincs is szükség. Akár a spektrum ismerete, akár a feldolgozandó térképen elvégzett távolságmérések alapján meghatározhatjuk az eltávolítandó tér domináns frekvenciáját, ennek ismeretében pedig a megfelelő szűrők kiválasztása nehézséget nem okoz. Esetünkben a szűrő megválasztásánál azt a követelményt állítottuk fel, hogy a reziduál-szűrő távolítsa el a  $30s$ – $40s$  vagy ennél nagyobb hullámhosszúságú komponenseket és ugyanakkor a  $10s$ – $20s$  hullámhosszú komponenseket lehetőleg kis amplitúdócsökkentéssel eressze át. Ennek a követelménynek az átviteli függvények alapján az  $m = 3$  és  $m = 4$  paraméterű szűrők felelnek meg a legjobban. Bár a nagy hullámhosszú komponensek intenzívebb levágására alkalmasabb lenne nagyobb paraméterű szűrők alkalmazása, ez azonban a hasznosnak ítélt hullámhosszak vágását is fokozná. Ezenkívül a paraméter növelése – mint ez a reziduál-térképeken első pillantásra szembe tűnő – az eredményül kapott térkép „dinamikáját” csökkenti. Ez a hatás egyébként az átviteli függvények alakjából is következik. A szükségesnél lényegesen nagyobb paraméterű szűrőt választva a reziduális térkép dinamikája beleolvadhat a zajszintbe, s a térkép értelmezhetetlenné válik. Ennek érzékeltetésére mutatjuk be az  $m = 9$  paraméterű szűrővel kapott reziduál-térképet ( $12.$  ábra), melyen a maximális érték  $0,3$  *mgal*. A térkép jelentős része ki sem emelkedik a  $\pm 0,1$  *mgal*-nak becsült zajszintből.

### 3.3. Az eredmények értelmezése

A regionális szűrőkkel átalakított térképek az  $5.$ ,  $6.$ ,  $7.$  és  $8.$  ábrákon láthatók, a megfelelő reziduál térképeket a  $9.$ ,  $10.$ ,  $11.$  és  $12.$  ábrákon mutatjuk be.

A szűrési művelet szemléletes jelentése a következő. A regionális szűrés a felbontandó térképhez lokálisan illeszkedő „sima” felületet állít elő. Az illeszkedés a paraméter növekedésével egyre tökéletesebb. Ezt mutatja be a  $13.$  ábra, amelyen az eredeti térkép egy kiválasztott izovonálát az ábrán megadott paraméterű, regionális kép azonos izovonala mellett ábrázoltuk. A lokális illeszkedés azt jelenti, hogy a szűrő súlyfüggvényének megfelelő terület játszik csak szerepet a regionális térkép egy pontjának meghatározásában. Ennek előnye más típusú (például polinom-illeszkedéssel végzett) regionális térkép-számítási módszerekkel szemben, hogy az esetleges hibák lokalizálódnak, hiszen legfeljebb a szűrő súlyfüggvényének megfelelő területen érzetik hatásukat. Egy további tulajdonság az, hogy a sima felület nem az eredeti felülethez átlag-négyzetes értelemben legjobban illeszkedő felület, amely az eredeti felület

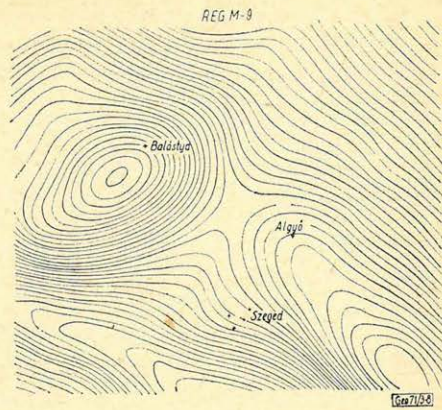




5. ábra.  $m = 2$  paraméterű regionális szűrővel kapott térkép

Фиг. 5. Карта, полученная с использованием фильтра региональных аномалий с параметром  $m = 2$

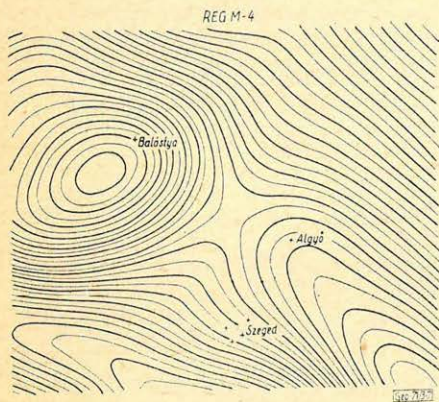
Fig. 5. Karte, erhalten mit einem regionalen Filter  $m = 2$



6. ábra.  $m = 3$  paraméterű regionális szűrővel kapott térkép

Фиг. 6. Карта, полученная с использованием фильтра региональных аномалий с параметром  $m = 3$

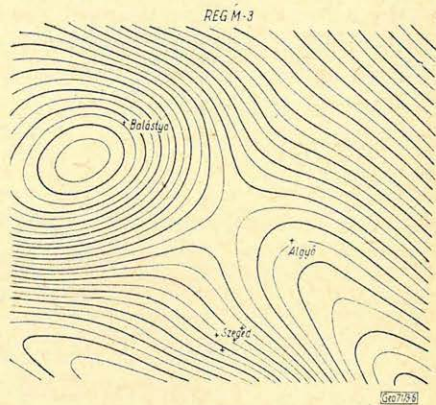
Fig. 6. Karte, erhalten mit einem regionalen Filter  $m = 3$



7. ábra.  $m = 4$  paraméterű regionális szűrővel kapott térkép

Фиг. 7. Карта, полученная с использованием фильтра региональных аномалий с параметром  $m = 4$

Fig. 7. Karte, erhalten mit einem regionalen Filter  $m = 4$



8. ábra.  $m = 9$  paraméterű regionális szűrővel kapott térkép

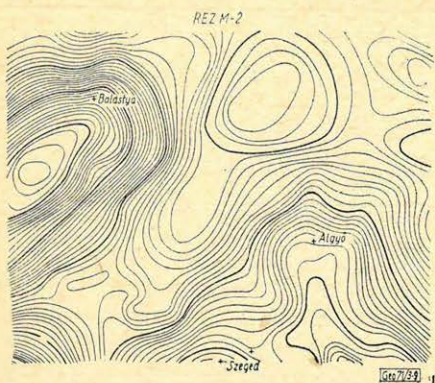
Фиг. 8. Карта, полученная с использованием фильтра региональных аномалий с параметром  $m = 9$

Fig. 8. Karte, erhalten mit einem regionalen Filter  $m = 9$

gyors lokális változásait kettémetszené és így pozitív és negatív reziduálokat hagyna meg ott, ahol valójában csak egy lokális anomália van. A regionális szűrő a gyors, kisméretű változásokat érintetlenül hagyja, azokat a regionális térhez adódó járulékként kezeli. A kapott reziduálokat, amennyiben a zajszintből kiemelkednek, tényleges szerkezetek indikációinak fogadhatjuk el.

A reziduálokat az eredeti térkép és a regionális szűrővel hozzá illesztett simább felület közötti különbség adja. Az eredeti térkép izovonalai által jelölt másodlagos gerincek, kiöblösödések, sűrűsödések a reziduáltérképen zárt

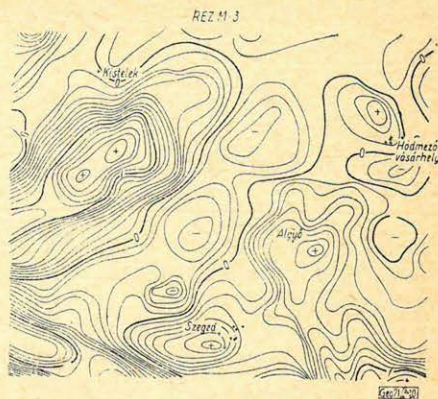




9. ábra.  $m = 2$  paraméterű reziduál szűrővel kapott térkép

Фиг. 9. Карта, полученная с использованием фильтра остаточных аномалий с параметром  $m = 2$

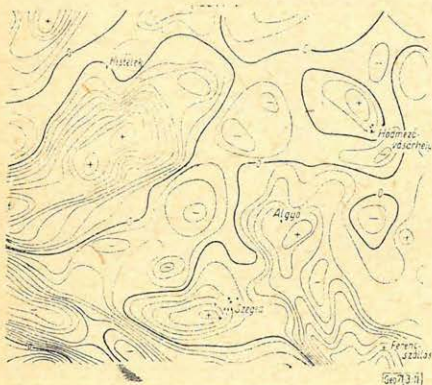
Fig. 9. Karte, erhalten mit einem Residualfilter  $m = 2$



10. ábra.  $m = 3$  paraméterű reziduál szűrővel kapott térkép

Фиг. 10. Карта, полученная с использованием фильтра остаточных аномалий с параметром  $m = 3$

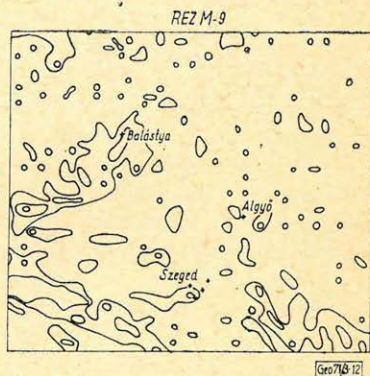
Fig. 10. Karte, erhalten mit einem Residualfilter  $m = 3$



11. ábra.  $m = 4$  paraméterű reziduál szűrővel kapott térkép

Фиг. 11. Карта, полученная с использованием фильтра остаточных аномалий с параметром  $m = 4$

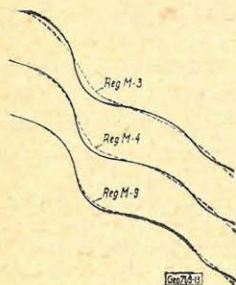
Fig. 11. Karte, erhalten mit einem Residualfilter  $m = 4$



12. ábra.  $m = 9$  paraméterű reziduál szűrővel kapott térkép

Фиг. 12. Карта, полученная с использованием фильтра остаточных аномалий с параметром  $m = 9$

Fig. 12. Karte, erhalten mit einem Residualfilter  $m = 9$



13. ábra. Az eredeti anomália térkép és az  $m = 3, 4$  és  $9$  paraméterű regionális szűrővel kapott térkép egy kiválasztott izovonalának összehasonlítása

Фиг. 13. Сопоставление одной из изолиний, выбранной из исходной карты аномалий и из карт, полученных с использованием фильтров региональных аномалий с параметрами  $m = 3, 4$  и  $9$

Fig. 13. Vergleich einer ausgewählten Isolinie der originellen Anomalienkarte und der Karte, die mit der Anwendung der regionalen Filter mit  $m = 3, 4$  und  $9$  erhalten wurde



anomáliákként jelentkeznek. A zárt anomáliák amplitúdója kvantitatív jellemzője a másodlagos gerinc, kiöblösödés stb. mértékének és így az értelmezést jelentősen segítheti. Az izovonalak lefutása, egymás közötti távolsága, valamint ezek változásai jelentős segítséget nyújthatnak szerkezeti irányok nyomozásában. Pusztán az eredeti izovonalak alapján ugyanis nehéz különbséget tenni a jelentősebb és a kevésbé számottevő lokális változások között.

A reziduál-térképen, annak ellenére, hogy simító szűrőt nem alkalmaztunk, nagyfrekvenciás zaj nem jelentkezik. Ennek oka egyrészt az, hogy az alap-térkép nagy részén magas frekvenciák térképszerkesztési okok miatt sem jelentkezhetnek, másrészt a digitalizálás során bevitt zaj nagyfrekvenciás komponenseit az izovonalak rajzolásánál elimináltuk. A simítás mértéke azonban sehol sem haladta meg a  $\pm 0,1$  mgal-t. Kivételt képez az  $m = 9$  paraméterű reziduál-térkép, ahol a megnövekedett relatív hiba miatt – továbbá a zaj érzékeltetésére – kézi simítást nem alkalmaztunk.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy tapasztalataink szerint a szűrők alkalmazása az eddigi átalakítási módszereknél megbízhatóbb és kvantitatív eredményeket ad. Az anomáliák amplitúdója egyértelműen jellemzi, mennyire emelkedik ki a talált anomália a zajszból. Az átalakítás irányfüggetlen és így a felfedett szerkezeti trendekre utaló sajátosságokból nagyobb biztonsággal következtethetünk a vizsgált terület reális geológiai viszonyaira. Az átalakított térképek jól hasznosíthatók a további kutatások, elsősorban szeizmikus mérések optimális tervezésére.

Jövőbeli feladataink között szerepel meredekebb vágású szűrők meghatározása és a szűrt térképek, valamint a terület sűrűségeloszlása közötti kapcsolat pontosabb elemzése.

## IRODALOM

- Clarke, G. K. C.: 1969. Optimum second derivative and downward continuation filter Geophysics, 34, 424–438 old.
- Meskó, A.: 1967. The method of second derivatives 1968, Analytical continuation downward 1969, Design and application of high-pass, band-pass and low-pass filters, ANNALES UNIV. Budapestiensis de Rolando Eötvös nominatae Tom. XI., XII. és XIII. 1970, Szűrőelmélet alkalmazása a gravitációs értelmezésben c. fejezet a Terepi Geofizika III. c. egy tankönyvben
- Robinson, E. A.: 1967. Statistical communication theory. . . . Griffin, London.
- Grant, F. S., and West, G. F.: 1965. Interpretation theory in applied geophysics New York, McGraw-Hill Book Co., Inc.

---

## LAPSZEMLE

H. Pietschmann, Wien: Milyen legyen a jó előadás, 278–280. old. (Kunfalvi Rezső fordítása).

A cikkben foglalt számos jótanácsot geofizikusaink is megszívlelhetik és a felállított szabályokat sikerrel alkalmazhatják. Ezek között ilyenek szerepelnek: „Az előadás előtt semmit sem rajzoljunk vagy írjunk a táblára” (alkalmazzunk diapozitíveket); „Az előadást semmilyen körülmények között sem szabad felolvasni.”. Persze ez utóbbi feltétel betartása az esetleges szinkron tolmácsoló számára szinte megoldhatatlan feladatot jelent.

T. G.



# A komplex digitális karottázs-berendezés felépítéséről és néhány alkalmazási területéről

BARÁTH ISTVÁN – KARAS GYULA – SEBESTYÉN KÁROLY  
VINCZE JÁNOS

*A dolgozat olyan digitális mágnesszalagos regisztrálású berendezés elgondolását ismerteti, mely a mélységtengely menti regisztrálás mellett egyes gyorsfolyamatok idő- (vagy energia)-tengelymenti felvételét is lehetővé teszi. Példákat mutat be a fő alkalmazási területekről.*

*В работе описывается принцип построения цифровой аппаратуры с магнитной записью, позволяющей записывать данные быстропротекающих процессов, помимо регистрации их по оси глубин, также в зависимости от времени (или энергии). Приводятся примеры для основных областей применения аппаратуры.*

*Es werden die Grundgedanken einer Registrierereinrichtung mit digitaler Magnetbandaufzeichnung dargestellt, wobei ausser der Registrierung entlang die Tiefenachse auch gewisse Schnellvorgänge der Zeit-oder Energie-Achse entsprechend aufgenommen werden können.*

*Es werden von den wichtigsten Anwendungsgebieten Beispiele vorgeführt.*

A fúrólyukvizsgálatok mérési paraméter-választéka gyorsuló ütemben bővül. A hagyományosnak tekinthető ellenállás- és radiológiai- paramétereken kívül új paraméterek mérésére készülnek célműszerek. A speciális célokra irányított ezen méréseken kívül egyre inkább előtérbe kerül a viszonyított paraméterek jelentősége. Ezek tipikus példaként említhető a kétesatornás gamma-gamma, vagy a kétesatornás neutron-gamma, illetve neutron-neutron mérés. Hasonlóképpen növekszik a szerepe a nemcsak mélység, hanem pl. idő vagy energia tengely mentén lejátszódó jelenségek elvileg pontonkénti, de a fúrólyuk meghatározott szakaszán csaknem folyamatos rögzítésének, illetve az ehhez kapcsolódó feldolgozásnak. Jellemző példái a radiológiai energia spektrumok, az akusztikus hullámkép és a gerjesztett potenciál lecsengése. Új, igen perspektívikus információszerzési lehetőséget rejtenek magukban az impulzus-üzemű neutrongenerátorok, illetve a hozzájuk csatlakozó időtengely menti részecske-eloszlás vizsgálatok.

Mindezen jelenségek és folyamatok meghatározott célú vizsgálata megoldható a megfelelően kialakított célműszerekkel (pl. összegező-, hányados-képző-áramkör stb.), de teljes értékű feldolgozásuk csak az alapadatok teljes és részletes rögzítését követő számítógépes feldolgozással lehetséges. Erre a célra került kidolgozásra a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben a komplex digitális karottázs-berendezés, melynek felépítéséről és néhány alkalmazási lehetőségéről alábbiakban számolunk be:

## I. A berendezés felépítése

A komplex digitális karottázs-berendezés a hagyományos karottázs-berendezésekhez és a megfelelő adapterekhez történő csatlakoztatásra készült. Az ezekből nyert analóg jelek digitális átalakításán és magnószalagos rögzítésén kívül olyan gyorsan lejátszódó folyamatok közvetlen rögzítését is



lehetővé teszi, melyeket eddig közvetlenül vizsgálni nem lehetett, vagy a vizsgálatok csak egyes kiragadott pillanatokra vonatkoztak.

A megoldható feladatok illusztrálására az alábbiakban néhány lehetséges komplexumot mutatunk be:

1. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

2 nukleáris detektor spektrumának egyidejű meghatározása és rögzítése külön-külön 128 csatornán, két nukleáris detektorra elhelyezhető négy tetszőszerinti energiaablakba eső adatok rögzítése,

2. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

az akusztikus szonda jelcsomagjának digitális rögzítése 6 bites felbontással,

3. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

két gerjesztett potenciál-mérőcsatorna jelalakjának rögzítése 1% alatti felbontással egyenként max. 121 mintával,

(tervezett fejlesztés):

4. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

impulzus üzemű neutrongenerátor felhasználásával meghatározott időkapukba érkezett neutron impulzusok számlálása és rögzítése (neutron élettartam),

5. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

impulzus üzemű neutrongenerátor felhasználásával egy gamma detektorról két időkapuba érkező jelek spektrális rögzítése 128 csatornás felbontással, 4 energia ablakba eső gamma beérkezések rögzítése,

6. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással, protonprecessziós karottázs jelalakjának rögzítése max. 121 mintával egyenként 1%-nál jobb felbontással.

A berendezés az alábbi fő részegységeket tartalmazza:

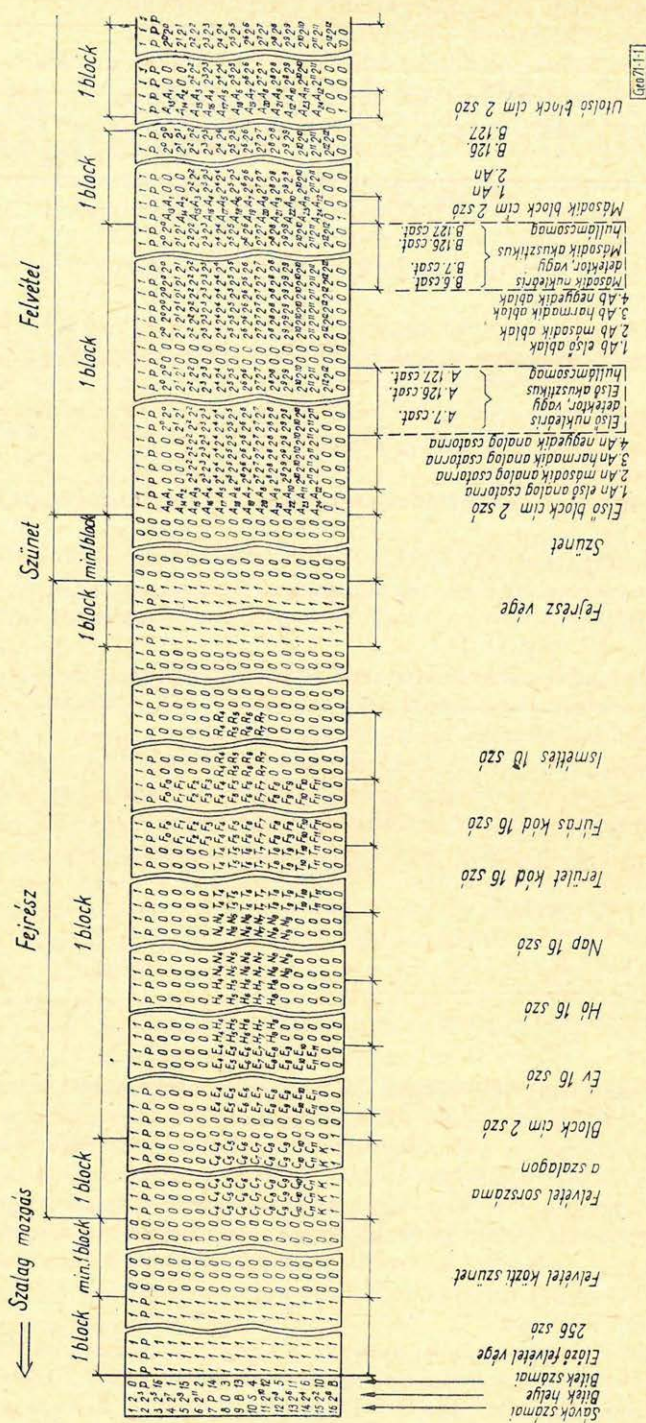
1. adatfelvevő egység
2. közbenső tároló egység
3. adatrendező egység
4. adattároló egység
5. központi vezérlő egység
6. display.

Az analóg csatornák felírásához 10 bit kerül felhasználásra, ami bőségesen elegendő a megfelelő pontosságú jelrögzítéshez (jobb mint 0,1%).

Nukleáris mérésnél a berendezés két detektor jeleit figyelni és megfelelő áramköri megoldás biztosítja, hogy a multiplexer az éppen bejött jelle kapcsolja az AD konvertert, mely a jelet konvertálja és átmenetileg tárolja. Ezután jel-nagyság- és ablak-vizsgálat következik. Azon ablakhoz tartozó tárolóban, melybe az adott jel belesett, a tároló tartalma  $I$ -gyel növekszik. Valamelyik (vagy mindegyik) ablak teljesen nyitva is lehet, és ilyenkor a teljes impulzus-tartomány kerül felírásra.

A szalagfelírási rendszerből következően egy nukleáris ablakba eső impulzusok száma 8191 lehet. Ugyanez a határérték érvényes a spektrális rögzítés 121 csatornájának bármelyikére is. Következik ez abból, hogy egy csatorna kiírásához 13 bit áll rendelkezésre.





1. ábra. A mágneszalag felírási rendszere. Фиг. 1. Система записи данных на магнитную ленту. Fig. 1. Ansriftsystem des Magnetbandes

Gör. 7.1.1



Akusztikus mérésnél lehetőség van a vevő által detektált mindkét hullám-csomag (kétadós akusztikus műszert feltételezve) kovertálására és magnószalagos rögzítésére. Az egy minta felírásához rendelkezésre álló 6 bit 1,6%-os felbontást tesz lehetővé. Ez ugyan lényegesen kisebb pontosság, mint amit az analóg csatornáknál nyújt a berendezés, de még mindig belül van az általában igényelt pontosságon.

A gerjesztett-potenciál-méréseknél a berendezés két időben lecsengő jelből képes mintát venni egyidejűleg. Az egy ciklusban vehető (tárolható) minták száma előzőknek megfelelően csatornánként 121.

### *Szalagfelírás.*

A berendezés jelen kiviteli alakjában 16 sávós digitális magnetofonra dolgozik. Az információ a mágnesszalagra 256 byte-ból álló fix hosszúságú blokkokban kerül felírásra. A blokkok címezve vannak: a cím a mélység, melyből a mintavétel történt. Korlátozott védelem biztosítva van a kábel csúszásából eredő hibák kiküszöbölésére.

A magnószalag felírási rendszerét 1. ábránk mutatja a mérési kombinációk első esetére. A magnószalagon e szelvényadatok felírását megelőzi a fejrész, mely az alábbi adatokat tartalmazza:

a felvétel sorszama, blokk-cím, dátum, területkód, fúraskód, ismétlés, fejrész-végjel.

Egy adatblokk az alábbiakból áll:

blokk cím, 4 analóg csatorna, 121 nukleáris csatorna (az A detektorhoz), 2 byte zérus, 4 nukleáris ablak, 121 nukleáris csatorna (a B detektorhoz).

Az analóg felvételeknek külön címezésük nincs, de a mintavételezési ciklusban elfoglalt helyük meghatározásukra is szolgál. Ugyanez vonatkozik az összes többi adatra, pl. a nukleáris ablakokra is.

A szalagfelírásnak ez a rendje az előzőleg vázolt „teljes” üzemre vonatkozik. Abban az esetben, ha csak analóg csatornák konvertálása történik, a blokk hossza 8 byte és egyidejűleg 6 analóg csatorna átalakítására és felírására van lehetőség.

A berendezés működésének lényeges szempontja multiplex rendszere és a mintavételezés sorrendjét biztosító prioritási rendje, mely abból fakad, hogy a mérni kívánt csatornák feldolgozásához egyetlen digitális lánc áll rendelkezésre. A jelenleg alkalmazott prioritási sorrend a következő:

1. az éppen folyó program,
2. analóg program,
3. akusztikus program,
4. magnókiírás program,
5. nukleáris program,
6. display program.

Az egyes műveletek időigényét alábbi összeállításunk adja:

analóg konverzió (4 csatornára): 400  $\mu$ sec

nukleáris konverzió (4 ablakvizsgálattal): kb. 120  $\mu$ sec magnó-lehívás (1 byte): 20  $\mu$ sec

1 blokk magnó-beírása 0,5 sec időtartam alatt 256.20  $\mu$ sec = 5,12 msec display 20  $\mu$ sec

akusztikus (beleértve a szonda működési idejét):

2  $\times$  1,2 msec kb. 400 msec gyakorisággal.



Az analóg csatornák konverziója elvileg a mintavételi parancs után azonnal indul. Következik ez abból, hogy az összes műveletek közül a legnagyobb prioritással rendelkezik. Gyakorlatilag annyi késleltetést szenvedhet, amennyi az éppen futó leghosszabb program.

Az analóg-üzemmel kombinálva futhat a radioaktív spektrum vagy az akusztikus hullámkép-program.

Az akusztikus program az analóg után következik prioritásban, de időbeni helye mégis attól függ, hogy a szondából érkező startjel milyen programot talál folyamatban.

Az időfelhasználás, illetve időkiosztás szempontjából igen fontos művelet a magnó-adatfelírás. Minden mintavételi parancshoz tartozik egy blokk magnó-adatfelírási művelet is. Éppen ezért, ha esetleg egy nála nagyobb prioritású műveletre jelentkezik igény, vagy hosszú művelet van folyamatban, a kiírásra szóló igény nem törlődik, hanem kivár. Akusztikus hullámkép-program esetén a magnókiírás éppen az időszabta korlátok miatt csak minden második blokkra lehetséges (csak minden második blokk tud egymásután 256-szor bejelentkezni).

## II. Alkalmazási lehetőségek

A komplex digitális karottázs-berendezés egyik fő alkalmazási területe a gamma spektrumok és spektrális ablakok regisztrálása. Beépített memóriájára támaszkodva a berendezés sok olyan lehetőséget tartalmaz, mely a spektrumok feldolgozását megkönnyíti, másrészt az észlelt spektrum gépi feldolgozása a magnószalagról sok olyan lehetőséget tartalmaz, mely lyukvizsgálati formában eddig nem volt megvalósítható.

Az alábbiakban ezen lehetőségeket körvonalazzuk:

A gammasugár-spektroszkópia fúrólukbéli alkalmazására több területen ígérkezik lehetőség, ilyenek:

- a) természetes gammasugár-spektroszkópia,
- b) a radiációs befogáshoz kapcsolódó gamma-sugárzások energiaszelektív vizsgálata,
- c) a szórt gammasugárzás energiaszelektív mérése,
- d) a neutron aktiválással keltett gammasugarak vizsgálata,
- e) a rugalmatlan neutron-szóródást kísérő gammasugárzás spektroszkópiája
- f) igen lágy gammasugarak spektroszkópiája,
- g) röntgen radiometria.

a) A természetes gammasugár-spektroszkópiára a fúrólukvizsgálatok területén kevés tapasztalati anyag áll rendelkezésre. A mérések fizikai céljaként a fúrólukban észlelt gammasugarak energia szerinti szétválasztását, az anyaeleműkhöz való hozzárendelését lehet megjelölni.

Mint hogy a természetes gammasugárzásnál sugárforrásként az urán-rádium és thórium sorozat, valamint a kálium 40 izotópja szerepelhet, a természetes gammasugár-spektroszkópia alkalmas lehet ezek jelenlétének, mennyiségének és egymáshoz való arányának meghatározására.

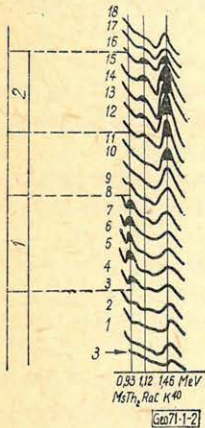
Egy összetett spektrum kiértékelése céljából az egyes sugárzókra egyedül és zavartalanul jellemző energia értéket kell ismerni. Az irodalmi adatok szerint káliumra csak az 1,45 MeV, rádiumra az 1,12 MeV és thóriumra 0,97 MeV jellemző. A többi csúcs vagy szuperponálódik egymásra, vagy pedig kis csúcsmagassággal jelentkezik még hosszú időtartamú mérés esetén is.



A laboratóriumi gamma-spektrumok több kevesebb feltételezéssel lehetővé teszik a vizsgált kőzetminta sugárzásában résztvevő elemek mennyiségi meghatározását is.

Félig kvantitatívnek tekinthető a fotócsúcs alatti területek arányának a vizsgálata. Több szerző foglalkozik ezzel a módszerrel, mely azt igényli, hogy a vizsgálni kívánt tartományban az egyes fotócsúcsok jól hozzárendelhetők legyenek valamely ismert gamma-energiához, továbbá a magasabb energiák szórt spektrumai kellő pontossággal levonhatók legyenek.

A komplex digitális karottázs-berendezés jellegzetes alkalmazási lehetőségének illusztrálására szolgál 2. ábránk. Az agyag-homok rétegsoron felvett



2. ábra. Agyagos-homokos rétegsor gamma-spektrometriás szelvénye laboratóriumi fúrómagvizsgálat alapján (Lauterbach 1964 szerint)

1. nehéz ásványi-dúsulás
2. magas agyag- és kaolintartalom
3. háttér

Fig. 2. Гамма-спектрометрическая запись в глинистопесчаном разрезе, полученная при лабораторном анализе кернов (по Лавтербаху, 1964) 1 — обогащение тяжелыми минералами; 2 — высокое содержание глины и каолина; 3 — фон

Fig. 2. Gamma-Spektrometrie-Profil einer tonigen-sändigen Schichtenfolge auf Grund von Bohrkernuntersuchung im Laboratorium (nach Lauterbach 1964)

1. Verdichtung von schweren Mineralien
2. Hoher Ton- und Kaolin-Gehalt
3. Hintergrund

spektrumok görbéiből kiolvasható, hogy a 4–8 szelvényeken nehézásvány feldúsulás van. Ezt jelzi a  $MsTh_2$  vonal megerősödése. A 12–16 spektrumok a  $K^{40}$ -ben való feldúsulást és ezzel az agyagtartalom növekedését jelzik. Előzőkhöz kismértékű  $Ra$  tartalomnövekedés is csatlakozik. A  $Th/U$  hányados felhasználható a vizsgált kőzet keletkezését kísérő geokémiai viszonyok tanulmányozására.

Természetesen nemcsak a  $Th/U$  arány, hanem a  $Th/K$  arány megállapítása is lehetővé válik. Ennek geokémiai vonatkozásaira is jelentős irodalom van.

A gamma-spektróskópiának és így a komplex digitális karottázs-berendezésnek legszélesebb területe jelen ismereteink szerint a neutron és az anyag kölcsönhatásait kísérő gammasugárzások energiaszelektív vizsgálatában igénykezik. A jelenségek itt három fő csoportba sorolhatók annak függvényében, hogy a neutron és az anyag kölcsönhatásainak melyik fázisát kísérő gamma sugárzás vizsgálatát tekintik feladatnak. Az első kölcsönhatási forma a neutronok rugalmatlan ütközése, a második a radiációs neutron-befogás. A harmadik jelenségcsoportot az jellemzi, hogy nem közvetlenül a neutron és az anyag kölcsönhatását vizsgálja, hanem a neutron folyamatok kapcsán képződött izotópok bomlásának jellemzőit, legfőképpen a bomlás folyamán fellépő gamma-sugárzást méri.

A radiációs befogást kísérő gammasugárzás vizsgálatánál a legfontosabb kérdés, hogy a jelenlevő elemeknek mekkora a neutron fékezési és befogási hatáskeresztmetszete, továbbá, hogy vannak-e és hová esnek a diszkrét gamma-energiák, melyek a kimutatni kívánt elemre jellemzők. Megállapítható, hogy a várhatóan szereplő elemek számos vonallal jelentkeznek a legkisebb energiáktól



egészen 9 MeV-ig. Az is megállapítható, hogy egyféle energiájú gammát csak a hidrogén (2,23 MeV) bocsát ki. A helyzetet – kimutathatóság szempontjából – még bonyolítja, hogy különösen magasabb energiáknál a tulajdonképpeni energia-csúcsokat a detektálás folyamatából fakadó másodlagos csúcsok is kísérik.

A szilícium legjellegzetesebb vonalai a 4,9 és 3,5 MeV-nél jelentkeznek. A kalciumnál viszont a 6,4; 4,4 és 2 MeV-es csúcsok emelkednek ki.

A vas jellegzetes csúcsai magasabb energiatartományokban vannak. Ezek és különösképpen a klór csúcsai jelentősen bonyolítják a spektrumot és kölcsönösen átfedik egymást. Mindezek azt igazolják, hogy a fűrólyukon felvett spektrumok kiértékelése bonyolult feladat és nagy segítséget nyújthat benne a digitális regisztrálást követő számítógépes feldolgozás.

Jelenleg a gyakorlatban spektrális jelegű mérés a klór-szelvényezés formájában van elterjedve. Elsősorban a homokköves tárolókban van lehetőség arra, hogy ezzel a módszerrel a sósvizes rétegek az olajteltitettektől elválaszthatók legyenek.

A rugalmatlan neutron-szóródáshoz kapcsolódó karakterisztikus gamma-sugárzás mérése csak impulzusüzemű neutrongenerátor alkalmazásával oldható meg.

Olajkutatás vonatkozásában a rugalmatlan szóródáshoz kapcsolódó gamma-spektrószkópiának fő előnye az oxigén és karbon közvetlen kimutathatóságában lehet. A kábelen keresztül végrehajtandó ilyen méréseknek ma még komoly műszertechnikai akadályai vannak.

Egyelőre csak elvi lehetőségnek tűnik a rugalmatlan szóródásra vonatkozó spektrál-viszony módszer. Ez lényegében az impulzusüzemű neutrongenerátor és gamma-spektrószkópia olyan kombinációja, melynél a detektálás a neutron-csomag kibocsátásával azonosan csupán 5  $\mu$ sec ideig történik és a scintillációs detektor energiakapuja az oxigén és szén rugalmatlan neutron befogását kísérő energiákra van ráállítva.

Egyelőre kellően ki nem aknázott területnek látszik a neutron aktiválások kapcsán keletkezett bomlási gammák energia-szelektív regisztrálása.

Részben az aktiválásnak impulzusüzemű neutrongenerátorral való végrehajtása, részben a keletkezett bomlási gammák energia-szelektív vizsgálata új lehetőségeket nyit meg.

A neutron-módszereken kívül a komplex digitális berendezés alkalmazásának egyik perspektivikus területe a szelektív gamma-gamma karottázsspektrális üzemmódban és a röntgenradiometrikus karottázis.

### *Időbeli eloszlások regisztrálása*

A komplex digitális karottázis-berendezés alkalmazási köre figyelemre méltóan kiterjeszhető, ha az előzőkben vázolt spektrum-méréseken túl állítható időkapukban ismételt ciklusokban megjelenő jelanyag összeszámlálására, illetve nagyság szerinti osztályozására alkalmassá válik. A problémakör az impulzusüzemű neutrongenerátorok alkalmazása kapcsán került az érdeklődés előterébe, de a számottevő műszertechnikai nehézségek miatt a fizikailag várható jelenségeknek fűrólyukvizsgálati célokra történő felhasználása csak korlátozott mértékben lehetséges. A fő korlátozó tényező annak az időnek a rövidege, mely a mérési ciklusok végrehajtásához rendelkezésre áll. Az időtartamok figyelembevételével jól látható az a nehézség, melyet rugalmatlan szóródás karakterisztikus gamma-sugárzásának spektrális vizsgálatánál is



említettünk: a neutron-csomag kibocsátásának időtartama nem lehet több  $5-10 \mu\text{sec}$ -nál és a detektálás időtartama sem lépheti ezt számottevően túl (míg jelenleg  $I$  nukleáris konverzió ideje a kábelviszonyok miatt  $20 \mu\text{sec}$ ).

Az is megállapítható, hogy a jelentősen kisebb műszerproblémák jelentkeznek a neutron-felhő lecsengését rögzítő több időkapus mérésnél, mert egy időkapuba nagyobb számú konverzió fér bele, és ha az ismételt ciklusok jelanyaga azonosan halmozódik, a megfelelő pontosság biztosítható.

Ez a mérésforma nyert kidolgozást neutron-élettartamszelvényezés elnevezés alatt. Minthogy az egyes időkapukba eső abszolút impulzusszámok a primer neutron-csomagok nagyságától függenek és nehezen megfoghatók, helyettük az időkapukban mért impulzus-számok hányadosát használják fel a rétegsor jellemzésére.

A mért, illetve számított effektus létrehozásában nyilvánvalóan a rétegsor felépítésében résztvevő elemek mennyisége, termikus neutronra vonatkozó befogási keresztmetszete játsszák a főszerepet: vagyis a rétegvíz  $\text{NaCl}$  tartalma.

A komplex digitális karottázs berendezés nagyobb kapuszám alkalmazásában és így a lecsengés részletesebb vizsgálatában nyújthat előnyöket a jelenlegi technikához viszonyítva.

Az előzőkben vázolt mérési lezetőségek megvalósítása természetesen igényli a megfelelő paraméterekkel rendelkező lyukműszereket is. Radiológiai vonatkozásban ez megfelelő spektrális felbontóképességgel és hőtűrőképességgel rendelkező lyukműszert, valamint megfelelő minőségű jeltovábbítást jelent.

A spektrális felbontóképesség fúrólyukmérések vonatkozásában erősen függvénye a hőmérsékletnek.

A jelenlegi műszaki lehetőségek következtében a hőálló tulajdonságú fotoelektronszorzók energia-felbontóképessége viszonylag alacsony. Szoba-hőmérsékleten csak kb.  $8-10\%$   $\text{Cs } 137$  felbontóképesség érhető el. Ez a felbontóképesség a hőmérséklet növelése során egyfelől a fotoelektronszorzó, másfelől a kristály jellemzőinek megváltozása következtében kb.  $12-13\%$ -ra elromlik  $+120^\circ\text{C}$ -on. Ezzel az adattal, mint jelenlegi ténnyel a mai szcintillációs mérés technikánál számolni kell. Remélhető azonban, hogy a technológia fejlődése a hőállóság biztosítása mellett elfogja érni a mai általános laboratóriumi színvonalat, nevezetesen kb.  $7-8\%$   $\text{Cs } 137$  felbontóképességet.

A komplex digitális karottázs berendezés egy további sajátos alkalmazási területe: az akusztikus hullámkép analízis.

Az akusztikus mérések céljaira kifejlesztett berendezések jelenleg két csoportba oszthatók:

1. nyitott lyukszakaszokon sebesség és csillapodás mérésére alkalmazott berendezések,

2. csövezett és cementezett lyukszakaszok cementkötési viszonyainak ellenőrzésére szolgáló berendezések.

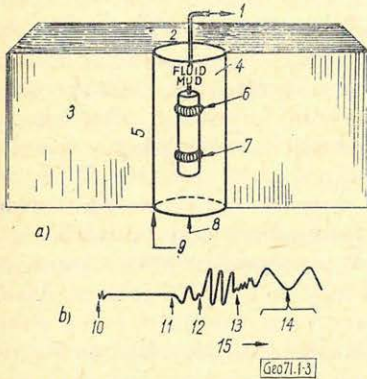
Első esetben a lyukfalon megtört longitudinális hullámok első beérkezései által meghatározott intervallum-sebességek alapján leginkább a közetek porozitását keressük. Második esetben a beérkező hullámcsoport általában első, vagy tetszőlegesen kiválasztható, de meghatározott idejű (pl.  $50, 100, 200 \mu\text{sec}$ ) részének csillapodási viszonyait vizsgáljuk a cementezett szakaszon egy bázis-szintre vonatkoztatva.

Ebből következik, hogy a mérés folyamatában létrejövő jelek információ tartalmának – a teljes hullámkép kinematikai és dinamikai jellemzőinek –



csak egy részét használják fel a jelenleg fennálló műszertek adottságok mellett.

Az információtartalom felmérése céljából célszerű megvizsgálni egy rövid működési idejű akusztikus rezgéskeltő hatására a kőzetekben és a fúrófolyadékban, továbbá a cementezett lyukszakaszokon keletkező hullámformákat. Nyitott lyukszakaszokon egy adó-vevő párra vonatkoztatva a 3. ábra mutat idő-tengely mentén felrajzolt hullámképet.



3. ábra. Akusztikus rezgéskeltő (a) hatására keletkező hullámok (b)
1. a felszínre menő jelek [lásd. a (b)-nél]
  2. fúrólyuk
  3. formáció (porózus, szilárd)
  4. folyadék-iszap
  5. folyadék-szilárd-határfelület
  6. felvevő
  7. adó
  8. kompressziós hullám
  9. kompressziós, nyíró és felületi hullámok
  10. indítási időpont
  11. refraktált kompressziós hullám
  12. nyíróhullám
  13. folyadékhullám
  14. kis sebességű hullámok
  15. idő

Fig. 3. Die durch einen akustischen Erreger (a) erzeugte Wellen (b)

1. Zeichen, die auf die Oberfläche gehen [siehe (b)]
2. Bohrloch
3. Formation (porös, fest)
4. Flüssigkeit-Bohrschlamm
5. Grenzfläche: Flüssigkeit-Festboden
6. Aufnahmeteile
7. Sendeteil
8. Kompressionswelle
9. Kompressions-Scherungs- und Oberflächen-Wellen
10. Start
11. Refraktierte Kompressionswelle
12. Scherungs-Welle
13. Flüssigkeits-Welle
14. Wellen mit niedriger Geschwindigkeit
15. Zeit

Фиг. 3. Источник акустических волн (a), волны, возбуждаемые источником (б) 1 — сигналы, поступающие на поверхность (см. a/б); 2 — скважина; 3 — формация (пористая, плотная); 4 — жидкость — раствор; 5 — граница раздела между жидкостью и твердой средой; 6 — приемник; 7 — источник; 8 — волны сжатия; 9 — волны сжатия, сдвига и поверхностные волны; 10 — время разгона; 11 — преломленная волна сжатия; 12 — волна сдвига; 13 — волна жидкости; 14 — волны малых скоростей; 15 — время

A beérkezés sorrendjében a következő hullámtípusok különíthetők el:

1. Első beérkezés a lyukfalon refraktálódott longitudinális hullám. Jele:  $P_0 P_1 P_0$ ; az adóból az iszapon keresztül a lyukfalon végig haladva a vevőhöz ismét az iszapon keresztül jut el.

2. Második hullámcsoport, a lyukfalon keletkezett és refraktálódott transzverzális, ún. váltóhullám. Jele:  $P_0 S_1 P_0$ ; a vevőhöz vezető útja azonos az elsőével. Ehhez képest kisebb frekvencia és nagyobb amplitudó jellemzi.

3. Közvetlen vagy „víz”-hullám, amely a fúrófolyadékban keresztül jut az adótól a vevőbe. Jele:  $P_0$ .

4. Egy kis sebességű, de nagy amplitudójú hullám. Sebessége mindig kisebb, amplitudója pedig nagyobb a közvetlen hullámnál. Létrejöttét és sebességét sok paraméter — akusztikus frekvencia, lyukátmérő, kőzet és fúrófolyadék sűrűsége, kőzetsebesség stb. — befolyásolja.



A 3. ábrához viszonyítva összetettebb lesz a hullámkép, ha a fúróluk környezetében radiális irányban fúrás technikai- és elárasztás-viszonyok miatt sebességváltozás lép fel.

E hullámtípusoknak elvben négy mérhető paraméterük van, mégpedig:

1. sebesség,
2. amplitudó,
3. amplitudó csillapodás,
4. frekvencia.

Az egész hullámkép teljes analizésének és információ tartalmának értékét természetesen az szabja meg, hogy az egyes paraméterek külön-külön vagy összekapcsolva milyen korrelációba hozhatók a formációk számunkra fontos tulajdonságaival.

A komplex digitális regisztrálás kapcsán körvonalazható lehetőségek a jelenlegi eljárásokhoz viszonyítva az alábbiakban nyújtanak többletet:

1. az első beérkezések „ $\Delta t$ ” időszelvényének ellenőrzése,
2. porozitás értékek javítása a transzverzális hullámsebességek felhasználásával,
3. lithológia meghatározása longitudinális és transzverzális sebességek alapján,
4. radiális irányú sebesség változás meghatározási lehetősége a további határfelületekről származó hullámok alapján,
5. repedések kimutatása transzverzális hullám amplitudók alapján,
6. cementkötés-szelvények teljes analizése.

### *Gerjesztett-potenciál vizsgálatok*

Fúrólukban végzett gerjesztett potenciál vizsgálatok hatásfokát jelenleg a ma már klasszikusnak tekinthető mérés technikai lehetőségek szabják meg. Ez meghatározott intervallumot jelent a „ $I$ ” gerjesztő áram a „ $T_g$ ” gerjesztési idő a „ $T_m$ ” mérési idő, valamint a „ $\Delta T$ ” méréskezdeti idő vonatkozásában. (Jelenlegi értékek:  $I_{max} \approx 2 - 300 \text{ mA}$  /  $T_g \approx 25 - 30 \text{ msec}$ ;  $T_m \approx 12 - 15 \text{ msec}$ ;  $\Delta T \approx 8 - 10 \text{ msec}$ ). Amellett, hogy a mérési paraméterek így korlátozottak, ennek a mérés technikának legnagyobb hátránya az, hogy értelmezési adatként csak a gerjesztett polarizáció egy adott időpontra vonatkoztatott ismert módon definiált értéke használható.

A legutóbbi kutatási eredmények, laboratóriumi és felszíni terepi megfigyelések ezen túlmenően az alábbiakat mutatják:

1. Rövid gerjesztési idő (msec nagyságrendű) esetén is létezik egy gyorsan lecsengő ún. korai gerjesztett-potenciál-stádium, amely  $50 - 100 \mu\text{sec}$ -mal az áram kikapcsolása után már jelentkezik.

2. A gerjesztett polarizáció teljes lecsengési görbéje, a lecsengés sebessége, a polarizáció áram erősségén és időtartamán kívül meghatározó módon függ a szilárd közetfázis mineralógiai- és a pórus-folyadék kémiai összetételétől.

3. A lecsengési görbe általános esetben exponenciális görbék összegeként írható fel. Tehát a lecsengési görbéknek, mint időfüggvényeknek a rögzítésével és analizálásával lehetővé válik különböző ásványtársulások megkülönböztetése, erős háttérhatással jelentkező piritesedett, grafitosodott zónák elkülöní-



tése, üledékes kőzetek esetén szemcsenagyság becslése, zárványos ércesedés esetén megközelítő %-os érc tartalom prognózis.

A közvetlen kutatási feladatokon túl pedig megadja a lehetőségét a polarizáció kialakításában résztvevő fizikai folyamatok részletesebb elemzésével a ma még nem teljesen egységes és tisztázott elméleti alapok vizsgálatának is.

## MAGYAR GEOFIZIKA XII. ÉVF. 1. SZ.

### LAPSZEMLE

*ÁSVÁNYKUTATÁS ÉS BÁNYAFÖLDTAN.* Szerkesztette: *Benkő Ferenc.* Munkatársak: *Barabás Andor – Barnabás Kálmán – Jantsky Béla – Morvai Gusztáv,* Műszaki Kiadó 1970. 1 – 452 old.

A mű három részre oszlik: Ásványkutatás; Az ásványelőfordulások értékelése; Termelési geológia – címekkel.

A fejezetek szerzői: Az ásványkutatás feladata és általános elvei: Benkő Ferenc

Felszíni kutatás: Barabás Andor – Benkő Ferenc – Jantsky Béla

Fúrási kutatás: Barnabás Kálmán

Bányászati kutatás: Morvai Gusztáv

A kutatások tervezése: Benkő Ferenc

Készletszámítás: Benkő Ferenc

A kutatási eredmények összefoglalása és az előfordulások gazdasági értékelése: Benkő Ferenc

Készletek nyilvántartása és a készletváltozások meghatározása: Benkő Ferenc

Bányaföldtan: Morvai Gusztáv

Irodalomjegyzék: 431 – 435 old. Tárgymutató: 437 – 451 old.

Geofizikai vonatkozásokat elsősorban a 3. fejezetben (Fúrási kutatás) a 3.5.2 szakaszban (geofizikai vizsgálatok; 139 – 142 old.) találunk, de elkerülhetetlen, hogy néhány más helyen is meg ne említődjék a geofizika szerepe. Így pl. a 64 – 65. oldalon az ásványi nyersanyagok kifejlődésére utaló nyomok és jelek között olvassuk, hogy „... a geofizikai anomáliák inkább csak a hasadó anyagok esetében jelentenek közvetlen utalást ...” egy gránit-mészko érintkezési vonalában észlelt mágneses anomáliát pl. nyugodtan tekinthetünk egy mágnesvasérc-telep *közvetlen* indikációjának; egyébként az ugyanilyen mágneses anomália csak közvetlen utalásnak minősül.” (A „közvetlen” szó itt nyilván sajtóhiba a „közvetett” helyett).

T. G.

\* \* \*

### *ALFÖLDI OLAJBÁNYÁSZ VI. évf. XII. sz. 1970. december*

Bese Vilmos vezérigazgató sajtótájékoztatója: „A kőolaj- és gázipar jelenlegi helyzete a népgazdaságban, növekvő szerepe, feladatai és az iparág aktuális kérdései”

T. G.

\* \* \*

*BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK, KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ,* különszám 1970: A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1969. Bibliográfiai tanulmány, 1 – 110 old.

A kiadvány az előző évben elkezdett sorozat folytatása. Célja: áttekinthető rendszerbe foglalt, sűrített információ alakjában összefoglalót nyújtani az olajbányászatnak az 1969. évi szakirodalomban tükröződő fejlődéséről. A feldolgozásnál 49 szakfolyóirat (valamennyi külföldi!) és 8 intézeti konferencia- és egyéb jelentés anyagát használták fel, de egyes helyeken más folyóiratok cikkére is hivatkoznak. A mű 7 fejezetből áll, melyeknek szerzői:



1. fejj.: Mélyfúrás – Alliquander Ödön, Miskolc, 4 – 29 old.
2. fejj.: Sekélyfúrás és nagyátmérőjű fúrás – A. Werner, 30 – 36. old.
3. fejj.: Mélyfúrás geofizika – Jesch Aladár, Nagykanizsa, 37 – 50. old.
4. fejj.: Rezervoármérnöki tudomány – Gyulai Zoltán, Miskolc, 51 – 80 old.
5. fejj.: Kőolaj- és földgáztermelés – Szilas A. Pál, Miskolc, 81 – 82 old.
6. fejj.: Kőolaj- és földgázszállítás – Szilas A. Pál, Miskolc, 85 – 94 old.
7. fejj.: Általános információk – Gyulai Zoltán, Miskolc, 95 – 97. old.

A név- és tárgymutató a 98–107 oldalakat veszi igénybe. Az egyes fejezetek végén a feldolgozott és hivatkozott cikkek jegyzéke foglal helyet, a hivatkozás helyének sorrendjében fejezetenként számozva. A hivatkozott cikkek száma a legnagyobb a 4. fejezetnél: 533. A kötet szerkesztői – Alliquander Ödön, A. Werner, Gyulai Zoltán – és munkatársaik hatalmas munkát végeztek és hasznos segédeszközt bocsájtottak az érdeklődő szakemberek rendelkezésére.

T. G.

## MAGYAR GEOFIZIKA XII. ÉVF. 1. SZ.

### LAPSZEMLE

**KŐOLAJ ÉS GÁZIPARI TÁJÉKOZTATÓ**, 1970. 1. sz. Az OKGT és a NIM Műszaki Dokumentációs és Fordító Iroda közös kiadványa, 220 old. sokszorosítás.

A füzet ünnepi számként jelent meg hazánk felszabadulásának 25 éves jubileuma alkalmából és visszpillantást tartalmaz a magyar szénhidrogéniparnak az említett időszakban kifejtett tevékenységére, a termelés és technológiai fejlesztés során elért eredményekre és a feladatokra. A geofizikus világot közelebről érdeklő cikkek:

A világ kőolajtermelése 1969-ben. 7 – 9 old.

A Geofizikai Kutatási Üzem műszaki fejlődése megalakulásától napjainkig. 10 – 13. oldal.

A felszíni geofizikai mérések földtani eredményei. 13 – 17. old.

A kútgeofizikai módszerek, műszerek és kiértékelési eljárások fejlődése az olajbányászatban stb. 17 – 22. old.

A dunántúli kőolaj- és földgáz kutatás negyedszázados fejlődése, eredményei és további perspektívái. 22 – 27. old.

Földtani anyagfeldolgozás a kutatás érdekében az NKÜ-nél. 27 – 31. old.

A Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium (OGIL) Földtani Anyagfeldolgozási Osztályának tevékenysége és távlati feladatai. 170 – 173. old.

Eredmények a tárolóföldtani elemző módszerek fejlesztése terén. 173 – 174 old.

A magyar kőolaj- és gázipar szervezettségének és szervezetének fejlődése a felszabadulástól napjainkig. 194 – 200. old.

T. G.

## Egyesületi hírek

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1971. január 26-án tartotta meg 6. Tisztújító Közgyűlését.

A Közgyűlés 287 résztvevője megválasztotta a következő három éves ciklusra az Egyesület vezetését, 2 tagtársnak „Tiszteletti Tag”-ságot, 7 tagtársnak „Emléklap”-ot adományozott. A Közgyűlés által megválasztott új Országos Elnökség tagjai:

*Elnök:* BESE VILMOS

*Főtisztviselő:* CZEGLÉDI ISTVÁN

|               |               |                |                   |
|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| <i>Tagok:</i> | ACZÉL ETELKA  | GÁLFI JÁNOS    | PINTÉR ANNA       |
|               | ÁDÁM ANTAL    | HONFI FERENC   | POSGAY KÁROLY     |
|               | ÁDÁM OSZKÁR   | HORVÁTH FERENC | RÁDLER BÉLA       |
|               | BARÁTH ISTVÁN | HORVÁTH RÓBERT | SEBESTYÉN KÁROLY  |
|               | BARLAI ZOLTÁN | LAKATOS SÁNDOR | STEGANA LAJOS     |
|               | BÁDONNYI GÉZA | MOLNÁR KÁROLY  | SZABADVÁRY LÁSZLÓ |
|               | BODOKY TAMÁS  | MORVAI LÁSZLÓ  | SZABÓ JÁNOS       |
|               | CŠÓKÁS JÁNOS  | MÜLLER PÁL     | SZEMERÉDY PÁL     |
|               | CSOMOR DEZSŐ  | NAGY SÁNDOR    | SZEMERÉDY PÁLNÉ   |
|               | DANK VIKTOR   | NÉMETH LAJOS   | TATÁR JÁNOS       |
|               | DERES JÁNOS   | PAPP JENŐ      | ÚJFALUSY ANTAL    |
|               | ERKEL ANDRÁS  |                | ZSITVAY SZILÁRD   |



Az Alapszabály 12.§ (2)pontja értelmében választás nélkül tagjai az Egyesület Országos Elnökségének:

- a) BARTA GYÖRGY, RENNER JÁNOS, RYBÁR ISTVÁN, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL,
- b) FÜLÖP JÓZSEF, HAÁZ ISTVÁN, KILCZER GYULA, OSZLACZKY SZIZÁRD, RÉTHLY ANTAL, SZILÁRD JÓZSEF, TOLMÁR GYULA,
- c) BENCZE PÁL, ELEK ISTVÁN, HARTNER MIHÁLY, MÁRHOFFER JÓZSEF.

*Számvizsgáló Bizottság:*

PINTÉR ANNA  
POSGAY KÁROLY  
SUBA SÁNDOR

*Fegyelmi Bizottság*

EGERSZEGI PÁL  
RUMPLER JÁNOS  
TOLMÁR GYULA

„Tiszteleti Tag”-ságot két alapító tagunk, FÜLÖP JÓZSEF és TOLMÁR GYULA tagtárs kapott.

A Közgyűlés elfogadta és határozattá emelte az Egyesületi alapszabály néhány pontjának módosítását.

A Közgyűlés megvitatta az Egyesület helyzetét, tevékenységét, és a Magyar Szocialista Munkáspárt X. Kongresszusa határozatának szellemében úgy döntött, hogy a következő időszakra az alábbi feladatok megoldását tartja kiemelten szükségesnek:

1. A tapasztalatok figyelembevételével törekedni kell a nemzetközi együttműködés további szélesítésére.

Ennek érdekében a partner-országokkal közösen meg kell vitatni a szimpóziumokon résztvevő államok körének bővítését úgy, hogy segítse elő a Magyar Geofizika hírének további növekedését. Emellett törekedni kell, hogy a szimpóziumon túlmenő együttműködés alakuljon ki a Magyarországot körülvevő államokkal, elsősorban a Szovjetunióval (Ukrán SZSZK) és más baráti államokkal.

2. Kapcsolódva az egyes Magyarországon megrendezésre kerülő KGST tanácskozásokhoz, törekedni kell neves külföldi szakértők részvételével ankétok szervezésére. Ennek érdekében az Országos Elnökség működjön együtt a Központi Földtani Hivatal, a Nehézipari Minisztérium szerveivel.

3. Az Egyesület tevékenységével járuljon hozzá:

- a) a IV. ötéves tervben előirányzott energia-struktúra átalakításához új kőolaj- és földgáztelepek feltárásával, elsősorban a mélymedencékben,
- b) az építőipari alapanyagkutatás és az építésföldtan fejlesztéséhez, e célból létesítsen rendszeres kapcsolatot a Magyarhoni Földtani Társulattal, az Építőipari Tudományos Egyesülettel közös rendezvények megtartására, a geofizika tevékenységének propagálására stb.

4. Az Egyesület – elsősorban Közgazdasági Bizottsága és szakosztályai útján – foglalkozzon olyan gazdasági modellek kidolgozásával, amelyek a geofizikai módszerek szükségességét, népgazdasági hasznát egyértelműen bizonyítják, melyek elősegítik a geofizikai módszereknek újabb iparágakban történő alkalmazását.

5. Az Egyesület – elsősorban Automatizálási Bizottsága és szakosztályai útján – segítse elő a digitális technika és számítógépi feldolgozás általános elterjesztését, az ehhez szükséges szakember-továbbképzést úgy, hogy a IV. ötéves terv folyamán az általánossá váljon.

6. Az Egyesület segítse elő tématervekkel, tájékoztatók kiírásával a tagság mozgósítását szakmai ismereteinek növelésére, tudományos minősítések megszerzésére. Folytasson rendszeres tevékenységet az Egyesületben foglalkozó mérnökök, technikusok szakmai ismeretének fokozására, a geofizika különböző ágaiban összefoglaló munkák, kézikönyvek kiadásával, valamint a geofizikai iparban dolgozó szakmunkások részére továbbképző tanfolyamok szervezésével, jegyzetek megjelentetésével.

7. Az Egyesület vezetősége foglalkozzon a geofizikában dolgozó szakembereknek az egyesületi munkába való aktívabb bevonásával, magasabb szervezetség elérésére.

\*

A Közgyűlés után az új vezetőség megtartotta az első Országos elnökségi ülést, melyen megválasztásra kerültek a társelnökök, az ügyvezető elnök, a titkárok, valamint a szakosztályok és bizottságok vezetősége.

\*

Este nagy sikerrel zajlott le a Baráti Találkozó, melyen a szokásoknak megfelelően néhány tagtársnak kiváló munkájáért szerény ajándékot adtunk át.

*U. Gyné*



## СОДЕРЖАНИЕ

|   |        |
|---|--------|
| <i>Сохранов, Н. — Зунделевич, С.:</i> Система автоматической интерпретации данных промысловой геофизики в СССР .....  | 1      |
| <i>Ковач, Ф. — Мешко, А.:</i> Практическое применение цифровой фильтрации с двумя переменными для построения карты аномалий Буге .....                      | 10     |
| <i>Барат, И. — Караш, Дь. — Шебештьен, К. — Винце, Я.:</i> О конструкции комплексной цифровой каротажной станции и о некоторых областях ее применения ..... | 28     |
| Обзор журналов .....  | 27, 38 |
| Новости в обществе венгерских геофизиков .....  | 39     |

## INHALTSVERZEICHNIS

|   |        |
|---|--------|
| <i>N. Szohranov — Sz. Zundelevis:</i> Automatisches Auswertungssystem der Bohrlochmessungen in der Sowjetunion .....                                    | 1      |
| <i>F. Kovács — A. Meskó:</i> Praktische Anwendung der zweidimensionalen digitalen Filterung für die Transformation der Bouguer-Karte .....              | 10     |
| <i>I. Baráth — Gy. Karas — K. Sebestyén — J. Vincze:</i> Über den Aufbau der komplexen digitalen Bohrlocheinrichtung und einige Anwendungsgebiete ..... | 28     |
| Rezensionen und Presseschau .....   | 27, 38 |
| Nachrichten der Gesellschaft .....  | 39     |



