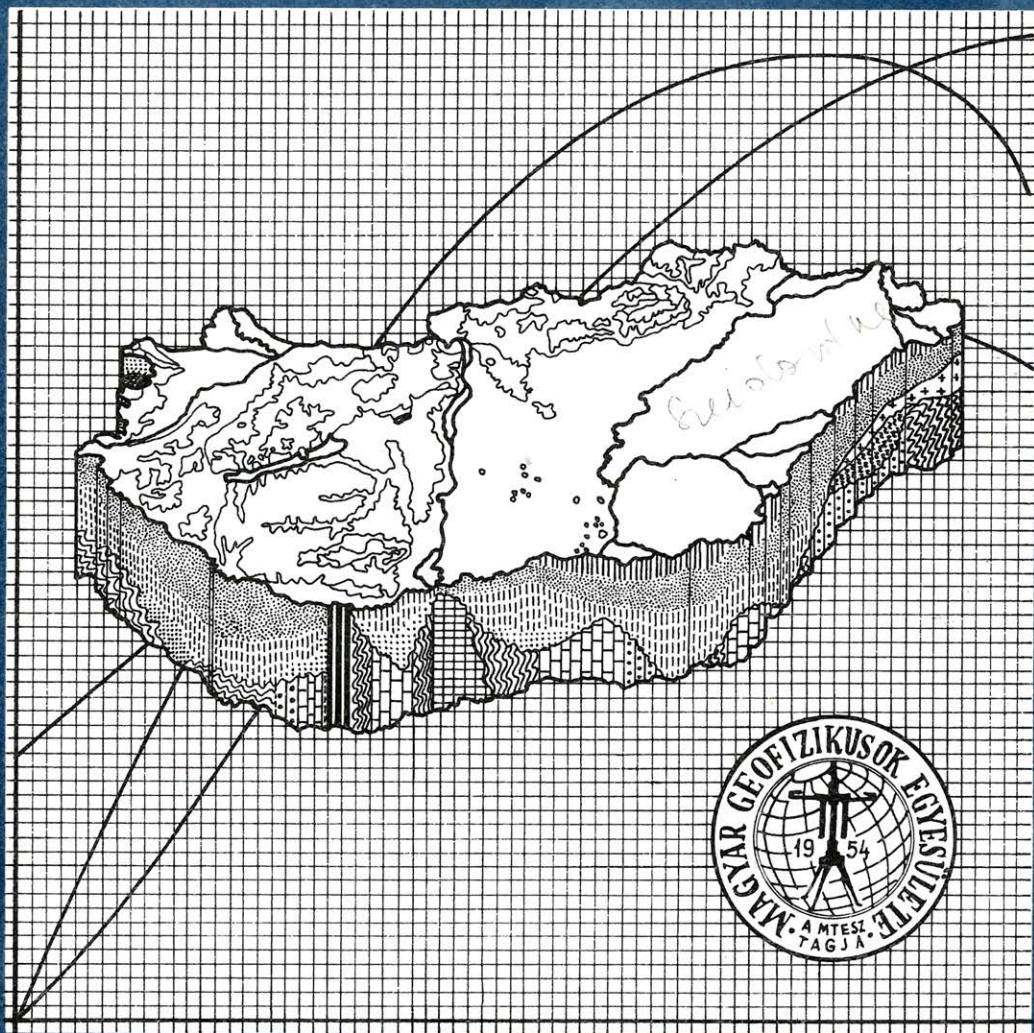


# MAGYAR 2-3 GEOFIZIKA



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1987. XXVIII. ÉVFOLYAM, 2-3. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata**

**XXVIII. évfolyam**

**2—3. szám**

**HU ISSN 0025—0120**

**TARTALOMJEGYZÉK**

<i>Meskó Attila</i> : Szeizmikus munkaállomások. Áttekintés és bevezető .....	41
<i>Bondár István</i> : Geofizikai munkaállomások felépítése .....	46
<i>Bacsa István—Bondár István—Meskó Attila</i> : Szeizmikus attributumok számítása .....	53
<i>Bacsa István—Bondár István</i> : Sztratigráfiai modellezés .....	75
<i>Pusztai Sándor</i> : Geofizikai adatsorok szegmentálása .....	86

---

**MAGYAR GEOFIZIKA**

Kiadja: Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat Budapest,  
Központ u. 4. 1093 Telefon: 175-200 Levélcím: Budapest, Pf. 97. 1442

Felelős kiadó: DR. VARGA GYÖRGY főigazgató

Terjeszti a MAGYAR POSTA

Előfizethető a Hírlapkézbesítő Hivataloknál és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján,  
1900 Budapest, V., József nádor tér 1., vagy átutalással a 215—96162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Egy szám ára 32,50 Ft. Előfizetés fél évre 97,50 Ft, egy évre 195,— Ft.

Külföldön terjeszti a Kultúra, 1389 Budapest, Pf. 149. és a Magyar Média, 1392 Budapest, Pf. 279.  
86—253.

87.299. Állami Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Mihalek Sándor igazgató

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

**Index: 26 507**

---

*Főszerkesztő: Zelei András*

*Szerkesztőbizottság: Deres János, Kilényi Éva, Meskó Attila, Rádler Béla, Verő József*  
*Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. főemelet 17. Postafiók 240.*

# Szeizmikus munkaállomások Áttekintés és bevezető

MESKÓ ATTILA\*

*A dolgozat célja keretet adni a folyóirat jelen számában olvasható, szeizmikus munkaállomások bizonyos funkcióival foglalkozó további tanulmányok számára.*

*Röviden áttekintjük a munkaállomások felépítését, a fejlődésüket kiváltó igényeket, a jelenlegi állapotot, az elképzelhető fejlesztési irányokat. A szeizmikus munkaállomás elsősorban a szeizmikus értelmezés hasznos eszközének látszik, mely lehetővé teszi az időszelvények sokoldalú analizisét, hatékony szerkezeti értelmezését és az értelmezés ellenőrzését. Elképzelhető a fejlődés olyan foka is, amikor a mesterséges intelligenciára támaszkodva, a képfeldolgozás és mintafelismerés műveleteit is hasznosítva, a sztratifiai értelmezésben is szerepet kap és legalább részben automatikus értelmezést tesz lehetővé.*

*Цель настоящей работы дать вступительный обзор определенных функций интерактивного геофизического вычислительного комплекса (ГВК), которые приведены в последующих статьях этого цикла работ.*

*Кратко рассматриваются структура ГВК, требования предъявляемые к их развитию, современное состояние, основные направления развития. ГВК в первую очередь представляется полезным орудием интерпретации сейсморазведочных данных, который дает возможным многосторонне анализировать временные разрезы, эффективно интерпретировать структуры и проводить контроль интерпретации.*

*Можно представить развитие ГВК на такой стадии, когда, опираясь на профессиональную интеллигенцию, используя в сейсмостратиграфической интерпретации операции обработки изображений и опознавания картины, развитие получит по крайней мере частично автоматизированная интерпретация.*

*The goal of the author is to set in frame the following papers dealing with the various functions of the seismic workstations.*

*The configuration of the workstations, the demands producing their development, the state-of-the-art and the possible directions of the further developments are reviewed. In the first place the seismic workstations seem to be a useful tool of the seismic interpretation, making possible manysided analysis of the seismic section, an effective structural interpretation and the control of the interpretation. A level of the development can be imagined when supporting by artificial intelligence, utilizing the methods of the image processing and pattern recognition, the stratigraphic interpretation also plays an important role and it makes possible a semi-automatic interpretation.*

## Bevezetés

Az elmúlt néhány évben gyorsan növekedett a geofizikai munkaállomások száma. Döntő többségük a szeizmikus értelmezés céljait szolgálja. Nagyobb teljesítőképességű munkaállomások módot adnak mélyfúrési geofizikai adatok, geológiai ismeretek, esetleg gravitációs és mágneses adatok feldolgozására és értelmezésére is. A munkaállomás koncepció más tudományos és műszaki alkalmazásokban is bevált; a geofizika – hagyományaihoz híven – újból az elsők között volt az új számítástechnikai eszköz bevezetésében. Szakértők szerint a munkaállomás ugyanolyan forradalmi változásokat jelent a geofizikai adatok értelmezésében, mint amilyen a digitális regisztrálás és a számítógépek alkalmazása volt a geofizikai adatok feldolgozásában.

\* ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest

A munkaállomás interaktív feldolgozást, értelmezést és modellezést biztosító, könnyen működtethető számítógépes rendszer. Felépítése és programrendszere miatt kezelését az átlagos felhasználó néhány óra (néhány nap) alatt elsajátíthatja. Központi egysége kellően gyors, de kisméretű számítógép. A munkaállomások általában rendelkeznek grafikus képernyő megjelenítési lehetőséggel, háttér tárolóval vagy hozzáférési lehetőséggel nagy számítógép tárolóihoz, térképek, szelvények rajzolására szolgáló plotterrel és egyéb, a vezérlést megkönnyítő segédberendezésekkel. A képernyők közül egy rendszerint nagyfelbontású, színes, grafikus képernyő. A nagy felbontás lehetővé teszi  $512 \times 512$ , esetleg  $1024 \times 1024$ , vagy több képpont (pixel) gyors színezését. Az előállított kép szeizmikus időszelvény vagy annak átalakított változata. Ezen a kiértékelő különböző műveleteket végezhet. A képet, megkülönböztetendő a permanens regisztrátumoktól, gyakran *softcopy*-nak nevezik. A kiértékelő által már kellően feldolgozott, megőrzésre érdemes képről *hardcopy* egység készít papírképet. A második képernyő – melynek nem kell színesnek lennie – rendszerint vonalas és szöveges információk megjelenítésére szolgál. Ez tájékoztatja a kiértékelőt arról, hogy éppen melyik vonal képével dolgozik, milyen más információkat hasznosíthat, pl. milyen fúrások vannak a területen és ezekben milyen méréseket végeztek stb. Néhány esetben a számítógéphez egy harmadik, kisebb méretű képernyő is csatlakozik, melyen kizárólag a számítógép működésével kapcsolatos üzenetek jelennek meg. A szeizmikus munkaállomások felépítésével részletesen foglalkozik *Bondár I.* jelen számban olvasható dolgozata.

Hatékony munkaállomáshoz igen gyors gépre és a képek gyors kezelhetőségére van szükség. A munkaállomások létrehozásának gondolatát éppen a méretek csökkenése, a viszonylag olcsó hardware teljesítőképességének gyors növekedése teremtette meg. A személyi számítógépek megjelenése és robbanásszerű elterjedése már az 1980-as évek elején sejtette, hogy a mikrogépes konfigurációk számos műszaki és tudományos feladat megoldásában lényeges szerepet fognak kapni, akár önállóan, akár nagyobb számítógépekkel összekapcsolt üzemmódban.

Az 1980-as évek közepén a munkaállomások fejlesztése hazánkban is aktuális feladat. Még akkor is lényegesnek érezzük, ha a földtani kutatás az első néhány munkaállomás felállítását vásárlás útján fogja megoldani. Az előzetes tapasztalatok segíthetnek a lehető legjobb konfiguráció kiválasztásában, az üzembe helyezésben és a későbbi önálló fejlesztésben. Ebből kiindulva 1985 végén, kísérleti jelleggel megkezdtük az *IBM-PC-XT* típusú számítógépre alapozott geofizikai munkaállomás software fejlesztését. Célunk egyelőre tapasztalatok szerzése; annak felmérése: milyen lehetőségeket nyújthat a munkaállomás a kiértékelő számára, milyen algoritmusok valósíthatók meg ezen a viszonylag kis sebességű mikrogépen és a jövőben milyen feladatok elvégzésére vállalkozhatunk. Képet alkothatunk arról a minimális hardware-ről, mellyel ipari méretű 2D szeizmikus értelmezés is megvalósítható.

A Magyar Geofizika jelen számában az eredmények és tapasztalatok egy részéről számolunk be.

### A szeizmikus munkaállomások jövője

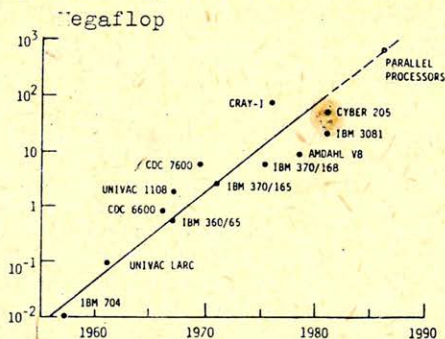
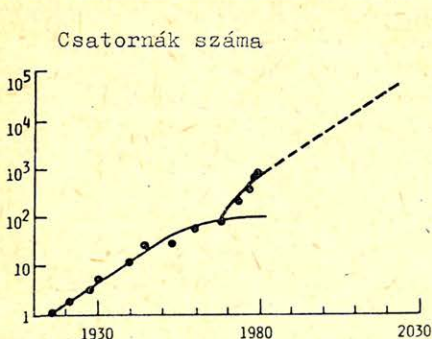
Bár a jelenleg működő geofizikai munkaállomások száma és a szám gyors növekedése eléggé meggyőző bizonyítéka a koncepció hasznosságának, érdemes külön is kitérni a szeizmika várható fejlődésére, ezen belül a munkaállomások elképzelt szerepére. Vezérfonalunk ebben *Hewitt, 1983* összeállítása. Hewitt a

technológiai fejlődés várható eseményeinek valószínűségét több vezető szakember előrejelzésének összegzésével próbálta megállapítani. Összesen 56 technológiai eseményt vizsgált, ezek a geofizika jövőbeli adatszerzési, feldolgozási és értelmezési módszereire egyaránt kiterjedtek.

A munkaállomásokkal csak közvetett kapcsolatban van az idézett szerző két ábrája, mégis érdemesnek tartjuk megismételni, mert a felvevők számának és a feldolgozásban alkalmazott számítógépek sebességének növekedése érzékelteti a kutatás egészének gyors fejlődését: 1. ábra. Az ábra baloldala az egyszerre regisztrált (egy forráshoz tartozó) csatornák számának növekedését mutatja be, extrapolálva a jövőre. Az ábra jobboldala a számítógépek sebességének növekedését illusztrálja néhány tipikus, a maga idejében leggyorsabb számítógép adatának feltüntetésével. A függőleges tengely Megaflop (= 1 millió lebegőpontos művelet másodpercenként) egységben skálázott. Az egyenes a szeizmikus feldolgozás igényeinek növekedését érzékelteti. A függőleges tengely skálázása logaritmikus – a szeizmika igényei exponenciálisan növekedtek és már 1980-ban meghaladták az akkor elérhető leggyorsabb számítógépek teljesítőképességét. Számos műveletet ismerünk, amely kutatási szinten bevált, gyakorlati bevezetése kívánatos, de mégsem valószínűsíthető meg a jelenleg még elfogadhatatlanul nagy gépidő miatt.

A számítógép igény növekedése természetesen összefügg a felvevők számának növekedésével. Egy nagyságrenddel több adat azonos minőségű feldolgozásához legalább egy nagyságrenddel gyorsabb gépre van szükség. De a nagytömegű adat olyan új statisztikus feldolgozási módszerek lehetőségét is megteremti, az adatok olyan új kombinációkban is szerepelhetnek, olyan változatos módon jeleníthetők meg, ami csaknem két nagyságrend sebességnövelést is indokoltá tesz.

A munkaállomások szerepe az előfeldolgozás után kezdődik. Korrekciók, bizonyos statisztikus analízisek, összegzés, különböző jel/zaj arányt növelő műveletek után az eredeti adattömegnél jóval kisebb, de a hagyományos módon már nem kezelhető adat vár értelmezésre. A munkaállomás funkciója ennek, a földtani kutatás számára döntő fázisnak a segítése. Jelenleg (1986) a munkaállomások a szerkezeti értelmezést segítik, lehetőséget adnak gyors, interaktív módon



Geo 86/23-1

1. ábra

Puc. 1

Fig. 1.

javítható, modellekkel ellenőrizhető horizontok és törések kijelölésére, szelvények rendszerének értelmezésére, térképek készítésére, a 3D szeizmikus adatok változatos megjelenítésére és értelmezésére.

Kísérletek folynak a sztratigráfiai egységek automatikus vagy félautomatikus elkülönítésére. Nyilvánvaló, hogy a majdan megvalósuló rendszerek lényeges eleme lesz a képfeldolgozás és mintafelismerés alegységeken kívül a mesterséges intelligencia (szakértői tudásbázis) is (Meskó, 1986).

Az idézett dolgozat (Hewitt, 1983) 51–54. pontjai közvetlenül a munkaállomásokra vonatkoznak, emiatt ezeket részletesebben idézzük az alábbi táblázatban:

Esemény	Megvalósulás:	
	legkorábbi jósolt érték	jósolt értékek mediánja
A szeizmikus értelmezés 25%-át interpretációs munkaállomások végzik .....	1985	1987.5
Színes szeizmikus display (video vagy papír) használat aránya a szeizmikus értelmezésben eléri a 25%-ot .....	1985	1987
A szeizmikus munkaállomások nagy adatbázisokat használnak, melyek geológiai, potenciáltér, termelési és térkép adatokat is tartalmaznak .....	1985	1988
A munkaállomások mesterséges intelligencia programokat is alkalmaznak az értelmezésben .....	1987	1993

Ezekon kívül is több esemény kapcsolódik a munkaállomásokhoz. Például nyilvánvaló a mesterséges intelligencia és automatizált feldolgozás összefüggése. A szakemberek becslése szerint 1987 és 1990 közötti időszakra várható, hogy a számítógépek először analizálni fogják az adatokat, majd eldöntik milyen feldolgozó programokat kell alkalmazni. (A kérdés ebben az esetben is az összes adat 25%-ára vonatkozott). Több szakember véleménye szerint az emberi beavatkozás sohasem lesz kiküszöbölhető. Ennek mértéke azonban kérdéses.

A munkaállomások jövője aligha lehet kétséges. A jövőt, hazánkban is, most kell megalapozni. Különösebb késésben nem vagyunk, de intenzív tudományos kutatómunka és műszaki fejlesztés szükséges ahhoz, hogy ne is maradjunk le.

### Áttekintés a jelenleg működő munkaállomásokról

A gyors fejlődés időszakának velejárója, hogy rendkívül változatos hardware konfigurációk és különböző programrendszerek használatosak. Központi egységként mikrogépek, minigépek és nagy teljesítményű processzorok egyaránt megtalálhatók. Ennek megfelelően a hardware árak is csaknem 2 nagyságrendet fognak át, közel 1 millió dolláros felső határral. Számunkra csupán a mikrogépek elérhetők, emiatt a továbbiakban csak azokkal foglalkozunk. Megjegyzendő, hogy 3D szeizmikus értelmezést kizárólag nagy teljesítményű gépekkel végeznek. A mikrogép (IBM PC, Micro VAX) mint feltétel, a megvalósítható célt a 2D értelmezésre korlátozza.

A mikrogépek operációs rendszere *MSDOS* vagy *DOS UNIX*, a programok forrásnyelve *Fortran*, *Pascal* vagy *C*. Az árak kiépítéstől függően a néhányszor 10 ezer dollár tartományba esnek. A software ára a hardware áránál rendszerint nagyobb. Valamennyi munkaállomás rendelkezik digitalizáló táblával, grafikus képernyővel, hajlékony és merev lemez memóriával, nyomtatóval, nagy részük színes monitorral, plotterrel és mágnesszalag egységgel.

A munkaállomások rendszerint képesek szintetikus szeizmogram előállítására, 2D sztratifráfiai és szerkezeti modellezésre, spektrumanalízisre. Nagy részük 2D értelmezést, időszelvények analízisét, szeizmikus attribútumok számítását is meg tudja valósítani. Néhány munkaállomással *VSP* feldolgozást, gravitációs modellezést, forrás- és felvevőcsoportok átviteli függvényeinek meghatározását is el lehet végezni. Elképzelhető további funkciók: szeizmikus inverzió, refrakciós feldolgozás, mélyfúrású geofizikai adatok analízise.

A vázlatos áttekintést *Smith et al.*, 1985 szeptemberében készített felmérésére alapoztam. Az 1986. évi hasonló felmérés (*Jay*, 1986) az automatizált térkép rajzolást, nem vertikális törésvonalak helyes térképezését és a komplex szeizmikus értelmezést hangsúlyozta. A felmérés kiértékelése még nem áll rendelkezésre, de a fejlődési irány érzékelhető. Igény a kutatás számára lényeges horizontok és törésvonalak automatikus vagy félautomatikus kijelölése a szeizmikus szelvények rendszerén, a kapott adatok ellenőrzése, majd fúróluk adatok bevonásával, az interaktív javítás lehetőségével időtérképek és azokból mélység-térképek készítése.

A jelen számban közölt valamennyi dolgozat a szeizmikus munkaállomáshoz kapcsolódik. *Bacsa I.* és *Bondár I.* dolgozata a sztratifráfiai modellezésre mutat be példákat. Az egyik példához a sebességadatokat *Szulyovszki I.* bocsátotta rendelkezésre. Egy másik, több szerzős dolgozatunkban a szeizmikus attribútumok meghatározásáról és megjelenítési lehetőségeiről számolunk be. Végül *Pusztai S.* dolgozata egy általánosabban alkalmazható művelettel, az idősorok szegmentálásával foglalkozik. Ennek szerepe lehet mind modellszámítások előkészítésében, amikor az akusztikus impedanciasorozatot közelítjük lépcsős függvénnyel; mind a szeizmikus csatornák és (vagy) attribútumcsatornák részekre osztásában.

A csatornák közötti műveletekről és a különböző statisztikus módszerek (diszkriminancia analízis, klaszter analízis) alkalmazásáról egy más helyen fogunk beszámolni.

A vizsgálatok elvégzését a *Geofizikai Kutató Vállalat* támogatása tette lehetővé. Köszönöm továbbá *Rumpler János*, *Szulyovszki Imre* és *Zelei András* személyes tapasztalatokon alapuló, vagy irodalmi információit: melyek jelentősen segítettek abban, hogy a szeizmikus munkaállomások jelenlegi alkalmazásáról, fejlődéséről remélhetőleg korrekt képet adjak.

#### IRODALOM

- Hewitt, M. R.*, 1983: Delphi Survey Geophysics: The Leading edge of exploration 18–31.  
*Leonard, E. J.*, 1986: Special C.E.E.D. II Preview: The event and the problem sets. Geobyte, Fall '86: 14–20.  
*Mesko A.*, 1986: Experiments and preliminary results in the automatic identification of stratigraphic units Proceedings of the 31th International Geophysical Symp. (Gdansk): 156–164.  
*Smith, T. L., J. D. Stevens, R. Archer, R. Haupt és V. Cowart*: Report of C. E. E. D. I: A comparison, evaluation, exhibition and demonstration of geophysical workstations. Geobyte, Winter '85: 1–15.



# Geofizikai munkaállomások felépítése

BONDÁR ISTVÁN\*

*A hagyományos geofizikai-geológiai értelmezési módszerek már nem képesek lépést tartani a mérések által szolgáltatott adattömeggel. A nagy teljesítményű asztali számítógépek megjelenése az értelmezésben is új távlatokat nyitott. Munkaállomások, illetve munkaállomás-hálózatok kiépítésével az interpretációs munka jóval hatékonyabbá tehető, sőt részben automatizálható.*

*A dolgozatban a munkaállomások általános felépítésével foglalkozunk.*

*Традиционные геофизическо-геологические средства интерпретации уже не могут удовлетворять массе полученных из измерений. С появлением высокопроизводительных настольных ЭВМ перед интерпретаторами открылись новые возможности. С созданием интерактивного геофизического вычислительного комплекса и его сети работа интерпретатора станет более продуктивной и даже частично автоматизированной.*

*В работе рассмотрена структура геофизического вычислительного комплекса.*

*The conventional geophysical-geological interpretation methods are not able to keep up with the measured data volume anymore.*

*The development of the performance desk top computers has created new perspectives in the interpretation too. Workstations and workstation systems can be used to make the interpretation much more effective and automatic in some degree.*

*The author deals with the general configuration of the workstations.*

## Bevezetés

A geofizikai kutatás történetében az új adathordozók megjelenése (áttérés a papírregisztrátumokról az analóg, majd később a digitális mágnesszalagokra) mindig látványos fejlődést eredményezett. Ez először rendre a szeizmikában volt tapasztalható, majd fokozatosan áttért a geofizika többi ágára is. Megváltoztak a mérési technikák és a feldolgozási módszerek, melynek egyenes következménye volt, hogy a kutatási tevékenység által szolgáltatott adattömeg drámaian megnövekedett. Napjainkban egy-egy terepi szeizmikus csoport napi tevékenysége során beszerzett információ mennyiség Megabyteokban mérhető.

Sajátos módon azonban sem az analóg, sem a digitális forradalom nem érintette a szeizmikus interpretáció módszereit. Az értelmezés ma is manuálisan folyik. Ugyanez vonatkozik a kutatási eredmények tárolására és nyilvántartására is, mely még hagyományos módon, jelentések és dokumentációk formájában történik.

Az optikai diszkek és a nagy teljesítményű miniszámítógépek általános elterjedésével bekövetkező újabb fejlődés valószínűleg ezt a két területet érinti majd legerősebben.

A hagyományos nyilvántartási rendszereket felváltják a gyors hozzáférésű, minden kutatási eredményt magukba foglaló számítógépes adatbázisok, melyek egyaránt tárolnak grafikus és szöveges információkat.

Elterjednek az olyan speciálisan geofizikai orientáltságú munkaállomások (workstation), ill. szakértői rendszerek (expert system) amelyek a grafikus adatbázisban tárolt adatok interaktív értelmezését teszik lehetővé.

\* MTA SZTAKI, Budapest

Ezen interaktív grafikus rendszerek nagymértékben támaszkodnak a mesterséges intelligenciakutatás eredményeire, kiterjedten alkalmazzák a különböző képfeldolgozási és alakfelismerési módszereket, képesek a nagy tömegű geofizikai és geológiai adat kezelésére és azok grafikus megjelenítésére mind softcopy, mind hardcopy formájában. A fentiek értelmében rendkívül hatékony eszközt jelentenek az adott kutatási területről alkotott végső geológiai kép kialakításához és annak ellenőrzéséhez az értelmezést végző szakember kezében.

## Grafikus adatbáziskezelő rendszer

### 1. Grafikus adatbázis

Mielőtt rátérnénk az adatbáziskezelő rendszer leírására, tekintsük át az adatok útját a terepi mérési tevékenységtől kezdve egészen az adatbázisba való kerülésükig (1. táblázat).

1. táblázat Таблица 1. Table 1.

Kutatási tevékenység	Források	Feldolgozás	Tárolt adatok
szeizmikus kutatás mélyfúrásos kutatás – elektromos – akusztikus szelvények – nukleáris – sebesség – magminták gravitációs kutatás mágneses kutatás elektromos és magneto- tellerikus kutatás geológia geodézia távérzékelés	nyers, analóg ill. digitális adatok  tárolás – mágnesszalag – térkép – táblázat – grafikon formájában	feldolgozás és előzetes interpretáció szakáganként  közbülső vagy végső grafikus termékek	feldolgozásból származó digitális adatok, földrajzi helyzetre vonatkoztatva  hozzáférés interaktív állomásokon keresztül, értelmezés

A kutatási tevékenységek közül a legnagyobb tömegű adatot a szeizmika szolgáltatja, s ez az adattömeg az új szeizmikus eszközök és eljárások, valamint a háromdimenziós technika bevezetésével a többszörösére nőhet. Mindazonáltal a többi kutatási tevékenység sem marad el jelentőségben a szeizmikától. A mélyfúrásos kutatás pl. a legközvetlenebb adatokat szolgáltatja a mélybeni állapotokról és nem utolsósorban alapvető összehasonlításul szolgál a más úton nyert adatok túlnyomó többsége számára.

E tevékenység során beszerzett nyers, analóg, ill. digitális adatokat szakterületenként, illetve mérésenként változó formában – mágnesszalagon, térképeken, táblázatokban, grafikonokon, filmekben és szelvényeken – tárolják a későbbi feldolgozás céljára.

A nyers mérési adatok feldolgozása egymástól függetlenül, szakáganként történik. Ebben a lépésben már az adatok előzetes interpretációját is elvégzik, annak érdekében, hogy még tovább csökkentsék az adatbázisban tárolásra kerülő adatok mennyiségét. Ezt az előzetes értelmezést a későbbiek során további értelmezés követi, már az adatbázisban tárolt, más szakterületek által szolgáltatott információk felhasználásával.

A feldolgozás és előzetes interpretáció során nyert adatok kerülnek be végre a grafikus adatbázisba. Az adatokat digitális formában, mágneses vagy optikai adathordozókon tárolják, s az egyes területekről származó adatokra földrajzi helyzetük szerint hivatkoznak. A földrajzi koordináták szerinti elérés teszi lehetővé a kiválasztott területre vonatkozó, különböző kutatási tevékenységekből származó információk összegyűjtését: és így azok komplex értelmezését.

Az adatokhoz való hozzáférés munkaállomásokon — szakirodalomban elterjedt elnevezés szerint: workstation — keresztül történik, ahol az információk egy része grafikusan, más részük szöveges formában jeleníthető meg. A felhasználó ezeken további műveleteket végezhet, és az eredményeket szintén tárolhatja — akár grafikus, akár szöveges formában — az adatbázisban.

## 2. Adatbáziskezelő rendszer

Egy hatékony adatbáziskezelő rendszer létrehozásához elengedhetetlen a megfelelő hardware, software és display eszközök kiválasztása, illetve beszerzése. Mégis, a rendszer alapját az képezi, hogy milyen séma szerint tároljuk az adatokat, azaz milyen az adatbázis felépítése.

Szigorú követelmény, hogy az adatbázisban tárolt információk a legkülönbözőbb módokon hozzáférhetőek legyenek, vagyis az adatbáziskezelő rendszer a lehető leggyorsabban keresse ki és jelenítse meg az adatok tetszőleges osztályát vagy típusát, természetesen a felhasználó által kívánt formában. A felhasználók pedig sokkal inkább térképek és grafikonok formájában kérik az output adatokat, mintsem szövegesen vagy táblázatosan.

További lényeges elvárás, hogy a felhasználók interaktív kapcsolatot létesíthessenek az adatbáziskezelő rendszerrel, az adatok módosítása, szerkesztése, különböző értelmezési és feldolgozási műveletek elvégzése érdekében. Az egyes interaktív műveletek meglehetősen nagy adatkészletet érintenek, és kézenfekvő elvárás az is, hogy a végrehajtott műveletek eredményét vizuálisan is ellenőrizni tudják.

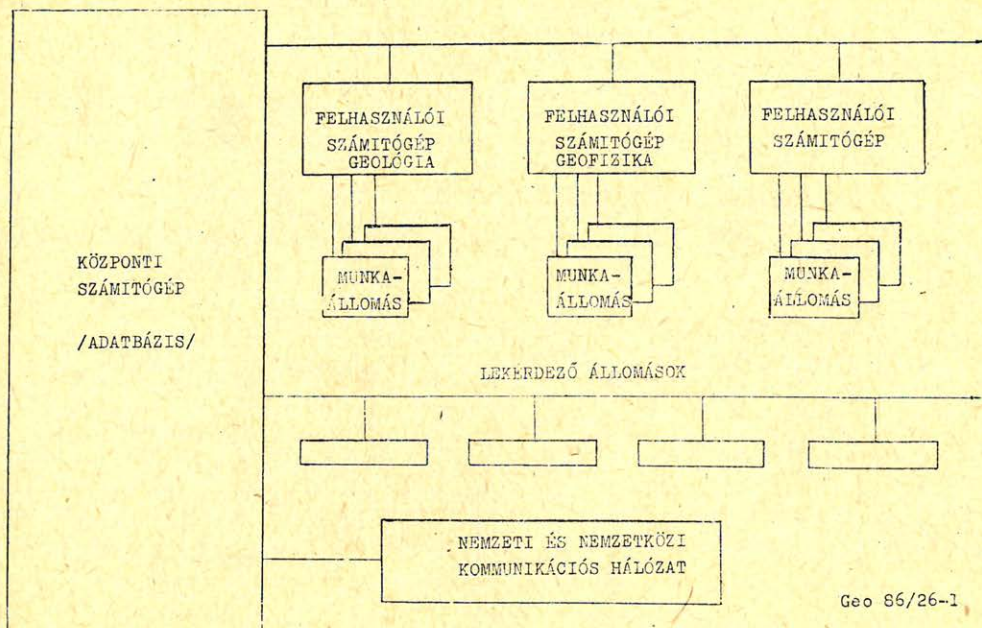
A fenti elvárásokat csak egy struktúrált adatbázisra épülő, megfelelő hardware és grafikus eszközökkel felszerelt magasszintű software-rel ellátott interaktív adatbáziskezelő rendszer képes kielégíteni.

## 3. Hardware

Egy ideális kiépítettségű adatbáziskezelő rendszer az 1. ábrán látható hardware konfigurációra épül. Megjegyezzük, hogy a rendszer kevésbé teljes kiépítettségben is működőképes, sőt az egyes felhasználói centrumok a nagy számítógéptől függetlenül, önállóan is működtethetők. Ugyanezek a centrumok a lekérdező állomások szerepét is betölthetik.

A nagy teljesítményű központi számítógép tárolja az adatbázist, végzi a nagyobb méretű és memóriagényű számításokat és tartja a kapcsolatot az egyes felhasználói állomásokkal. Tekintettel az adatbázis méreteire és az adatkezelő rendszerrel szemben támasztott elvárásokra, a fenti célokra a rendelkezésre álló lehető legnagyobb teljesítményű skalár, ill. vektorszámítógépet kívánatos alkalmazni.

Az adatok tárolása mágnesszalagokon, mágneses, vagy optikai diszkeken történik. Összehasonlításként közöljük, hogy egy 14 inch-es optikai diszk 2000 Megabyte-nyi információt képes tárolni, ami hozzávetőlegesen hét, egyenként 300 Megabyte-os mágneslemez tárolókapacitásával egyenlő.



Geo 86/26-1

1. ábra

Рис. 1.

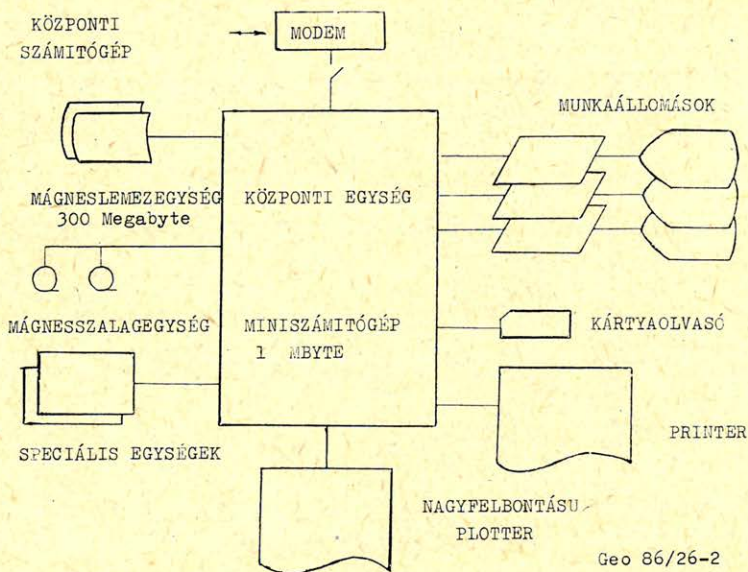
Fig. 1.

A központi számítógéphez a kommunikációs táblázaton keresztül kapcsolódnak az egyes szakterületekhez kötődő szervezeti egységeknél elhelyezett felhasználói miniszámítógépek, melyeken – a hozzájuk kapcsolódó munkaállomásokon keresztül – az adatok feldolgozása és értelmezése, az input-output műveletek elvégzése, azaz az új adatok és a kapott eredmények adatbázisba való beépítése és a végső dokumentációk elkészítése történik (2. ábra).

A miniszámítógép központi memóriája legalább 1 MByte, az adatokon végzett műveletek gyors elvégzése érdekében. Minthogy a felhasználók munkafájleit is itt kell tárolni, a számítógép legalább 300 Megabyte háttérmemóriával kell hogy rendelkezzen. Továbbá hozzákapcsolódó egységek még a mágnesszalag-egység, a nagyfelbontású plotter, mely a végeredményül kapott térképek nyomtatását végzi, printer és a munkaállomások. Ezenkívül az egyes osztályok igényeihez kapcsolódó eszközök – mint pl. a karotázs, ill. szeizmikus szelvényeket megjelenítő speciális plotterek, A/D konverter stb. – is a miniszámítógépekhez kiszolgálását képes ellátni.

A munkaállomások olyan grafikus rendszerek, melyek az adatok grafikus megjelenítését és az azokon való interaktív munkát biztosítják. A katódsugárcsővön megjelenő képeket softcopy-nak nevezik, megkülönböztetésül a hardcopy-val szemben, mely a képernyő tartalmának papírra történő másolását jelenti plotter vagy grafikus printer segítségével, elsősorban dokumentációs célokból.

Egy grafikus munkaállomás egy vagy több grafikus képernyőből, digitális táblából és egy alfanumerikus display-ből áll. A grafikus képernyővel való



2. ábra

Рис. 2.

Fig. 2.

interakció a képernyőn levő szálkereszt, ill. kurzor mozgatásával, vagy pedig közvetlenül, egy fényceruza képernyőhöz való érintésével lehetséges. A vezérlő utasítások az ún. menüről választhatók ki a kurzor segítségével, vagy a billentyűzetről gépelhetők be. A rendszerhez kapcsolódó plotteren, ill. grafikus printeren készíthetők el a szükséges hardcopy-k.

A katódsugárcsőeknek két fő típusa használatos: a vektor, ill. raszter display. Bár az utóbbi években kifejlesztett eszközök (vektor-raszter kombinációjú katódsugárcsővek, folyadékkristályos képernyők, valódi 3-dimenziós képet adó eszközök) elterjedtsége még elhanyagolható, mégsem kizárt, hogy ezek némelyike a jövőben a hagyományos katódsugárcsőes képernyők helyébe lép.

A grafikus képernyők maguk is rendelkeznek memóriával, így egyszerre több képet képesek tárolni. A megjeleníthető képpontok száma általában  $1024 \times 1024$ , vagy még ennél is több.

A munkaállomások lehetővé teszik az adatok színes megjelenítését, általában 16, illetve 256 színben. A felhasználó által használt színek egy, az egyszerre megjeleníthetőnél jóval több szint (256, ill. 4096) tartalmazó palettáról választhatók ki, interaktívan. A színek, illetve színárnyalatok megfelelő választásával a szelvényen megjelenő egyes szerkezeti, ill. sztratiográfiai egységek jól kiemelhetők.

A központi számítógéphez csatolt lekérdező állomásokon keresztül az adatbázisban tárolt adatok lehívhatók, azonban az így lekért adatokon semmiféle művelet sem végezhető.

Végül, a központi számítógépen keresztül kapcsolat létesíthető más adatbázisokkal a nemzeti, ill. nemzetközi hálózatban telefonvonalakon és műholdállomásokon keresztül.

## Összefoglaló

A dolgozatban megadtuk a grafikus adatbázis kezelő rendszer általános leírását.

A fenti típusú grafikus rendszerek széles körű elterjedése a fejlett országokban az évtized végére várható. Már működő állomásokkal kapcsolatos szakirodalmi közlések szerint a befektetés költségei 2–3 éven belül megtérülnek, ugyanakkor, elterjedésükkel párhuzamosan árak is várhatóan csökkenni fog.

Egy ilyen grafikus rendszer adottságainál fogva az adatok jóval részletesebb és pontosabb interpretációját teszi lehetővé, a hagyományos módszerekkel végzett értelmezés idejének tört része alatt. Ezzel az értelmezési munka hatékonysága többszörösére növelhető.

Hangsúlyozzuk azonban, hogy a fenti grafikus rendszerek nem helyettesítik magát az értelmező szakembert, csupán hatékony eszközt nyújtanak az interpretátor által felállított geológiai modellek ellenőrzéséhez, illetve módosításához.

### IRODALOM

- Aronoff, S., Hawlins, D.: Image Processing for Data Integration in Mineral and Petroleum Exploration IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls
- Artificial Intelligence Active in Texpert. Teknica Resource Development Ltd., Teknica Newsletters No.8., 1985.
- Campbell, W. J., Roelofs, L. H.: Artificial Intelligence Applications Concepts for the Remote Sensing and Earth Science Community. IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls.
- Cole, R. A., Nelson, H. R.: Interactive Computer Graphics and Interpretation of Three-Dimensional Seismic Surveys. SEG 54. Meeting, Atlanta, 1984.
- Cressy, P. J., Estes, J. E.: Pilot Land Data System IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls.
- Denham, L. R.: Expert Systems in Seismic Exploration SEG 54. Meeting, 1984, Atlanta.
- Fuller, R. M., Herman, A. J., Cornish, B. P., Rodgers, D. A., Fentem, R. L.: An Interactive Interpretive System. SEG 54. Meeting, 1984, Atlanta.
- Gerhardstein, A. C., Brown, A. R.: Interactive Interpretation of Seismic Data. Geophysics, Vol. 49, No. 4. (April 1984).
- Godfrey, L. M., Agarwal, D. K., Weaver, R. R., Wisler, C. C.: User Application of Interactive Terminal Interpretation. SEG. 54. Meeting, 1984, Atlanta.
- Jain, K. C., de Figueiredo, R. J. P. (editors): Concepts and Techniques in Oil and Gas Exploration Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma, 1982.
- Marble, D. F.: Geographic Information Systems: An Overview IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls.
- Müller, B. M., Domartz, M. A.: The Application of Spatial Information Technology to Petroleum Resource Assessment Analysis. IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls.
- Nelson, H. Roice: New Technologies in Exploration Geophysics, 1983. Gulf Publishing Co., Houston.
- Ottolini, R., Sword, Ch., Claerbout, J. F.: On-line Movies of Reflection Seismic Data with Description of a Movie Machine. Geophysics, Vol. 49, No. 2. (February 1984).
- Ritter, P. R., Kaugars, A., Travlos, A. J.: Design of Computer Software for Geographic Image Processing IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls.
- Saxton, J. E., Meister, L. J., Stewart, C. D.: Sidis: A 2–D Interactive Interpretation System. SEG 54. Meeting, 1984, Atlanta.
- Sturdevant, J. A., Klechner, R. L.: Spatial Analysis Requirements for a Federal Mineral Land Information System. IEEE Pecora IX. Symposium, 1984, Sioux Falls.
- Technical Programme and Abstract of Papers EAEG 47 th Meeting, Budapest, 1985.
- Teknica Launches New Exploration Software Program Teknica Resource Development Ltd., Teknica Newsletters No. 4., 1984.
- Végezetül megemlítjük néhány működő munkaállomás prospektusát:
- The Scitex Response – 800. Scitex Corporation Ltd., Publication No. F85.
- INTERPRET: Interactive Interpretation Workstation for 2–D and 3–D Seismic Surveys. CGG Technical Series No 545., 1986.
- COMSEIS: Computer-Aided Seismic Interpretation System Prakla-Seismos Information No. 45.
- CRYSTAL Interpretation System. Western Geophysical, 1985.

# Könyvismertetés

**Rolf Meissner:** *The Continental Crust. A Geophysical Approach.* – *International Geophysics Series Volume 34.*, pp. 426, Academic Press, 1986.

A könyv összegezett és kiegyensúlyozott képet óhajt nyújtani a kontinentális kéregre vonatkozó jelenlegi ismereteinkről. Ez szerzőnek teljes mértékben sikerült. Bár a szeizmika a legfontosabb használt módszere, nem marad meg a szeizmikus kéregkutatások tárgykörében, hanem átfogóan tárgyalja a kéregkutatás minden fontos aspektusát: a gravitációs, szeizmológiai, geoelektromos, földmágneses, geomechanikai és geotermikus aspektusokat is. Külön fejezet foglalkozik a kéregkutatás laboratóriumi kísérleteivel, valamint a kéreg összetételére vonatkozó kutatások eredményeivel.

A könyv fejezetei:

1. Bevezetés: Kéreg, köpeny, litoszféra, asztenoszféra
2. A kéreg mint a bolygók differenciációs folyamatának terméke
3. A földkéreg fizikai tulajdonságai
4. A laboratóriumi kísérletek eredményei
5. A kontinentális kéreg összetétele
6. Az egyes földtani provinciák kéregszerkezete
7. A kontinentális kéreg fejlődése.

Rolf Meissner hosszú ideje a kéregkutatás világszerte elismert tekintélye. E briliáns könyvével feltette a koronát eddigi eredményeire.

A könyv bőven idézi és használja a magyar kéregkutatók eredményeit (Ádám, Horwáth, Horwarth, Stegena, Galfi, Doevényi, Posgay, Albu, Petrovics, Ráner, Geozy). Ez külön öröm, mégha a magyar nevek néha ki is fogtak a nyomdászton. Kiváló munka.

*Stegena Lajos*

## Szeizmikus attributumok számítása

BACSA ISTVÁN\* – BONDÁR ISTVÁN\* – MESKÓ ATTILA\*\*

*A szeizmikus attributumok: pillanatnyi reflexió erősség, pillanatnyi fázis, súlyozott átlagos frekvencia és látszólagos polaritás. Az attributumokat a komplex szeizmikus csatornából vezeték le, melynek valós részét a mért csatorna, képzetes részét annak Hilbert-transzformáltja adja. A dolgozat képleteket ad a mennyiségek digitális számítására, hangsúlyozva a megfelelő simítás szerepét. A szelvények utolsó, megjelenítés előtti javítására a kétváltozós mediánszűrést javasolja. Röviden ismerteti az attributumok szerepét az értelmezésben. Végül sztratigráfiai modelleken illusztrálja az attributum szelvények felhasználását.*

*Сейсмические характеристики: интенсивность мгновенных отражений, мгновенная фаза, средне взвешенная частота и кажущая полярность. Характеристики получены из комплексного сейсмического канала, из которого действительная часть — измеряемый канал, комплексная часть — его преобразование Гильберта. В работе даны формулы для цифрового расчета количественных характеристик, подчеркивается роль сглаживания.*

*The seismic attributes are as follows: instantaneous reflexion amplitude, instantaneous phase, weighted average frequency and apparent polarity. The attributes can be derived from the complex seismic trace. The real part of the complex trace is the measured trace itself, its imaginary part comes from the Hilbert transform of the seismic trace. The paper presents formulas for the numerical calculation of the attributes emphasizing the role of smoothing. The two dimensional median filter is proposed as the last processing step before the visualization. The role of the attributes in the interpretation is reviewed.*

*Finally the application of the attribute sections is illustrated by model examples.*

### Bevezetés

A szeizmikus csatornából számított, jelenleg legtöbbször használt attributumok: a reflexióerősség, fázis, pillanatnyi frekvencia és polaritás. Valamennyi attributum definíciója az analitikus csatorna vagy komplex csatorna bevezetésén alapszik. Ebben *Bracewell, 1965* gondolatmenetét követjük, aki a mért csatornát a komplex jel valós részének tekintette és a képzetes részt Hilbert-transzformációval határozta meg.

A szeizmikában az attributumokat először *Taner és Sheriff, 1977* használta sztratigráfiai kiértékelésben és szénhidrogén detektálásban. Részletes levezetéseket is tartalmaz *Taner, Koehler és Sheriff, 1979* munkája. Az első beszámoló (*Taner, 1976*) óta eltelt évtizedben az attributumok számítása és felhasználása a megfelelő hardware-rel rendelkező geofizikai számítóközpontokban általánossá vált. Az attributumokat színesen jelenítik meg. Ez lehetővé teszi, hogy szükség esetén az eredeti időszelvény valamilyen ábrázolása is megmaradjon. A megfelelő hardware a színes softcopy és hardcopy egység.

A magyar szakemberek is elég gyorsan felismerték az attributumokban rejlő lehetőségeket. Ipari alkalmazásukra eddig a hardware hiánya miatt nem került sor.

\* MTA SZTAKI, Budapest

\*\* ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest



A szeizmikus munkaállomások szolgáltatásai közé tartozik a felsorolt mennyiségek számítása. A számítások elég gyorsan elvégezhetők mikroszámítógéppel, gondot a megjelenítés okoz. A szín bizonyos mértékig helyettesíthető különböző árnyékolással, de ez nem egyenértékű helyettesítés: kevesebb és kevésbé feltűnő különbség kifejezésére alkalmas. Jelen dolgozatban – kényszerűségből – ezt az utat választottuk.

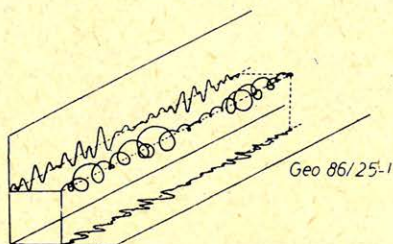
Bár az alapformulák ismeretesek, a valóban jó attributumszelvények előállításához több javításra van szükség. Ezek közül az operátorok változtatását csonkítófüggvényekkel és a mediánszűrést ismertetjük.

### A komplex csatorna és az attributumok

Az analitikus jelet az 1. ábra térgörbéje szemlélteti. Alakja:

$$A(t)e^{i\Phi(t)} \quad (1)$$

melyben  $A(t)$  az amplitúdó,  $\Phi(t)$  a fázis időbeli változását leíró függvény. Feltételezzük, hogy  $A(t)$  lassan,  $\Phi(t)$  közel lineárisan változik. A térgörbe vetülete a vízszintes síkra adja a valós részt, melyet a szeizmikus csatornával azonosítunk.



1. ábra. Az analitikus jel

Рис. 1. Аналитический сигнал

Fig. 1. The analytical signal

A vetület a függőleges síkon az analitikus csatorna képzetes része. Mivel a két vetítési sík egymásra merőleges, a képzetes részt a szakirodalomban gyakran a mért szeizmikus csatornára,  $g(t)$ -re merőleges csatornának nevezik és  $g_{\perp}(t)$ -vel jelölik (Sheriff, Geldart, 1983). Ezekkel a jelölésekkel az (1) így is írható:

$$g_{an}(t) = A(t) \cos 2\pi\Phi(t) + A(t) \sin 2\pi\Phi(t) = g(t) + jg_{\perp}(t). \quad (2)$$

Az  $A(t)$  függvényt gyakran burkolónak vagy – szeizmikus alkalmazásokban – reflexióerősségnek is nevezik. A (2) felírás alapján nyilvánvaló, hogy ha a  $g_{\perp}(t)$  függvényt ismernénk, abból az  $A(t)$  függvényt számíthatnánk:

$$A(t) = [g^2(t) + g_{\perp}^2(t)]^{1/2}. \quad (3)$$

Meghatározható volna a  $\Phi(t)$  fázis is:

$$\Phi(t) = \arctg \frac{g_{\perp}(t)}{g(t)}. \quad (4)$$

A fázis és frekvencia kapcsolata állandó frekvencia esetén:  $\Phi(t) = 2\pi f_0 t$ . Ebből következik, hogy lassan változó frekvencia esetén a frekvenciát célszerű az

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\Phi(t)}{dt} \quad (5)$$

képlettel definiálni.

A (3), (4) és (5) egyenletek az ún. pillanatnyi amplitúdót, fázist, illetve frekvenciát definiálják. Meghatározhatóságuk feltétele, hogy képesek legyünk számitani a  $g_{\perp}(t)$  függvényt. Ismét a (2) egyenletből indulunk ki. Ha  $A(t)$  és  $f(t)$  állandó volna, az eredeti és a mérőleges csatorna:

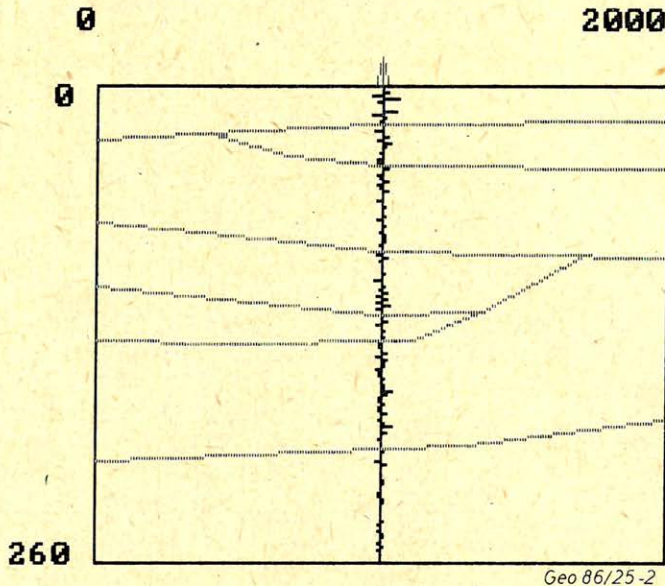
$$g(t) = A_0 \cos 2\pi f_0 t$$

$$g_{\perp}(t) = A_0 \sin 2\pi f_0 t$$

alakúvá egyszerűsödne. Mivel  $\cos 2\pi f_0 t$  Hilbert transzformáltja  $-\sin 2\pi f_0 t$ , a speciális esetben:

$$g_{\perp}(t) = -g_{Hi}(t). \quad (6)$$

A kapcsolat érvényességét általában is feltételezzük és a mérőleges csatornát a mért szeizmikus csatorna Hilbert transzformálásával állítjuk elő. Tudatában kell lennünk, hogy (6) csak közelítés, amely annyira jó, amennyire igaz, hogy az amplitúdó és frekvencia állandó. A szeizmikus gyakorlatban ez szinte soha sem következik be. Nem meglepő emiatt, hogy a pillanatnyi amplitúdót, fázist és frek-



2. ábra. Modell

Рис. 2. Модель

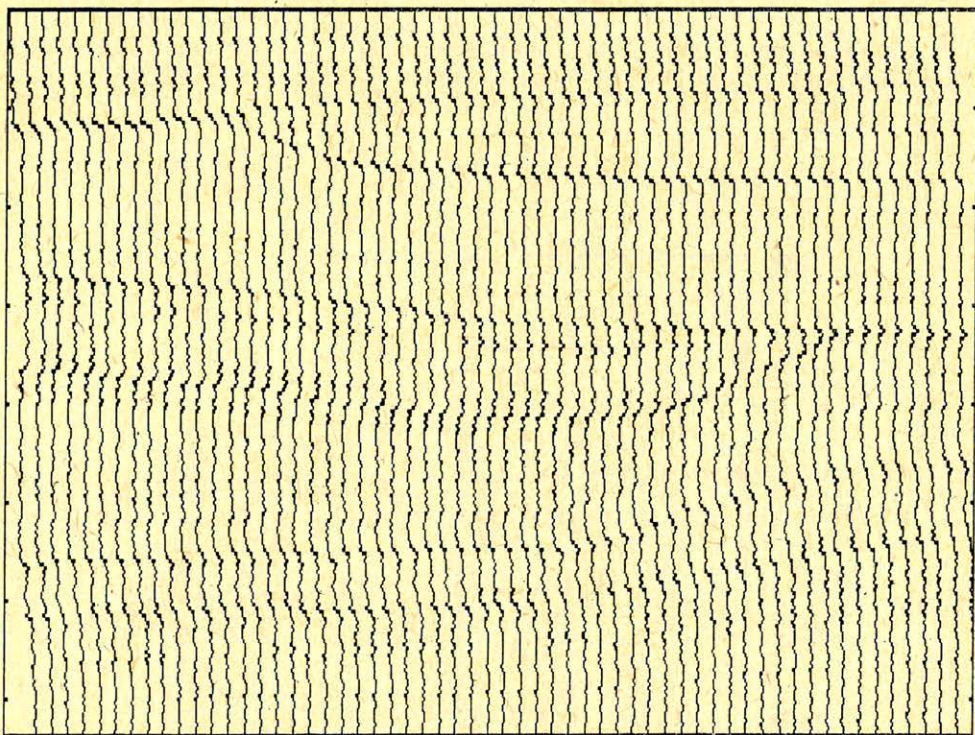
Fig. 2. The model

venciát átlagolással, simítással, vagy más műveletekkel kell értelmezhető, áttekinthető alakra hozni.

A pillanatnyi amplitúdót rendszerint néhány pontos simítószűrővel alakítjuk át, ez adja a már ábrázolható, értelmezhető reflexióerősséget. A fázis esetén hasonló a helyzet. Különös gondot kell fordítani a frekvencia számítására. A fázist a (4) egyenletből kapjuk, emiatt figyelni kell  $g(t)$  és  $g_{\perp}(t)$  előjelét, továbbá az (5) alkalmazása során azt is szem előtt kell tartani, hogy (4) mindig  $0$  és  $2\pi$  közé eső eredményt ad, míg (5) feltételezi, hogy a fázis folytonos. Gondoskodnunk kell arról, hogy a  $2\pi$  határ átlépésekor a deriválás megfelelő eredményt adjon. Másképpen fogalmazva: *folytonossá kell tenni* a számos,  $2\pi$  nagyságú ugrást tartalmazó fázisfüggvényt. Még ha minderről gondoskodunk is, a pillanatnyi frekvencia gyors, rendezetlennek tűnő változásokat is mutat. Gyakran súlyozott átlagolást használunk simább, jobban kiértékelhető frekvenciafüggvény előállítására. A súlyokat a reflexióerősség adja:

$$\hat{f}(t) = \int_{t-T/2}^{t+T/2} A(\tau) f(\tau) d\tau. \quad (7)$$

Az így levezetett frekvenciát a szakirodalomban *súlyozott átlagolt frekvenciának* nevezik.



Geo 86/25-3

3. ábra. Impedancia szelvény

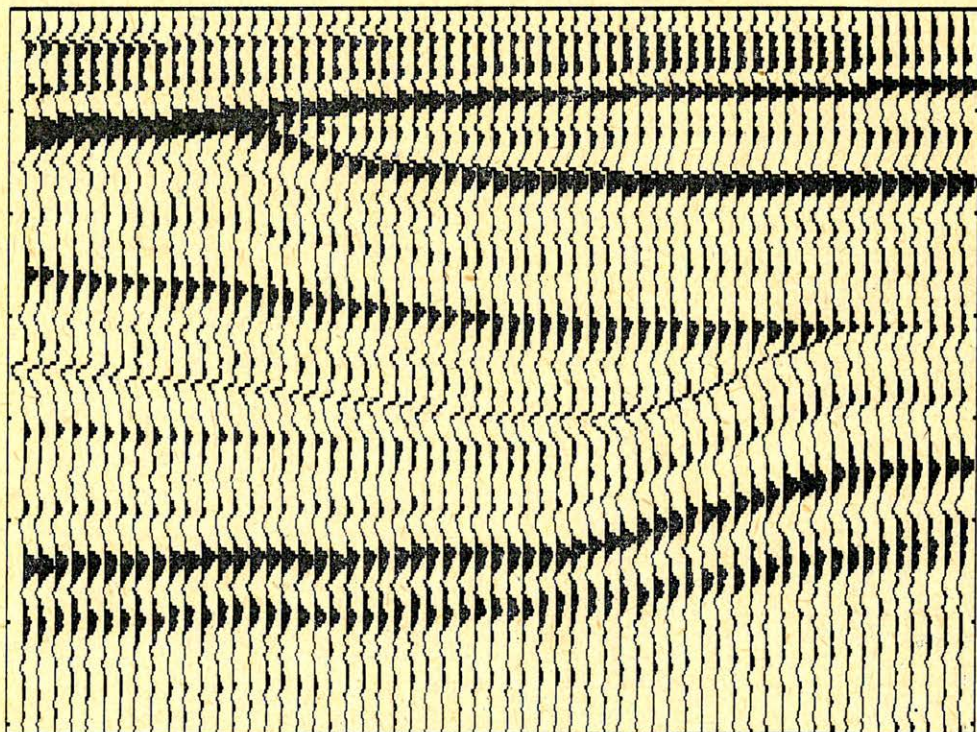
Рис. 3. Импедансный разрез

Fig. 3. The impedance section

A negyedik attributum, a *polaritás* definíciójában az eredeti csatorna és a pillanatnyi amplitúdó vagy reflexióerősség (= simított pillanatnyi amplitúdó) értékei játszanak szerepet. A polaritás az eredeti csatorna előjele azokon a helyeken, ahol a reflexióerősségnek lokális maximuma van. A lokális maximumok közötti helyekre – a legközelebbi lokális minimumig – ezt az előjelet terjesztik ki. A folyamatos átmenetet biztosítja, ha a polaritásnak az előjel mellett nagyságot is tulajdonítunk. Ezt rendszerint úgy választjuk, hogy a reflexióerősség csatornával legyen arányos. Gyakran azt is hangsúlyozzák, hogy az így definiált polaritás nem egyszerűen a reflexiók előjele és *látszólagos polaritás* csatornáról beszélünk.

### Az attributumok gyakorlati meghatározása

Az attributumok meghatározásában első lépés a csatorna Hilbert-transzformáltjának számítása (ld. (6) egyenlet). Mivel a csatorna diszkrét adatok sorozataként áll rendelkezésre a Hilbert-transzformációt is digitálisan kell elvégezni. Kétféle módon is eljárhatunk: a transzformáltat számíthatjuk az időtartományban vagy a frekvenciatartományban. Mindkét megvalósításhoz szükségünk van a Hilbert-transzformáció néhány alapvető tulajdonságának ismeretére.



Geo 86/25-4

4. ábra. Időszelvény  
 Рис. 4. Временной разрез  
 Fig. 4. The time section

A Hilbert-transzformáció egy lehetséges definíciója:

$$g_{Hi}(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{g(\tau)}{\tau - t} d\tau = \left( -\frac{1}{\pi t} \right) * g(t) \quad (8)$$

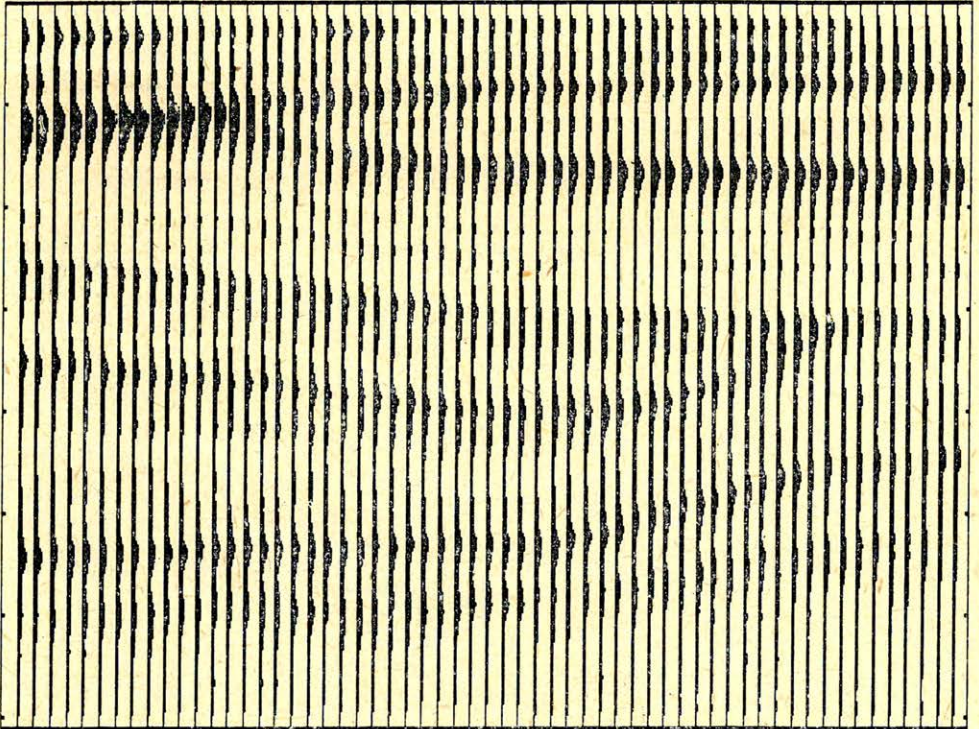
(Más definíciók ettől konstans szorzókban térnek el). Az egyenlet mindkét oldalának Fourier transzformáltját képezve, felhasználva a konvolúció-tételt és azt, hogy

$$\mathcal{F}\left\{ -\frac{1}{\pi t} \right\} = j \cdot \text{sgn}(f), \quad (9)$$

kapható, hogy

$$\mathcal{F}\{g_{Hi}(t)\} = j \cdot \text{sgn}(f)G(f). \quad (10)$$

Szavakban: a Hilbert transzformált Fourier transzformáltját (= spektrumát) úgy kapjuk az eredeti függvény transzformáltjából, hogy azt a képzetes egységjel ( $j$ ) és az előjel-függvénnyel szorzunk. Ennek egyik következménye – lévén



Geo 86/25-5

5. ábra. Pillanatnyi amplitúdó szelvény

Рис. 5. Разрез мгновенных амплитуд

Fig. 5. The instantaneous amplitude section

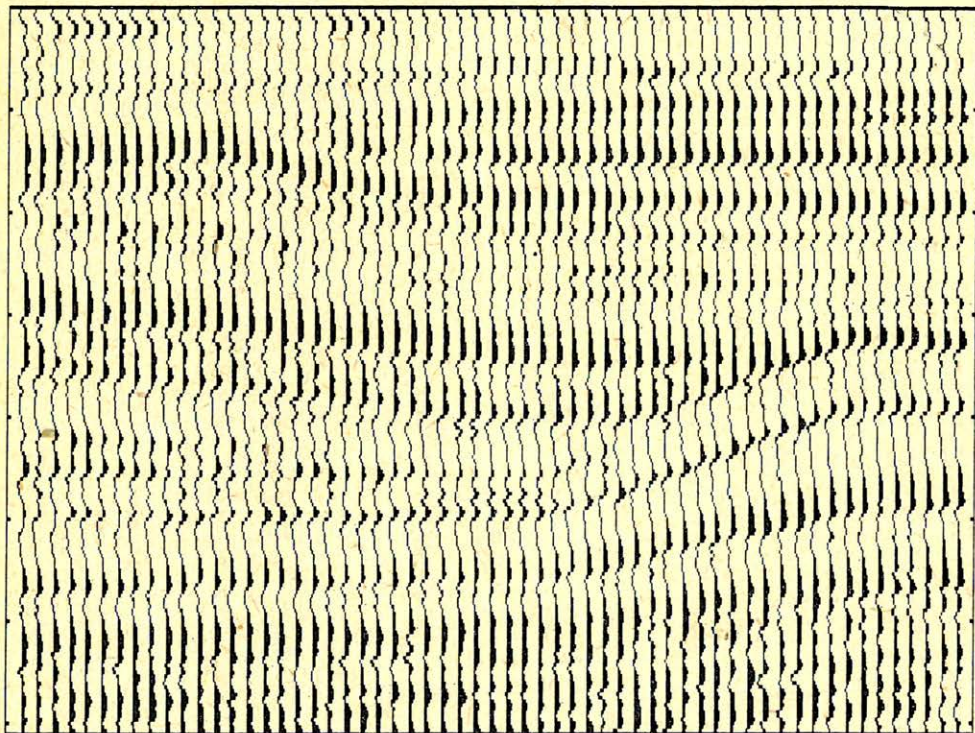
$j \cdot \text{sgn}(f) = 1$  – hogy a Hilbert transzformáció nem változtatja meg az amplitúdóspektrumot. Ugyancsak könnyen belátható, hogy az eredeti fázisspektrumot pozitív frekvenciákon  $+\pi/2$ , negatív frekvenciákon ( $-\pi/2$ ) additív konstansokkal változtatja meg.

Az időtartományban a diszkrét Hilbert transzformáció konvolúcióképzéssel kapható. Az együttthatók a (9) átviteli függvényű szűrő diszkrét súlyfüggvényének együttthatói. Könnyen belátható, hogy minden páros indexű zérus, a páratlan indexűek pedig az origótól távolodva csökkennek a

$$c_k = 0, \text{ ha } k \text{ páros,}$$

$$c_k = -\frac{2}{\pi k}, \text{ ha } k \text{ páratlan}$$

képletek szerint. Mivel a csökkenés lassú, ajánlatos valamilyen csonkítófüggvény alkalmazása. Például Gauss-féle csonkítás esetén a ténylegesen használt együttthatók:



Geo 86/25-6

6. ábra. Pillanatnyi fázis szelvény

Рис. 6. Разрез мгновенны фаз

Fig. 6. The instantaneous phase section

$$c_k = 0 \quad (k \text{ páros}) \quad (11)$$

$$c_k = -\frac{2}{\pi k} e^{\frac{-k^2}{2\sigma^2}} \quad (k \text{ páratlan})$$

alakúak ( $\sigma$  az alkalmazni kívánt együtttható sorozat hosszától függő állandó). Végül a diszkrét Hilbert-transzformáltat az időtartományban úgy kapjuk, hogy a transzformálandó csatorna  $g_i$  adatait konvolváljuk a (11) formulával definiált együttthatók sorozatával.

A transzformáció még egyszerűbben végezhető el frekvenciatartományban. Az analitikus jel az eredeti (2) definíció és a (6) közelítés felhasználásával:

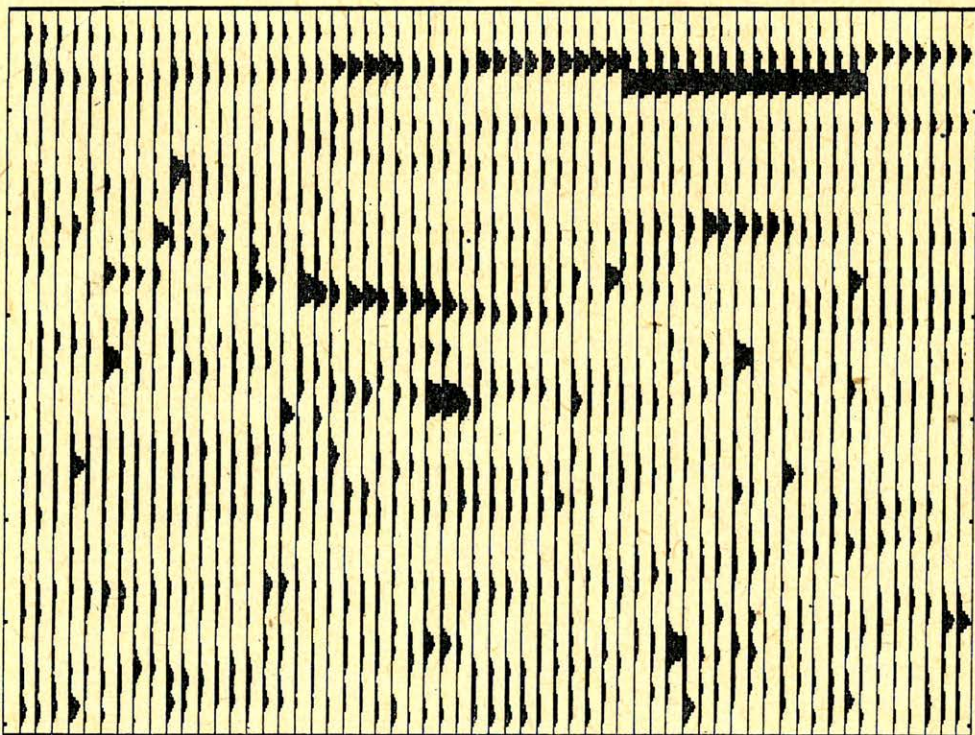
$$g_{an}(t) = g(t) - jg_{Hi}(t).$$

Ennek Fourier-transzformáltja – a (10) egyenlet felhasználásával –

$$\mathcal{F}\{g_{an}(t)\} = G(f) - j(j \operatorname{sgn}(f)G(f)) = (1 + \operatorname{sgn}(f))G(f),$$

azaz

$$\begin{aligned} \mathcal{F}\{g_{an}(t)\} &= 2G(f), \quad \text{ha } f > 0, \\ &= 0, \quad \text{ha } f < 0. \end{aligned} \quad (12)$$



Geo 86/25-7

7. ábra. Pillanatnyi frekvencia szelvény  
 Рис. 7. Разрез мгновенных частот  
 Fig. 7. The instantaneous frequency section

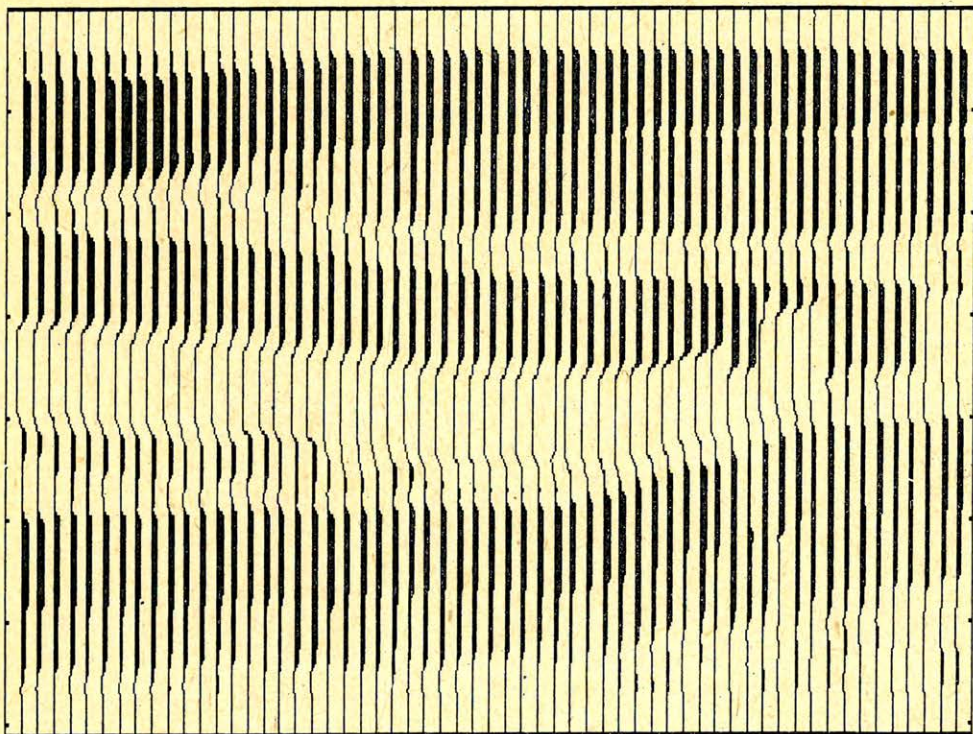
Szándékosan nem foglalkozunk az egyenkomponenssel, de ez nem lényeges veszteség, mert a szeizmikus csatorna átlaga zérus, emiatt az egyenkomponens értéke is zérus.

A frekvenciatartományban végzendő műveletek az elmondottak alapján:

1. A csatorna (diszkrét) Fourier-transzformáltjának számítására.
2. A kapott eredmény valós részének kétszeresére növelése, képzetes részének elhagyása.
3. Az így módosított (frekvenciatartománybeli) adatrendszer visszatranszformálása az időtartományba.

Az inverz Fourier-transzformáció eredményeként kapott adatrendszer valós része adja a  $g(t)$ , képzetes része a  $g_{\perp}(t)$  csatorna mintáit.

Frekvenciatartományban dolgozva is szükséges a csonkítás. Ez úgy végezhető el, hogy a 2. pontban a valós részt nemcsak kétszeresére növeljük, de valamilyen célszerűen választott együttható sorozattal simítjuk is. A frekvenciatartomány használata akkor gyorsabb, ha rendelkezünk a diszkrét Fourier-transzformáció gyors számítására alkalmas egységgel (FFT egységgel). A jelen dolgozatban bemutatott ábrákhoz az összes számítást az időtartományban végeztük el. (Az összefoglalt ismeretek részletes kifejtése magyar nyelven megtalálható Meskó, 1983 jegyzetben).



Geo 66/25-8

8. ábra. Látszólagos polaritás szelvény

Рис. 8. Разрез кажущейся полярности

Fig. 8. The apparent polarity section

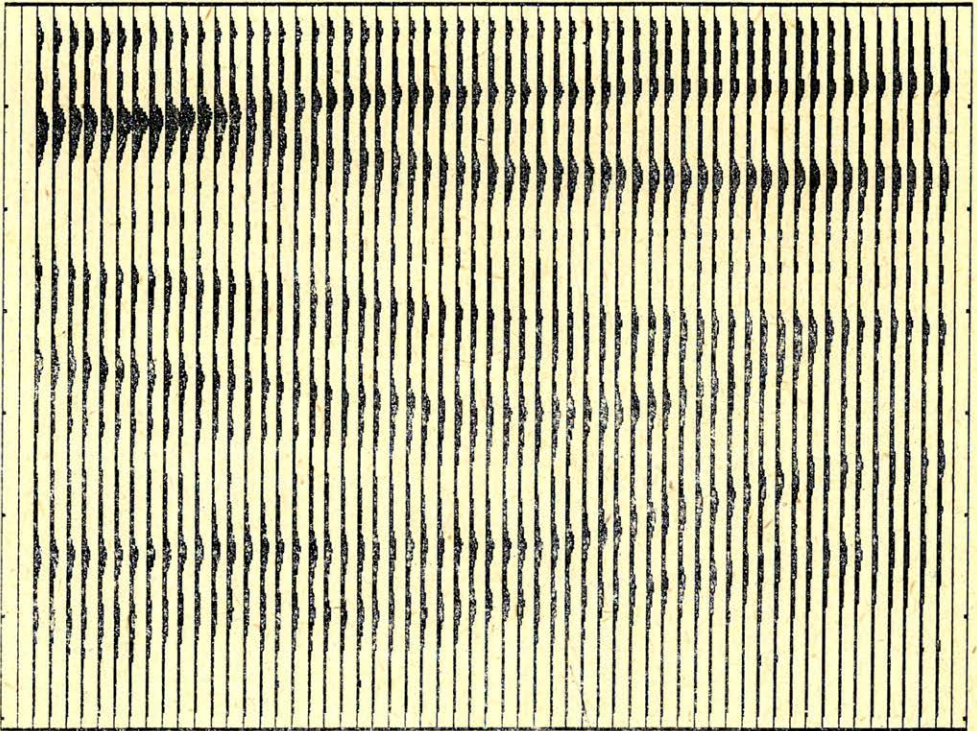


## Az attributumok további feldolgozása

Már az eddig ismertetett számítási lépésekben is többször utaltunk járulékos műveletek szükségességére. A (6) egyenlet közelítés, ami igazgá akkor válik, amikor az amplitúdó és a frekvencia pontosan állandó. A numerikus Hilbert transzformálás a (11) együtthatókkal képzett diszkrét konvolúció révén szintén csak közelítése az eredeti műveletnek. Az (5) deriválást is numerikusan kell elvégezni, ami ugyan könnyen megtehető, de újabb közelítéseket hoz be.

A rendezetlen zajok amplitúdóját a Hilbert-transzformáció nem változtatja (ld. (10) egyenlet), a deriválás viszont, mivel amplitúdókarakterisztikája  $2\pi|f|$ , a magasabb frekvenciákon növeli. Utóbbi hatás csak a pillanatnyi frekvenciát érinti, de bizonyos mértékű simítás a további attributumok megjelenítése előtt is ajánlatos. A pillanatnyi frekvencia átalakítása súlyozott átlagképzéssel sokszor az értelmezhetőség feltétele. E nélkül olyan sok gyors, részben zaj jellegű változás marad az attributum csatornában, hogy az az értelmező számára áttekinthetatlenné válik.

A szakirodalom utal a simítás fontosságára. Gyakran megadják a pillanatnyi frekvencia szelvények mellett a súlyozott átlagolással simított frekvencia szel-



Geo 86/25-9

9. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi amplitúdó szelvény

Рис. 9. Медианная фильтрация разреза мгновенных амплитуд

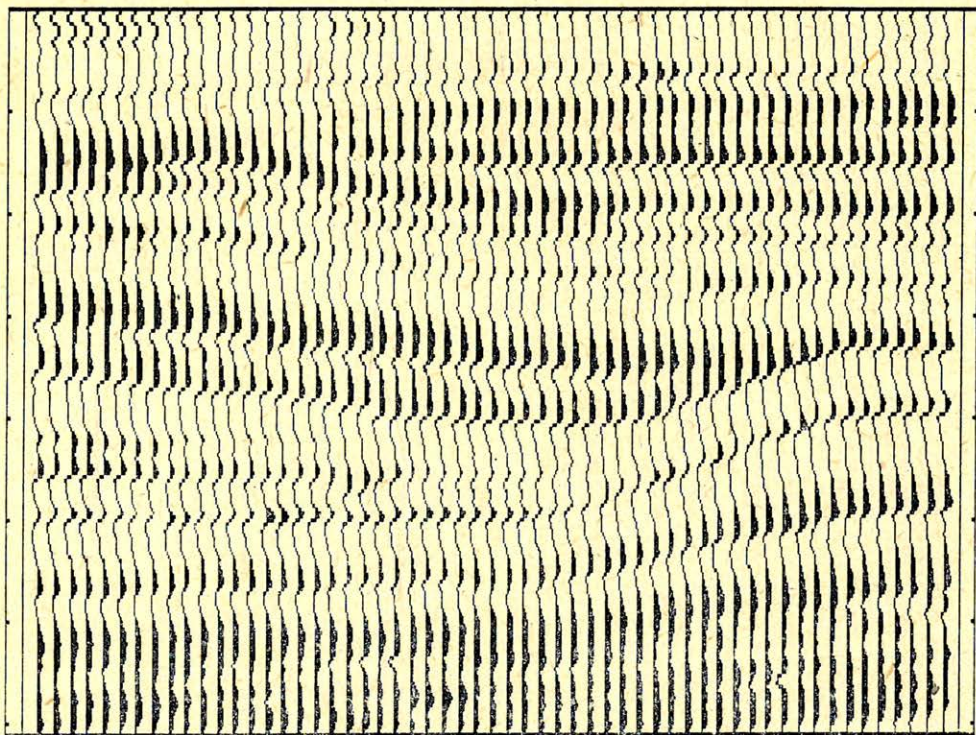
Fig. 9. Median filtered instantaneous amplitude section

vényeket is. Nem esik szó a csatornák egymás közötti viszonyáról. Áttekinthető kép akkor kapható, ha csatornák közötti műveleteket is végzünk.

A képfeldolgozás egyik gyakran használt művelete a *mediánszűrés*. A szeizmikus attributum szelvények tulajdonképpen képek. Emiatt kísérletet tettünk a kép színezése (árnyékolása) előtt minőségének javítására a más alkalmakkor már használt mediánszűréssel. A javulás számottevő, emiatt a művelet rendszeres alkalmazását javasoljuk.

A szűrés művelet lényege a következő. Tekintsünk egy  $(2N + 1) \times (2M + 1)$  pontot tartalmazó tér-idő ablakot, például 3 szomszédos csatorna mindegyikén 5-5 egymást követő mintát. Az összesen  $3 \times 5 = 15$  adatot rendezzük nagyság szerint, majd a középső helyre kerülő adattal, a mediánnal helyettesítsük az ablak eredeti középponti elemét. Ezt a műveletet ismételjük meg az ablak összes lehető pozíciójában. Így új szelvényt kapunk, melynek minden eleme az ablakba eső eredeti elemek mediánja.

A következő lépésben ezt a szelvényt tekintjük bemenetnek és a teljes műveletsorozatot megismételjük. Az eredményt ismét bemenetnek használva addig ismételjük a tér-idő ablak középponti elemének helyettesítését a tér-idő ablak



Geo 86/25-10

10. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi fázis szelvény

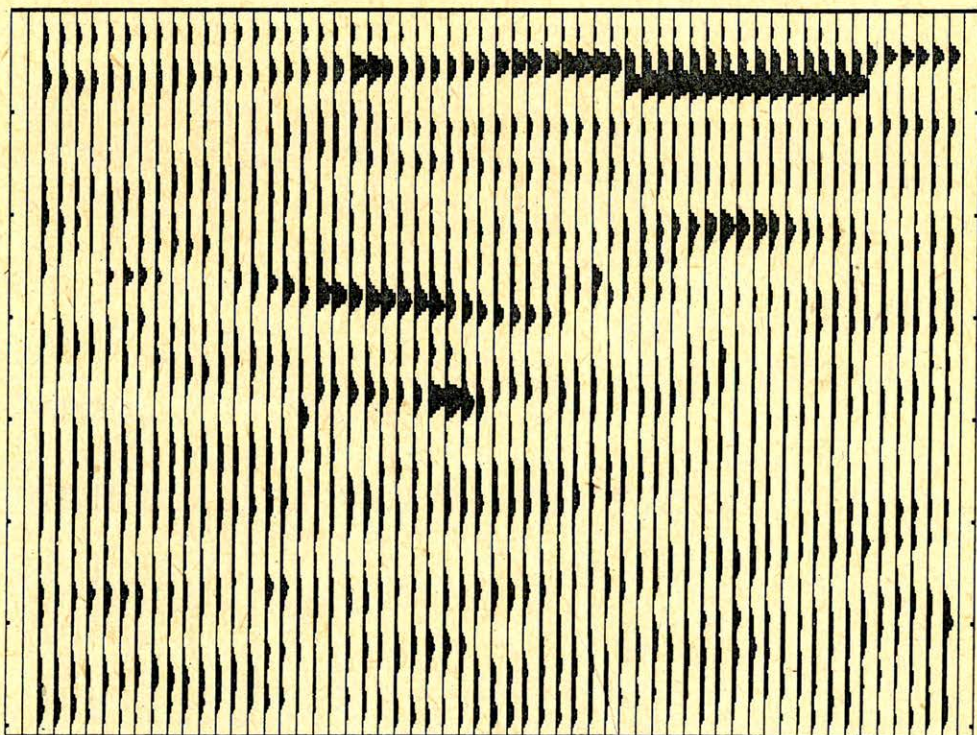
Рис. 10. Медианная фильтрация разреза мгновенных фаз

Fig. 10. Median filtered instantaneous phase section

összes adatának mediánjával, amíg ez változást okoz. A mediánszűrés végeredményét, tapasztalatok szerint, az ablakba eső adatok számánál kevesebb számú lépésben megkapjuk. A mediánszűrés egyváltozós alkalmazására, egyben a művelet illusztrálására több példa látható Pusztá S. dolgozatában (ld. jelen szám). Az ablak méretével a művelet homogenizáló hatását befolyásolni tudjuk. A szelvény menti változások megtartása érdekében célszerű kevesebb csatornát használni, mint amennyi minta van az időtengely irányában a tér-idő ablakban. De ebben az irányban sem tanácsos a domináns periódusidő felénél hosszabb ablakmérettel dolgozni. Például  $T=25$  ms (domináns frekvencia 40 Hz) és  $\tau = 2$  ms esetén 5 vagy 7 minta használatával érdemes kísérletet tenni. (Nyilvánvaló, hogy ha az ablak hossza a domináns periódusidővel közel azonos, a mediánszűrés eredménye közel zérus).

### Példák

Az attributumok számítását a szeizmikus munkaállomással előállított egyik sztratigráfiai modell időszelvényével illusztráljuk. A modell részletes leírása a jelen szám oldalain található meg. Választásunkat indokolja, hogy az attributu-



Geo 86/25-11

11. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi frekvencia szelvény

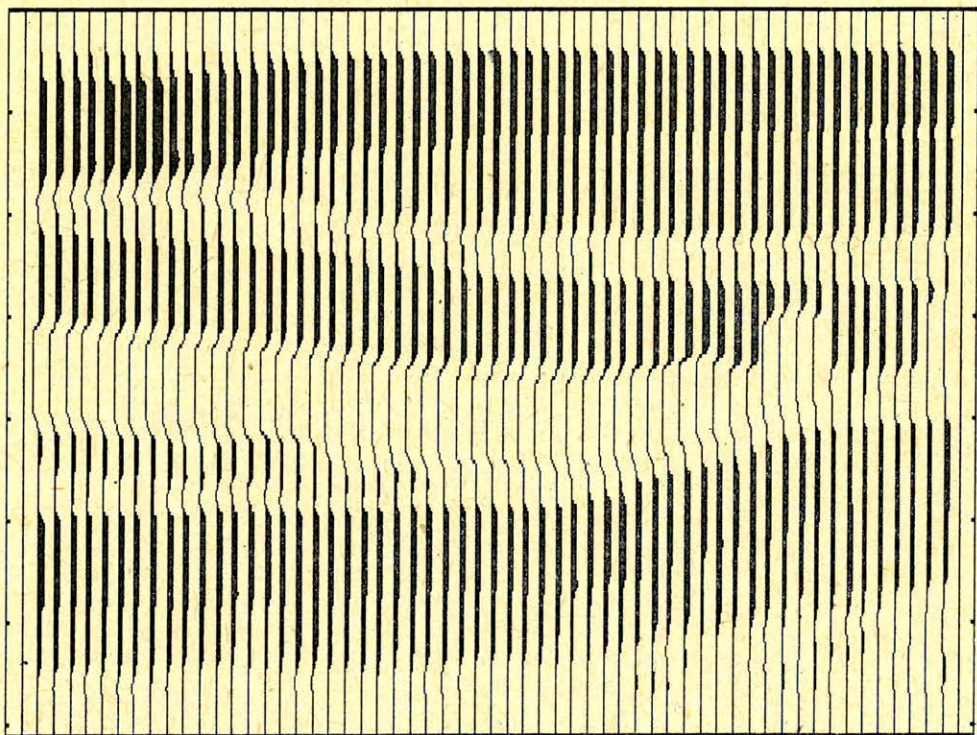
Рис. 11. Медианная фильтрация разреза мгновенных частот

Fig. 11. Median filtered instantaneous frequency section

mokat már az első közlemények is a sztratiográfiai értelmezés fontos segédeszközeinek tekintették. Néhány attributum közvetlen kapcsolatba hozható sztratiográfiai jellemzőkkel, mások statisztikus feldolgozási műveletek alapadataiként hasznosíthatók.

A reflexióerősség szelvény menti változása alapján elkülöníthető egy jelentős reflektáló szint vagy több kisebb akusztikus impedancia kontraszt interferenciája. Az egyetlen jelentős reflektáló szint hosszan nagy értékű reflexióerősségnek felel meg, míg több egymáshoz közeli kisebb reflexió interferenciájából helyenként ugyan nagy reflexióerősség adódhat, de valószínűtlen, hogy a komponensek értéke és időbeli távolsága hosszan változatlan legyen és végig nagy reflexióerősséget adjon. A szeizmikus sorozatok határai rendszerint nagy reflexióerősségű határok. A munkaállomás egyik lehetősége a reflexiók követése. Ezt ugyanúgy mint a reflexiók kiegyenesítését összekapcsolhatjuk a nagy reflexióerősségű szintekkel.

A fázis a reflexióerősségtől független mennyiség. Segítségével gyenge, de folytonos beérkezések válnak jól követhetőkké, különböző dőlésű események, kiékelődések stb. jobban kijelölhetővé. Sok esetben a fázisszelvényen a törések után is

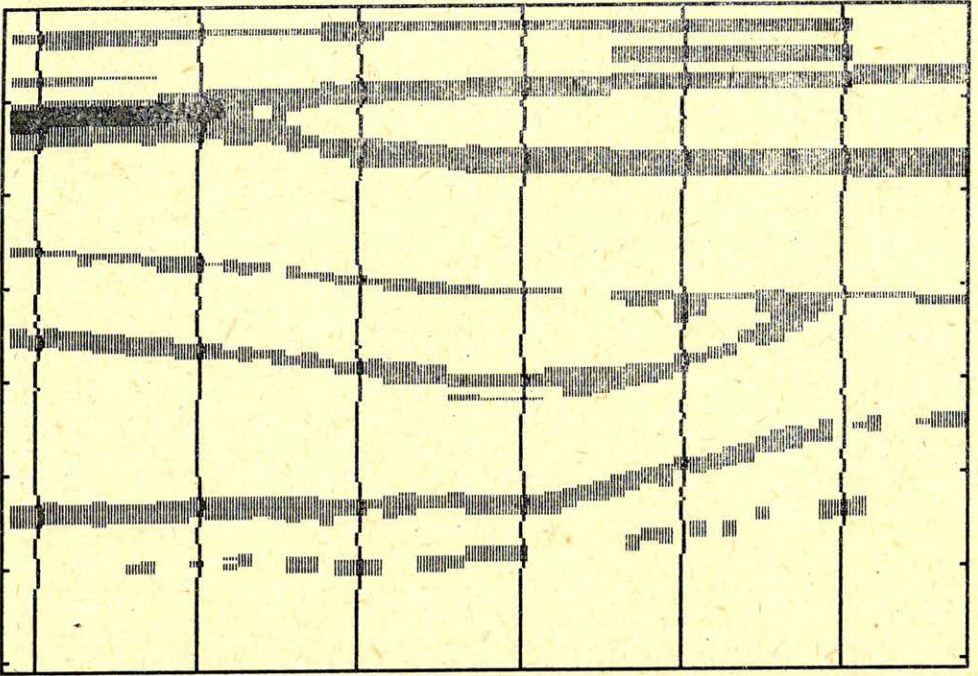


Geo 86/25-12

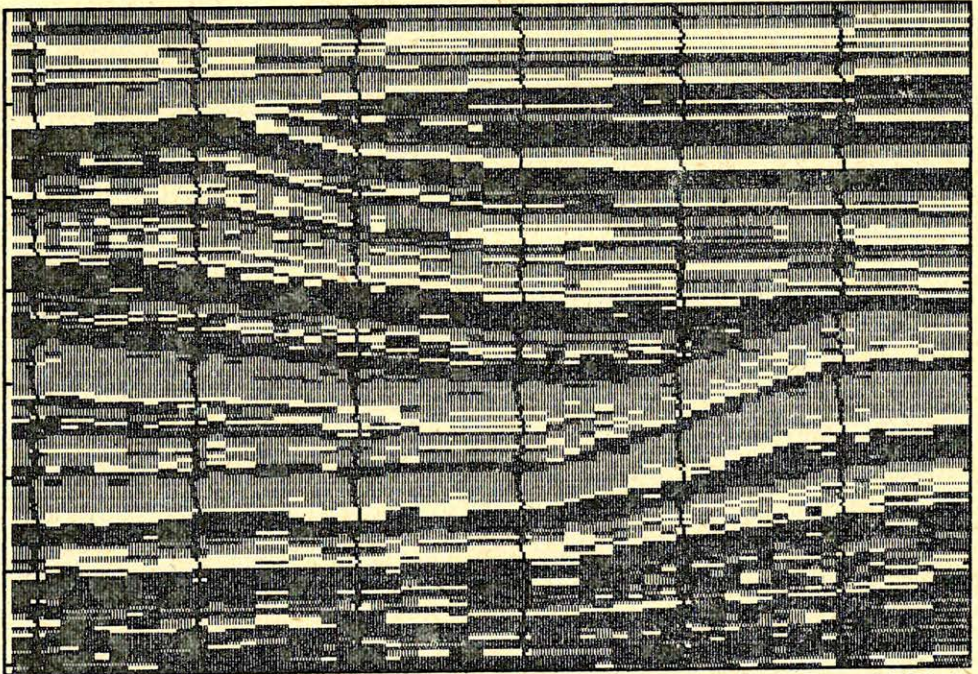
12. ábra. Mediánszűrt látszólagos polaritás szelvény

Рис. 12. Медианная фильтрация разреза кажущейся полярности

Fig. 12. Median filtered apparent polarity section



Geo 86/25-13



Geo 86/25-14

13. ábra. Pillanatnyi amplitúdó szelvény

Рис. 13. Разрез мгновенных амплитуд

Fig. 13. Instantaneous amplitude section

14. ábra. Pillanatnyi fázis szelvény

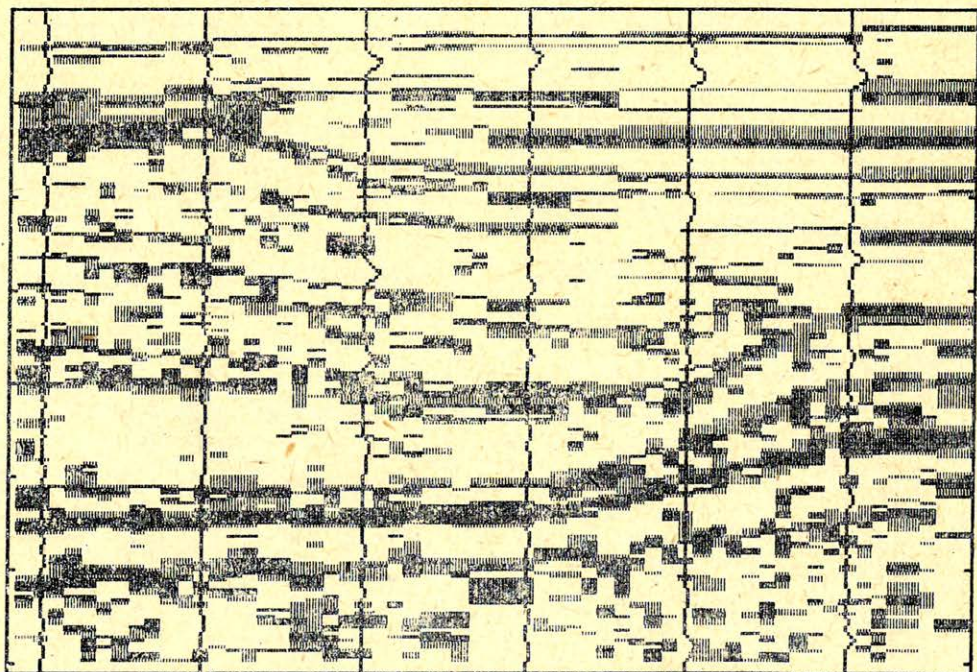
Рис. 14. Разрез мгновенных фаз

Fig. 14. Instantaneous phase section

könnyebben azonosítható az addig követett reflektáló szint, mint pusztán az időszelvény alapján.

A pillanatnyi frekvencia, illetve a súlyozott átlagos frekvencia részben a reflexió jellegéről, részben a frekvenciafüggő elnyelődés változásairól adhat képet. Jól ismert a szakirodalomból bizonyos telepek alatti alacsonyfrekvenciás anomália (Taner, Sheriff, 1977). Ez legvilágosabban a frekvencia attributum szelvényeken tűnik fel.

A prolaritás bizonyos értelemben egyesíti a fázis- és reflexióerősség tulajdonságait, részben szintkövetésre, részben a reflexió jellegének további ellenőrzésére ad módot.

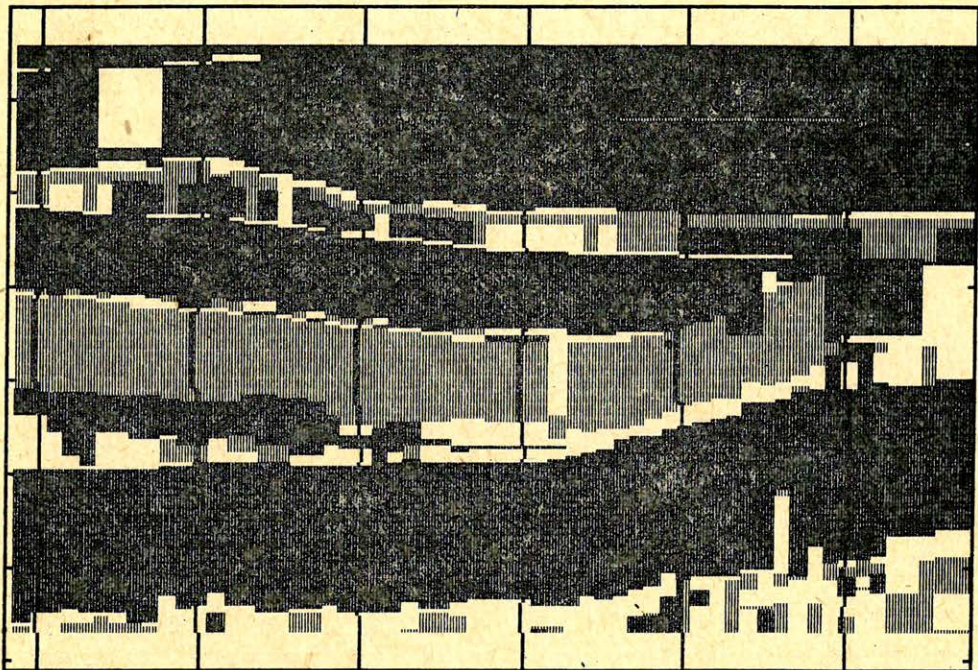


Geo 86/25-15

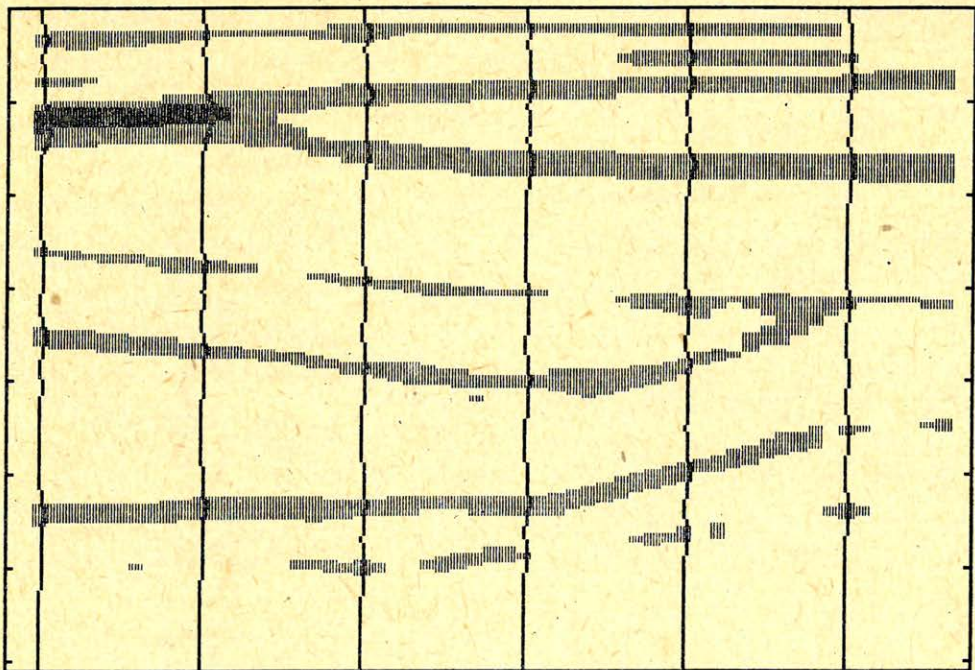
15. ábra. Pillanatnyi frekvencia szelvény

Рис. 15. Разрез мгновенных частот

Fig. 15. Instantaneous frequency section



Geo 86/25-16



Geo 86/25-17

16. ábra. Látszólagos polaritás szelvény

Рис. 16. Разрез кажущейся полярности

Fig. 16. Apparent polarity section

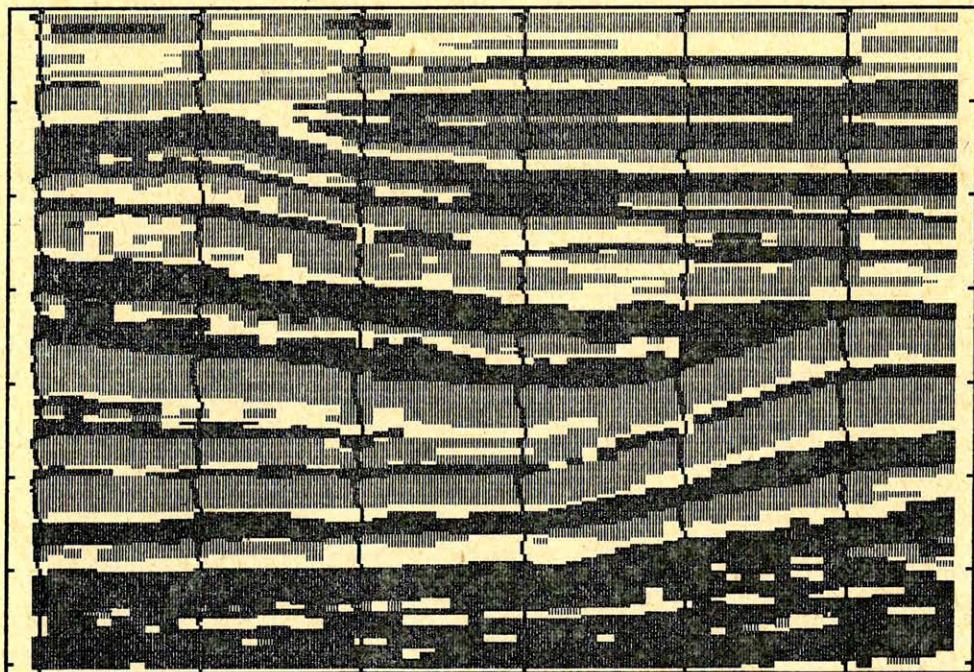
17. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi amplitúdó szelvény

Рис. 17. Медианная фильтрация разреза мгновенных амплитуд

Fig. 17. Median filtered instantaneous amplitude section

Az 2. ábrán a kiindulásul szolgáló geológiai rétegmodell, a 3. ábrán az egész modellre kiterjesztett akusztikus impedancia szelvény, és a 4. ábrán az ebből számított szintetikus időszelvény látható.

A 5., 6., 7. és 8. ábra a szintetikus időszelvényből számított szeizmikus attributumokat mutatja, sorrendben a pillanatnyi amplitúdót, más néven reflexióerősséget, a pillanatnyi fázist, pillanatnyi frekvenciát és a látszólagos polaritást. Megjegyezzük, hogy mind a korábbi, mind a későbbi szelvényeken a csatornákat a teljes szelvényre számított energiára normáltuk.



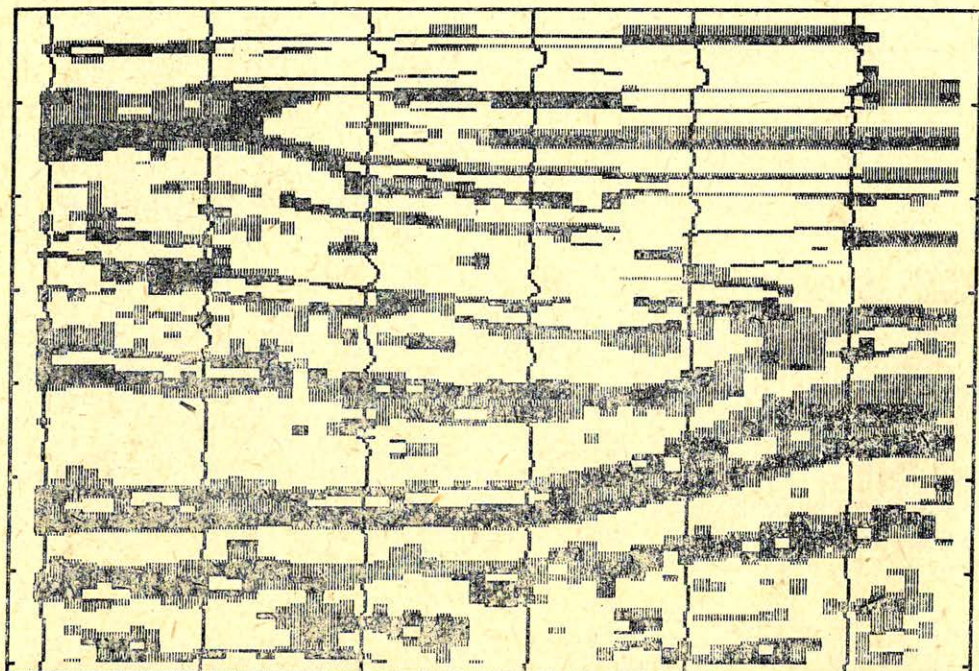
Geo 86/25-18

18. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi fázis szelvény

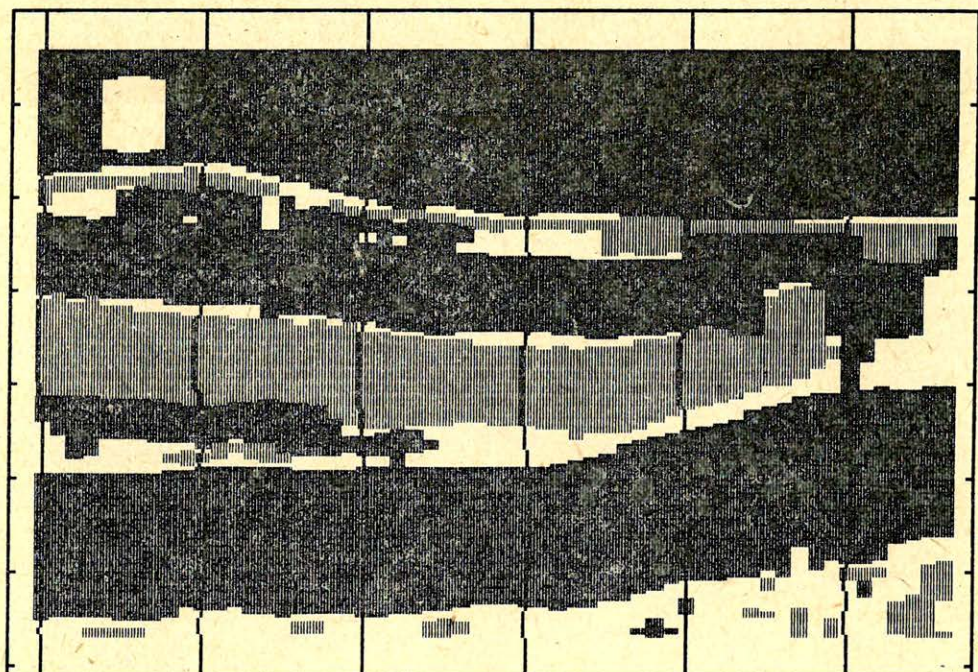
Рис. 18. Медианная фильтрация разреза мгновенных фаз

Fig. 18. Median filtered instantaneous phase section





*Geo 86/25-19*



*Geo 86/25-20*

19. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi frekvencia szelvény

Рис. 19. Медианная фильтрация разреза мгновенных частот

Fig. 19. Median filtered instantaneous frequency section

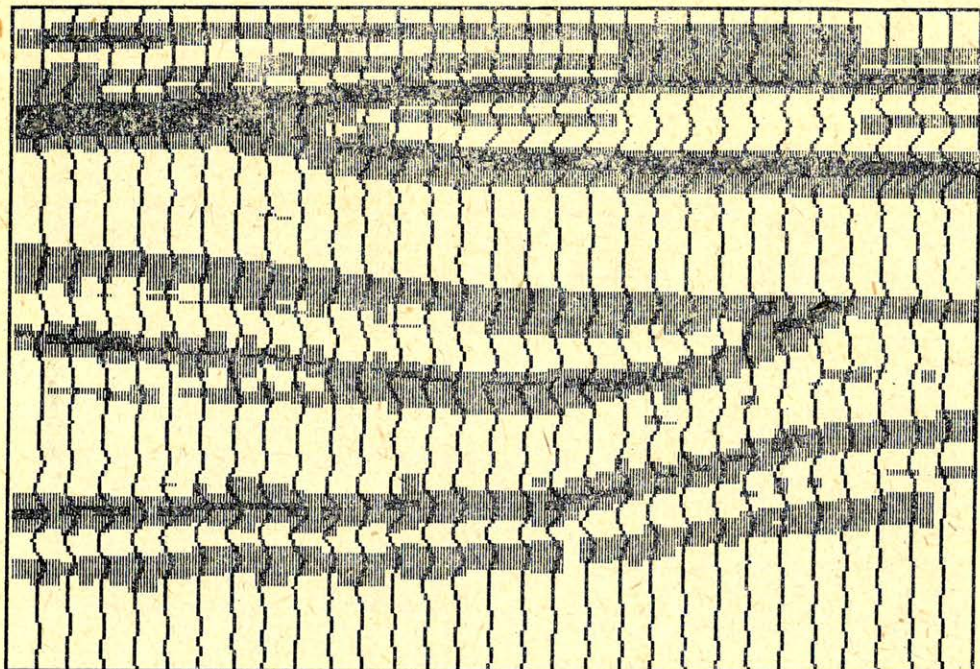
20. ábra. Mediánszűrt látszólagos polaritás szelvény

Рис. 20. Медианная фильтрация разреза кажущейся полярности

Fig. 20. Median filtered apparent polarity section

Jól látható, hogy a reflexióerősség a nagyobb reflexiókat emeli ki, míg a pillanatnyi fázis a horizontális változások követésében nyújthat segítséget. A pillanatnyi frekvenciaszelvényen, definíciójából következően a nagy értékek a zajos területekre jellemzőek, ehhez ugyanis a komplex csatorna amplitúdója kicsi, emiatt itt a kis értékek hordozzák az információt. A látszólagos polaritás az időszelvény minőségét jellemezheti.

A következő négy ábrán (9., 10., 11. és 12. ábra) ugyanezen attribútumszelvények láthatók, de egy  $3 \times 3$ -as ablakban végzett mediánszűrés alkalmazása után. A megfelelő ábrákkal való összehasonlítás során megfigyelhető, hogy a mediánszűrés áttekinthetőbbé teszi a képet: még az ilyen kis pontszámú szűrő is jelentősen csökkenti a zajokat, ugyanakkor kiemeli az éleket.

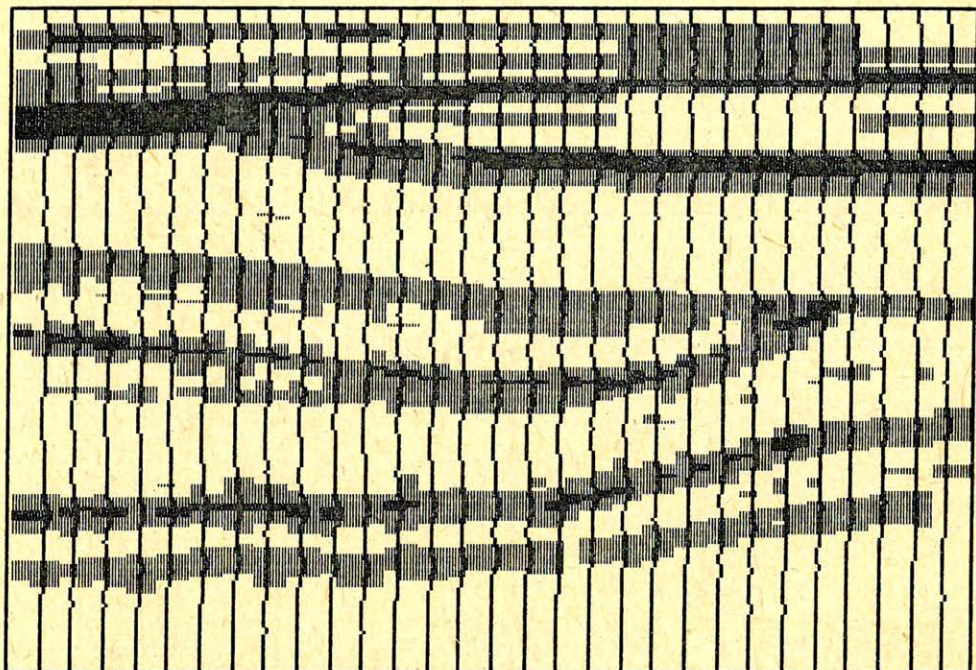


Geo 86/25-21

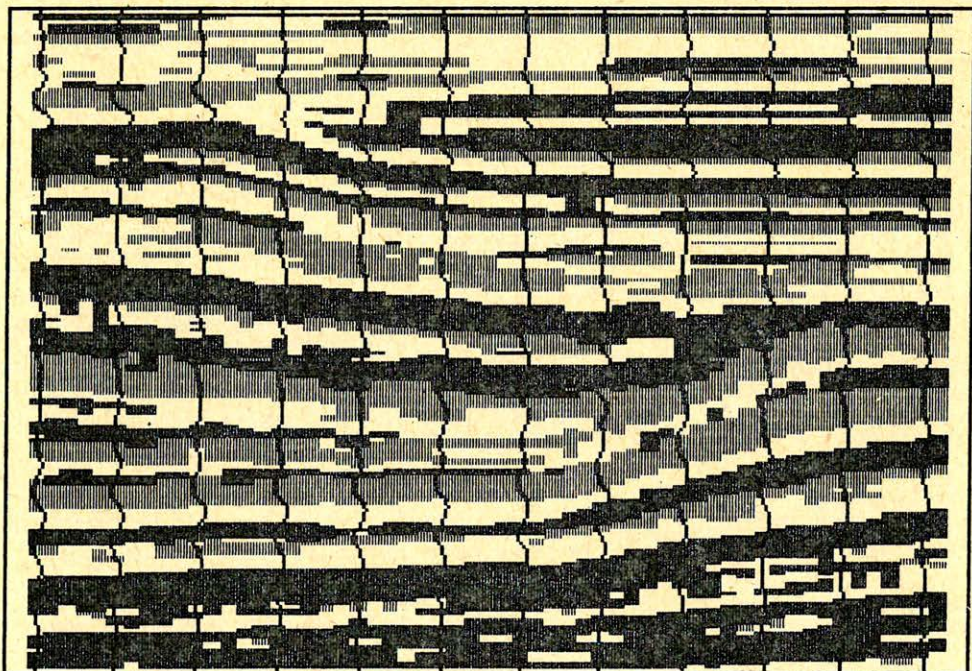
21. ábra. Pillanatnyi amplitúdó szelvény, minden második szeizmikus csatornával

Рис. 21. Разрез мгновенных амплитуд посчитанный для каждого второго сейсмического канала

Fig. 21. Instantaneous amplitude section is shown with every other seismic trace



Geo 86/25-22



Geo 86/25-23

22. ábra. Pillanatnyi amplitúdó szelvény, minden második pillanatnyi amplitúdó csatornával

Рис. 22. Разрез мгновенных амплитуд посчитанный для каждого второго канала мгновенной амплитуды

Fig. 22. Instantaneous amplitude section is shown with every other instantaneous amplitude

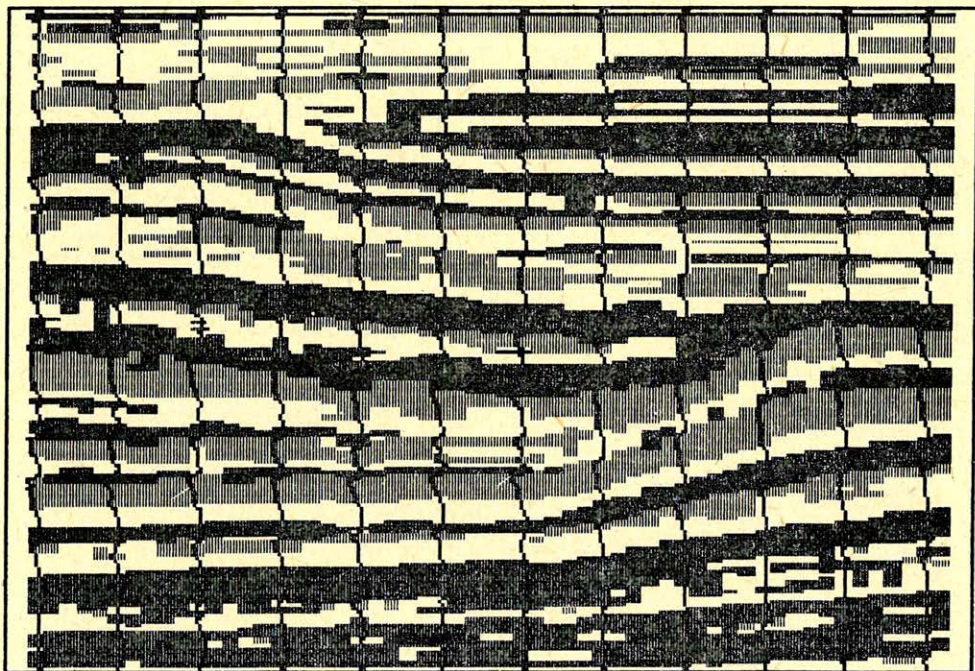
23. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi fázis szelvény, minden ötödik szeizmikus csatornával

Рис. 23. Медианная фильтрация разреза мгновенных фаз для каждого пятого сейсмического канала

Fig. 23. Median filtered instantaneous phase section is shown with every fifth seismic trace

A szeizmikus attributumszelvények vizuálisan még informatívabbá tehetők, ha a hagyományos csatornaábrázolási mód helyet színekódolt formában jelenítjük meg őket. A színek nyomtatásban a szürke különböző árnyalataiban jelennek meg. A következő néhány ábra erre mutat példát.

A 13. ábra a pillanatnyi amplitúdószelvény színekódolt változatát mutatja. Az egyes színekhez tartozó intervallumok interaktív módon adhatók meg. Esetünkben ezek a következők: a sötétszürke a (0dB, -8 dB), a szürke a (-8 dB, -13 dB), a fehér pedig a (-13 dB, -24 dB) tartományt jelöli.



Geo 86/25-24

24. ábra. Mediánszűrt pillanatnyi fázis szelvény, minden ötödik pillanatnyi fázis csatornával

Рис. 24. Медианная фильтрация разреза мгновенных фаз посчитанного для каждого пятого канала мгновенной фазы

Fig. 24. Median filtered instantaneous phase section is shown with every fifth instantaneous phase trace

A 14. ábrán a pillanatnyi fázisszelvény színekódolása látható. Az egyes intervallumok a következők:  $(-\pi, -\pi/6)$  – szürke,  $(-\pi/6, \pi/6)$  – fehér és  $(\pi/6, \pi)$  – sötétszürke.

A 15. ábra a pillanatnyi frekvenciaszelvény színezését mutatja. Itt a fehér a (0 Hz, 1 Hz), a sötétszürke a (1.0 Hz, 50 Hz), a szürke a (50 Hz, 80 Hz) és a fehér a (80 Hz, 100 Hz) intervallumot jelöli.

A 16. ábrán látható színekódolt látszólagos polaritás szelvényen a szürke a  $(-1, -0.1)$ , a fehér a  $(-0.1, 0.1)$ , a sötétszürke a  $(0.1, 1)$  intervallumot jelzi.

A 17., 18., 19. és 20. ábra a mediánszűrt attributumszelvények színekódolt változatát mutatja. Az egyes színekhez rendelt intervallumok az összehasonlíthatóság érdekében változatlanok.

A fent bemutatott színekódolt szelvények mindegyikén az attributum-csatornák némelyikét – pontosabban minden tizediket – feltüntettük.

Ez természetesen csak egyik opciója a színezést végrehajtó programnak. A felhasználó kérheti a szeizmikus csatornák feltüntetését is a színezett attributumszelvényen. Az ábrázolt csatornák sűrűsége szintén tetszés szerinti. A következő négy ábra a fenti opciókat illusztrálja.

A 21. és 22. ábrán a pillanatnyi amplitúdó szelvény színekódolása látható, az eredeti szeizmikus, illetve a pillanatnyi amplitúdó csatornák feltüntetésével. A csatornák közül minden másodikat ábrázoltuk. Az egyes színekhez rendelt intervallumok mindkét ábra esetén a következők: (0 dB, -9 dB) – sötétszürke, (-9 dB, -15 dB) – szürke és (-15 dB, -24 dB) – fehér.

A 23. és 24. ábrán a mediánszűrt pillanatnyi fázis szerint színezett szelvény látható, minden ötödik szeizmikus csatorna, illetve pillanatnyi fáziscsatorna feltüntetésével. A fekete a  $(-\pi, -3\pi/4)$ , a szürke a  $(-3\pi/4, -\pi/4)$ , a fehér a  $(-\pi/4, \pi/4)$ , a sötétszürke a  $(\pi/4, 3\pi/4)$  és ismét a fekete a  $(3\pi/4, \pi)$  tartományt jelöli, mindkét ábra esetén.

#### IRODALOM

- Bracewell, R., 1965: The Fourier transform and its applications McGraw-Hill, New York.
- Meskó A., 1983: Geofizikai adatfeldolgozás I. Lineáris átalakítások. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó.
- Meskó A., 1986: Experiments and preliminary results in the automatic identification of stratigraphic units Proceedings of the XXXI Int. Geophysical Symposium (Gdansk): 156–164.
- Taner, M. T. et al., 1967: Extraction and interpretation of complex seismic trace. 46 th Ann. Mtg., Soc. Exploration Geophys., Houston.
- Taner, M. T. és R. E. Sheriff, 1977: Application of amplitude, frequency and other attributes to stratigraphic and hydrocarbon determination. In: C. E. Payton (ed) Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration AAPG Memoir 26: 301–327.
- Taner, M. T., F. Koehler és R. E. Sheriff, 1979: Complex seismic trace analysis. Geophysics, 44: 1041–1063.

## Sztratigráfiai modellezés

BACSA ISTVÁN\* - BONDÁR ISTVÁN\*

*A sztratigráfiai értelmezés ellenőrzéséhez, alátámasztásához, új eljárások kifejlesztéséhez egyaránt szükséges szintetikus szelvények előállítása.*

*A dolgozatban egy IBM PC XT számítógépre írt modellező programot mutatunk be, amely szintetikus időszelvények gyors előállítására alkalmas a felhasználó által megadott akusztikus impedancia- (esetleg sebesség-) függvény és a geológiai rétegmodell alapján.*

*A program működését néhány példával illusztráljuk.*

*Для проверки правильности и обоснованности интерпретации, а также для разработки новых методов интерпретации необходим расчет синтетических сейсмограмм.*

*В работе приведена программа моделирования написанная для ЭВМ типа IBM PC XT. Программа быстро рассчитывает синтетические сейсмограммы на основе данной зависимости акустической жесткости (или скорости) и геологической пластовой модели.*

*Работа этой программы иллюстрируется несколькими примерами.*

*Development of synthetic seismograms is necessary for the control and verification of the stratigraphic interpretation as well for the elaboration of advanced techniques.*

*Modelling program for IBM PC XT is presented in the paper which is suitable to quickly produce synthetic time - sections by using of user defined acoustic impedance or velocity function and of geological model. Some illustrative examples are given.*

### Bevezetés

A szakirodalomban javasolt eljárások ellenőrzése, továbbfejlesztése, valamint új eljárások kidolgozása kísérleti anyagot igényel. Emiatt lényegesnek tekintettük egy eléggé általános, de számítástechnikai szempontból még jól kéz-bentartható időszelvénymodell kidolgozását. A „néhány réteghatár és közöttük állandó sebesség” modellt azonban túlságosan egyszerűnek és a valóságot kevésbé tükrözőnek tartottuk, ezért a geológiai rétegmodell felépítésére egy új, a szakirodalomból ismert modellektől eltérő megközelítést alkalmaztunk.

A modellezés szerves részét képezheti egy munkaállomás szoftverének, segítségével az értelmezést végző szakember ellenőrizheti az interpretáció helyességét.

A modellezést megvalósító program IBM PC XT mikrogépre íródott és teljes mértékben interaktív módon működik. Az egyes opciói egymástól függetlenül is futtathatók. A modellezés során több egyszerűsítő feltevéssel éltünk, a leglényegesebbek ezek közül a vertikális terjedés és az állandó sűrűség feltételezése.

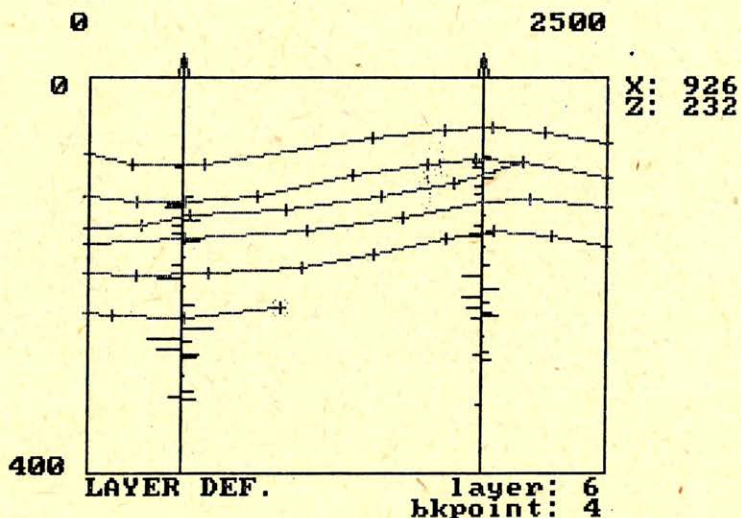
A továbbiakban a modellező program egyes részeinek rövid leírását adjuk és működését néhány példával illusztráljuk.

### Sztratigráfiai rétegmodell

A program első opciója a sztratigráfiai rétegmodell definiálása. Ehhez kiindulásul egy vagy több fúrólukban mért, vagy szintetikusan előállított sebességsorozat szolgál.

A modell horizontális és vertikális méreteinek, az ismert sebességsorozatok helyének és mintavételi közének megadása után a rétegmodell közvetlenül a

képernyőn, szátkereszt mozgatásával generálható. Az egyes szintek megadásához segítséget nyújt az ismert sebességfüggvényekből számított reflexivitás sorozatok feltüntetése. Az 1. ábrán a rétegmodell megadását szemléltetjük.

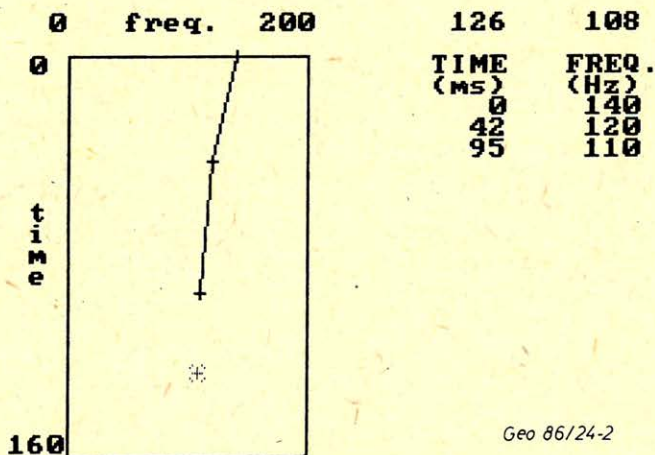


Geo 86/24-1

1. ábra. Rétegmodell definiálás

Рис. 1. Определение пластовой модели

Fig. 1. The definition of the layered model

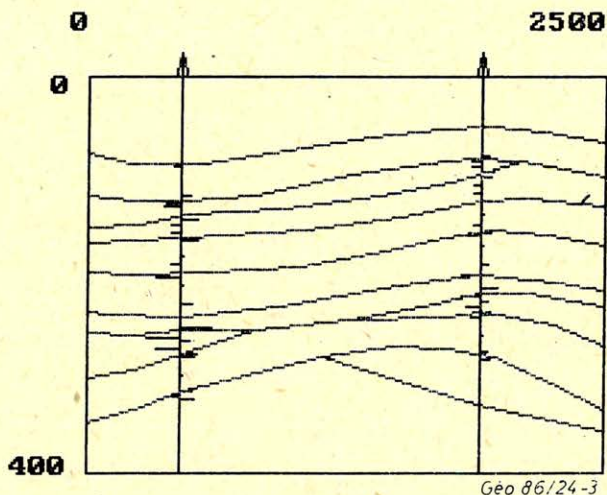


Geo 86/24-2

2. ábra. Jelalak frekvenciamenetének megadása

Рис. 2. Представление формы сигнала для различных частот

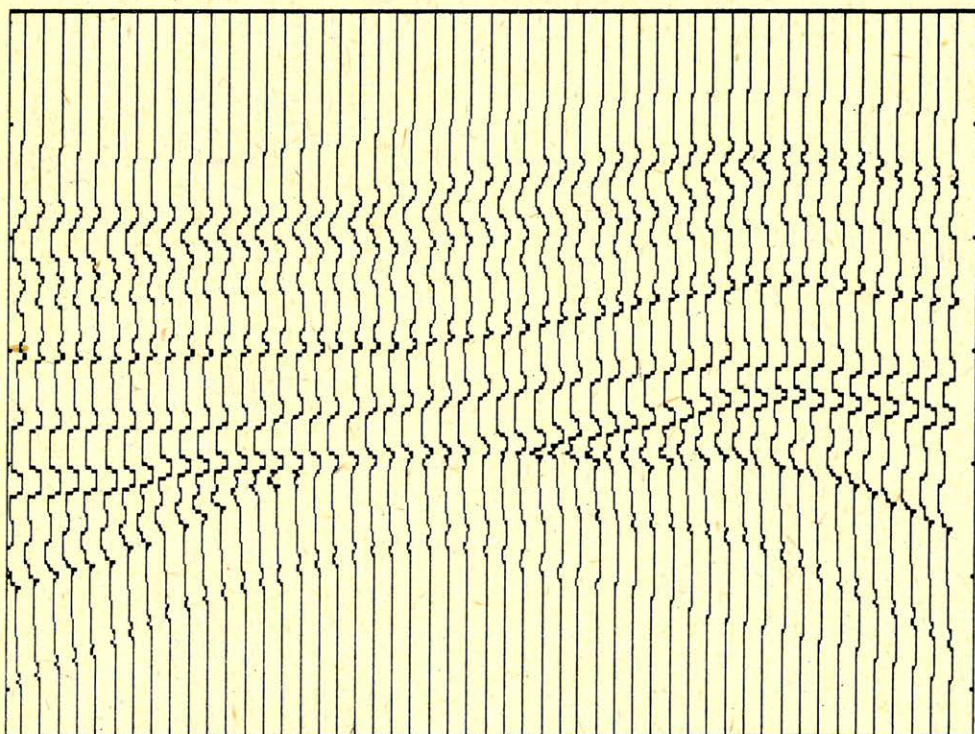
Fig. 2. The definition of the variation of the frequency content of the wavelet



3. ábra. Sztratigráfiai rétegmodell

Рис. 3. Стратиграфическая пластовая модель

Fig. 3. The stratigraphic model



4. ábra. Akusztikus impedancia szelvény

Рис. 4. Разрез акустической жесткости

Fig. 4. Acoustic impedance section



## Akusztikus impedancia szelvény

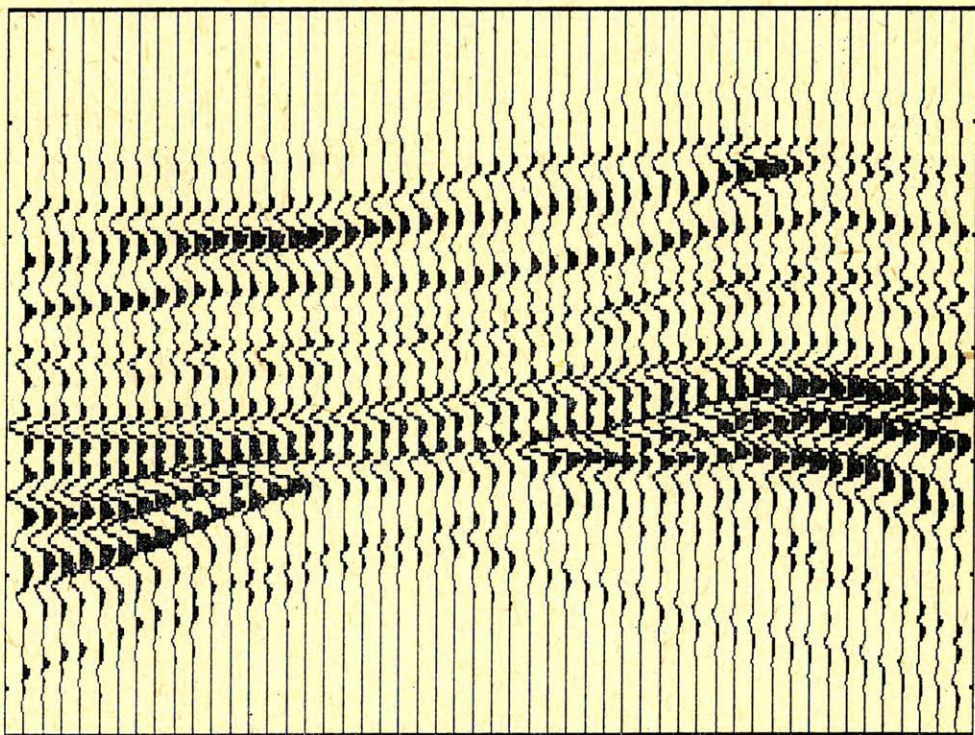
A program második opciója az akusztikus impedancia szelvény generálása, amely később az időszelvény előállításának alapját képezi.

Ebben a lépésben adhatjuk meg a számítandó szelvény időbeli hosszát és a mintavételi távolságot, valamint az első és utolsó CMP csatorna helyét és a CMP csatornák egymástól való távolságát is.

Az akusztikus impedanciaszelvény generálásakor az ismert sebességsorozatokból számított akusztikus impedancia-csatornákat az egész modellre kiterjesztjük. Ez egy nemlineáris transzformációval – a kiindulási akusztikus impedancia-csatornák hosszirányú szakaszonkénti nyújtásával, illetve zsugorításával és egyben szelvény menti súlyozásával – történik, a már előzőleg megadott rétegmódel alapján.

### Időben változó jelalak

Ezen opció választásával megteremthetjük annak a lehetőségét, hogy a szintetikus időszelvény előállításakor időben változó jelalakokkal számoljunk. Ezt egyszerűen úgy érjük el, hogy a szelvény tetszőleges helyein megadjuk a wavelet



Geo 86/24-5

5. ábra. Szintetikus időszelvény, változó jelalak

Рис. 5. Синтетический временной разрез, переменная форма сигнала

Fig. 5. Synthetic time section, time varying wavelet

domináns frekvenciájának időbeli menetét. Ez szintén interaktív módon, a képernyőn megjelenő szálkereszt mozgásával történik. A 2. ábra erre mutat példát.

Jelenleg a következő alakú egyoldalas wavelettel számolunk:

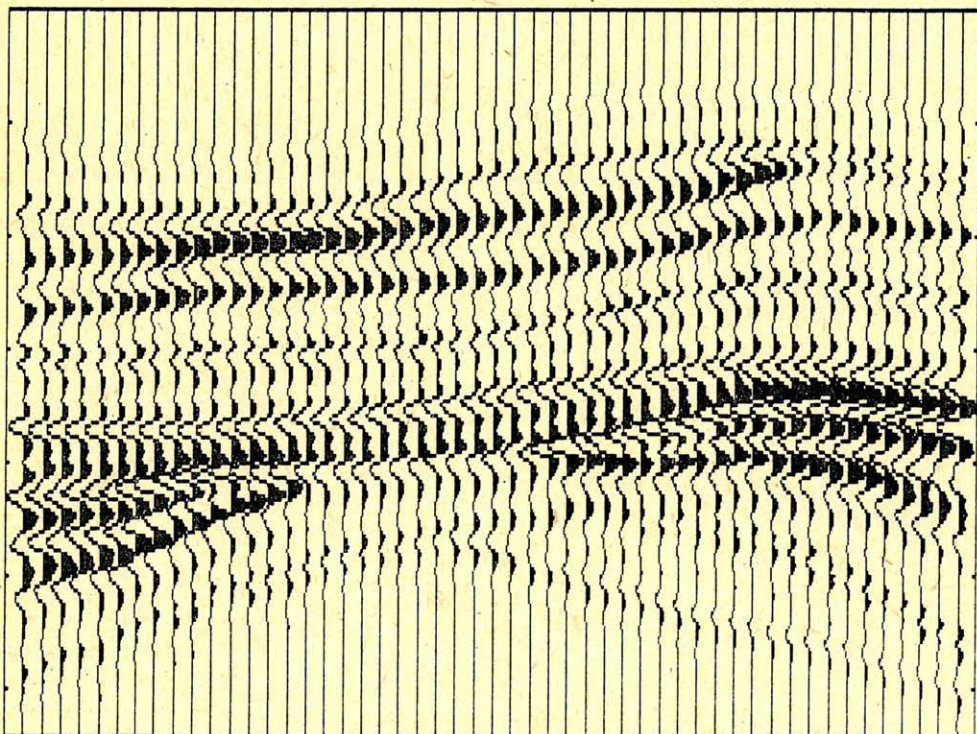
$$W_k = \exp(-ck) \cos(2\pi f\tau k), \quad k = 0, 1, 2, \dots, M,$$

ahol  $c$  a csillapítás,  $\tau$  a mintavételi távolság,  $f$  a wavelet domináns frekvenciája. Más, különböző típusú jelalakok beépítése a programba folyamatban van.

### Szintetikus szeizmikus időszelvény

A szeizmikus időszelvény egymást követő referenciapontokhoz tartozó összegcsatornák sorozata. Ezeket az általánosan használt konvolúciós, zajos szeizmikus csatornamodell alapján számítjuk:

$$\{x\} = \{w\} * \{\alpha\} + \{v\},$$



Geo 85/24-6

6. ábra. Szintetikus időszelvény, állandó jelalak

Рис. 6. Синтетический временной разрез, постоянная форма сигнала

Fig. 6. Synthetic time section time invariant wavelet.

ahol  $\{x\} = x_t, (t = 1, 2, \dots)$  az összegcsatorna,  $\{w\} = w_k, (k = 1, 2, \dots, M)$  a rugalmas hullám alakja (wavelet),  $\{\alpha\} \in \alpha_t, (t = 1, 2, \dots)$  a reflexivitás sorozat,  $\{v\} = v_t, (t = 1, 2, \dots)$  rendezetlen zaj. A reflexivitás sorozat a határok két oldalán elhelyezkedő rétegek akusztikus impedanciáiból határozható meg. Merőleges beesés esetén:

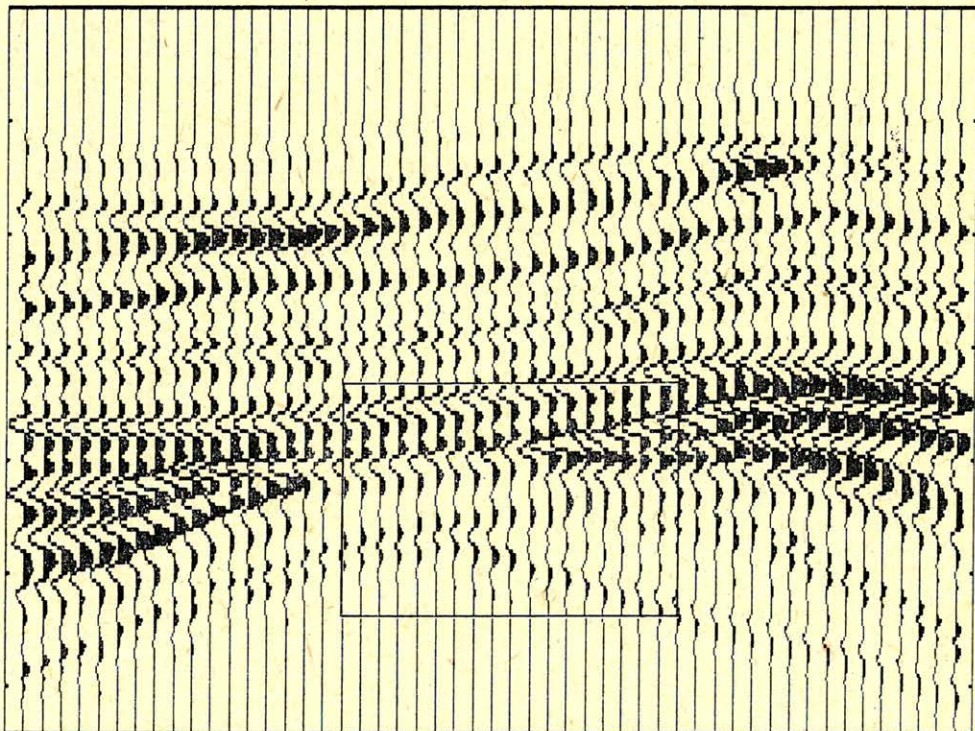
$$\alpha_t = \frac{Z_{t+1} - Z_t}{Z_{t+1} + Z_t},$$

ahol  $Z$  az akusztikus impedancia.

Az időszelvény számítása előtt a következő paraméterek állíthatók be: a jelalak hossza, a rendezetlen zaj szintje és a reflexivitás sorozat elnémítási szintje, vagyis az a szint, amely alatt a reflexiók együtthatókat zérusnak tekintjük. A többszörösök számítása opcióként választható.

A következőkben néhány példával mutatjuk be a program működését.

A 3. ábrán a kiindulásul szolgáló sztratigráfiai rétegmodell látható. A modell 2500 m hosszú és 400 mély részletet foglal magába. Feltüntettük a sebességsorozatokból számított reflexivitás sorozatokat is.



Geo 86/24-7

7. ábra. Nagyítandó szelvényrészlet kiválasztása

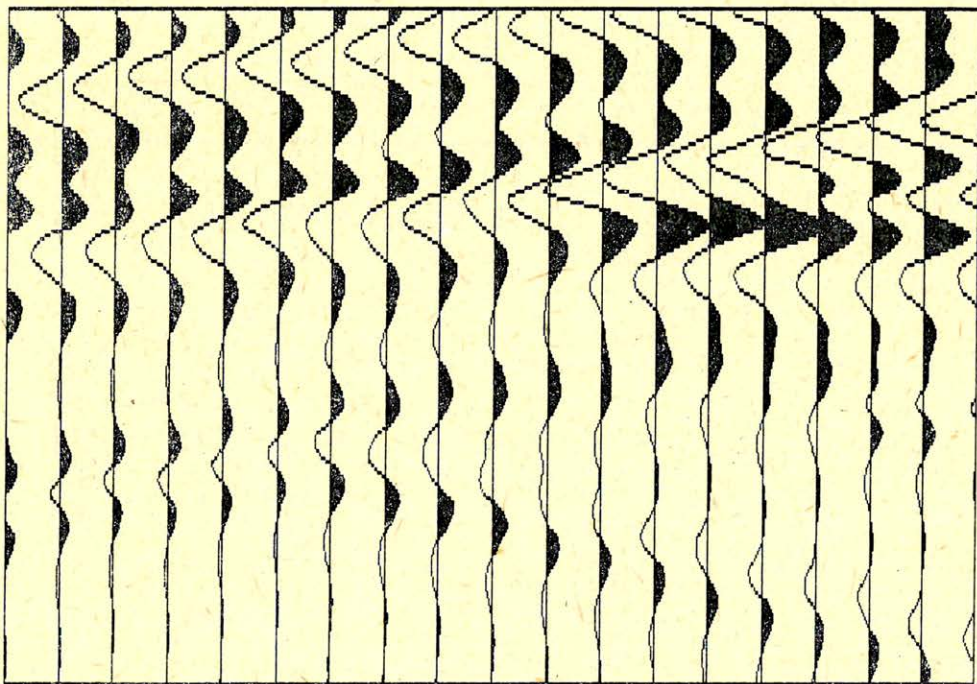
Рис. 7. Выбор фрагмента разреза подвергающегося увеличению

Fig. 7. Selection of a segment of the section for zooming

A 4. ábra az akusztikus impedancia teljes szelvényre való kiterjesztését mutatja. Az akusztikus impedancia szelvény alapján számított szintetikus időszelvény az 5. ábrán látható. Az időszelvény nem tartalmazza a többszörösöket, időbeli hossza 160 msec, a CMP csatornák köze 50 m. A jelalak frekvenciája 0 és 42 msec között 140 Hz-ről 120 Hz-re, 42 és 95 msec között 110 Hz-re, majd 160 msec-ig, a szelvény végéig 100 Hz-re csökken. A szelvény 5% rendezetlen zajjal terhelt. A 6. ábrán látható szintetikus időszelvény a fenti paraméterek változtatlanul hagyásával, de állandó 100 Hz domináns frekvenciájú jelalakkal készült.

Az értelmezés során sokszor lehet szükség egyes szelvényrészletek kinagyítására, mely lehetővé teszi finomabb részletek (jelalak változása stb.) behatóbb vizsgálatát is. A probléma megoldására két lehetőség kínálkozik, az ún. hardware, illetve software zoom. A hardware zoom egyszerűen megismétli a képpontokat a kívánt nagyítás elérése érdekében és hardware eszközökkel könnyen megvalósítható. Korlátai azonban már viszonylag közepes nagyítás esetén is szembeűnőek. Emiatt a második megoldási módszert választottuk, ami a kívánt nagyítást interpolációval éri el. Az interpoláció végrehajtására a harmadfokú Lagrange-interpolációt választottuk.

A 7. ábrán kijelöltük a nagyítandó ablakot (bekeretezett tartomány). A szelvényrészlet kiválasztása interaktív módon, az ablak két átellenes sarkának meg-

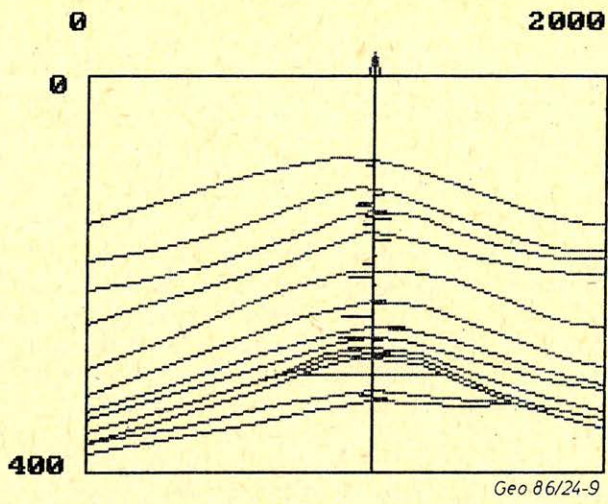


Geo 86/24-8

8. ábra. Kinagyított szelvényrészlet

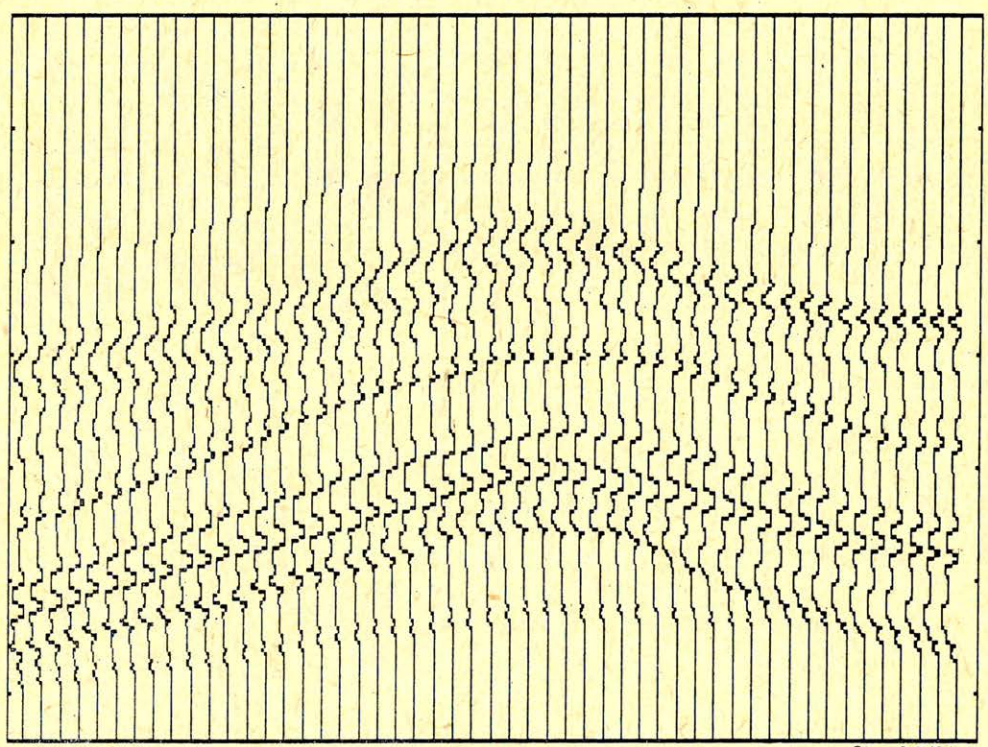
Рис. 8. Фрагмент разреза в увеличенной форме

Fig. 8. Zoomed segment



Geo 86/24-9

9. ábra. Sztratigráfiai rétegmodell  
 Рус. 9. Стратиграфическая пластовая модель  
 Fig. 9. Stratigraphic model



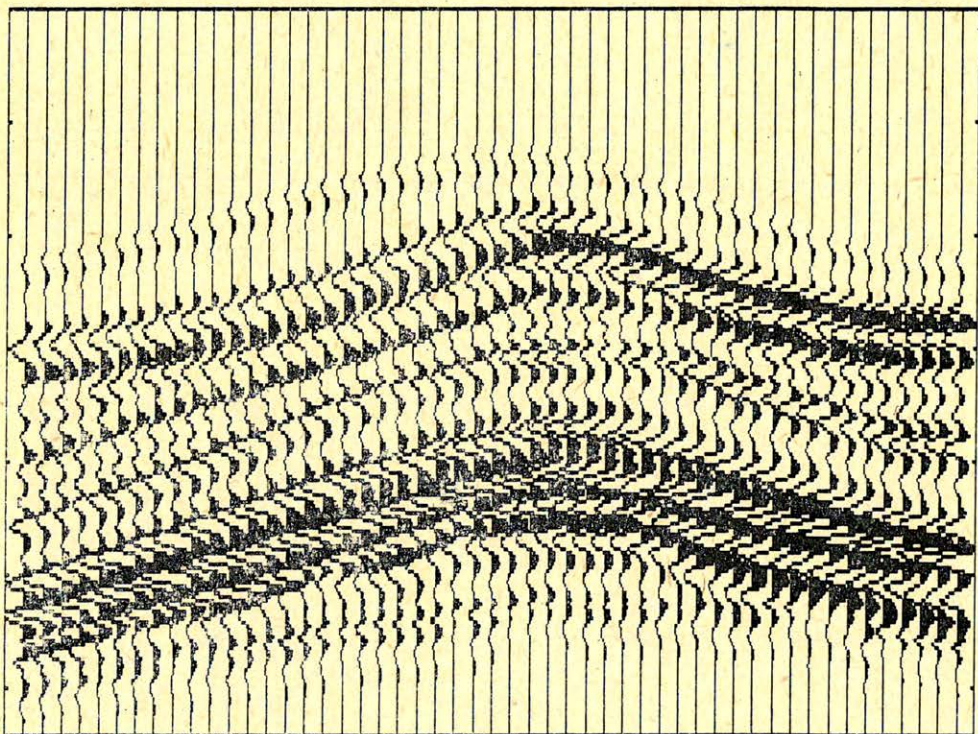
Geo 86/24-10

10. ábra. Akusztikus impedancia szelvény  
 Рус. 10. Разрез акустической жесткости  
 Fig. 10. Acoustic impedance section

jelölésével történik. A nagyítás mértékét a képernyő és a kijelölt ablak méretének aránya szabja meg. A 8. ábra a kinagyított szelvényrészletet mutatja.

A 9. ábrán egy másik geológiai modellt mutatunk be. Az akusztikus impedancia szelvény a 10. ábrán látható. Az eredményül kapott szintetikus időszelvényt (11. ábra) időben lineárisan változó, 140 Hz-ről 100 Hz-re csökkenő jellemzőkkel számítottuk. A CMP csatornák köze 40 m, a szelvényhez 10%-os rendezetlen zaj járul. A 12. ábrán látható szintetikus időszelvény a fenti paraméterek mellett, a többszörösök hozzáadásával készült.

A feldolgozás során standard feladat az egyes szelvények különböző sávszűrőkkel való szűrése. A megfelelő szűrők kiválasztásához általában szűrőtesztet készítenek. Természetesen ez is megoldható interaktív úton. A 13. ábrán erre mutatunk példát. A 12. ábrán bemutatott szintetikus időszelvényre készítettünk szűrőtesztet. A baloldalon az eredeti időszelvény kiválasztott részlete látható, a 20. CMP csatornával kezdődően. Mellette a megadott sávszűrőkkel végzett szűrések eredményeit mutatjuk be. A 14. ábra a 3. szűrő paramétereivel szűrt szintetikus időszelvény.

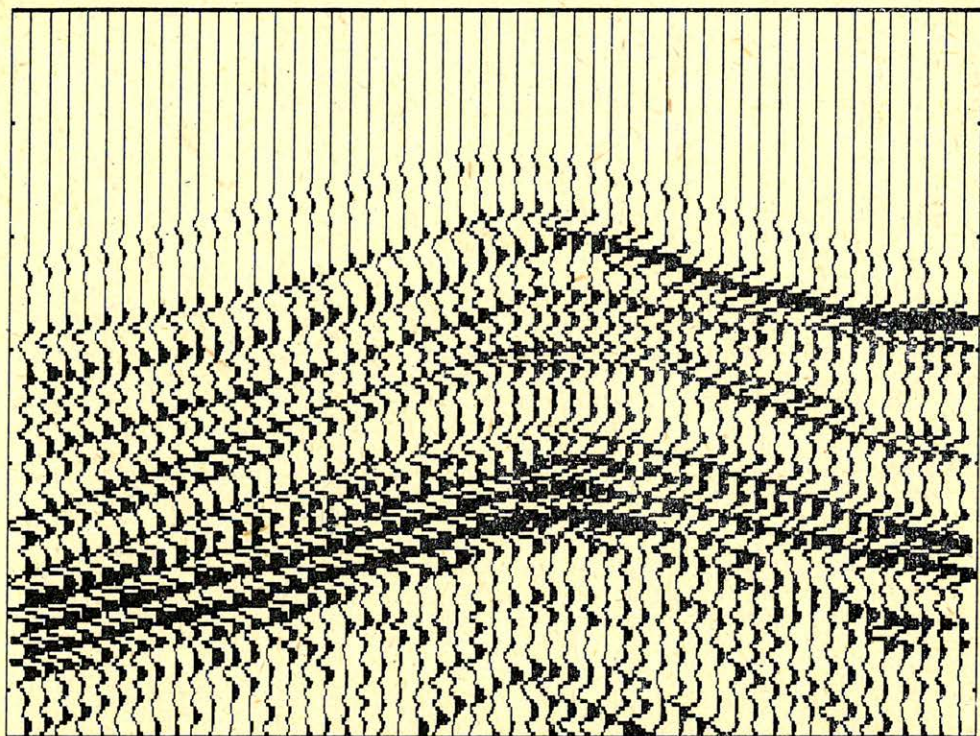


Geo 86/2411

11. ábra. Szintetikus időszelvény

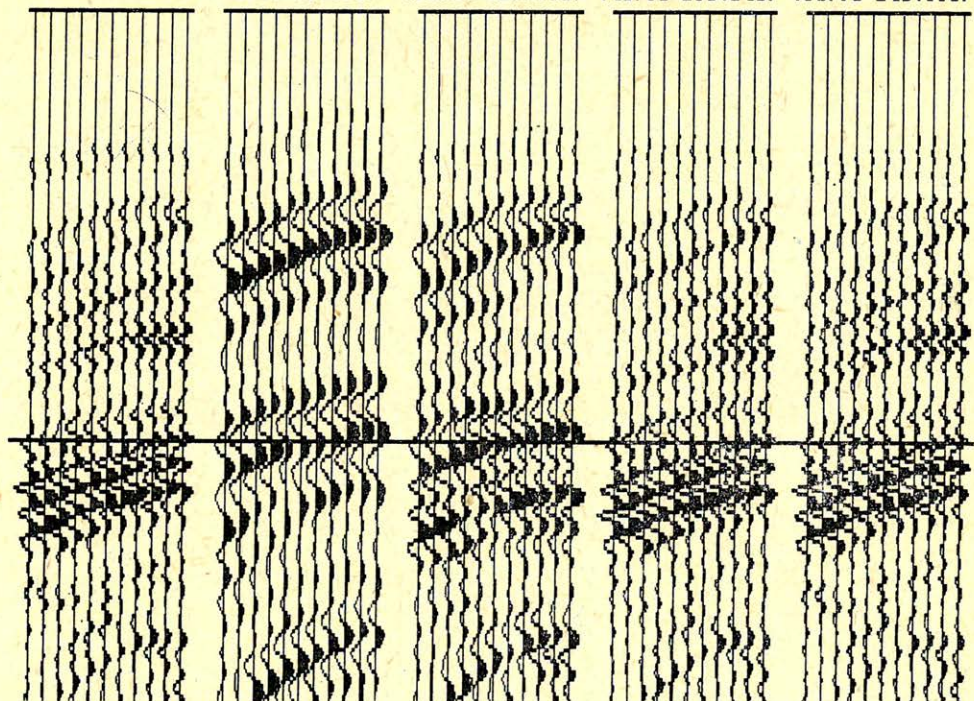
Рис. 11. Временной синтетический разрез

Fig. 11. Synthetic time section



Geo 86/24-12

(10)20-90(135) (20)30-120(180) (40)60-180(240) (60)90-240(360)



Geo 86/24-13

12. ábra. Szintetikus időszelvény többszörösökkel

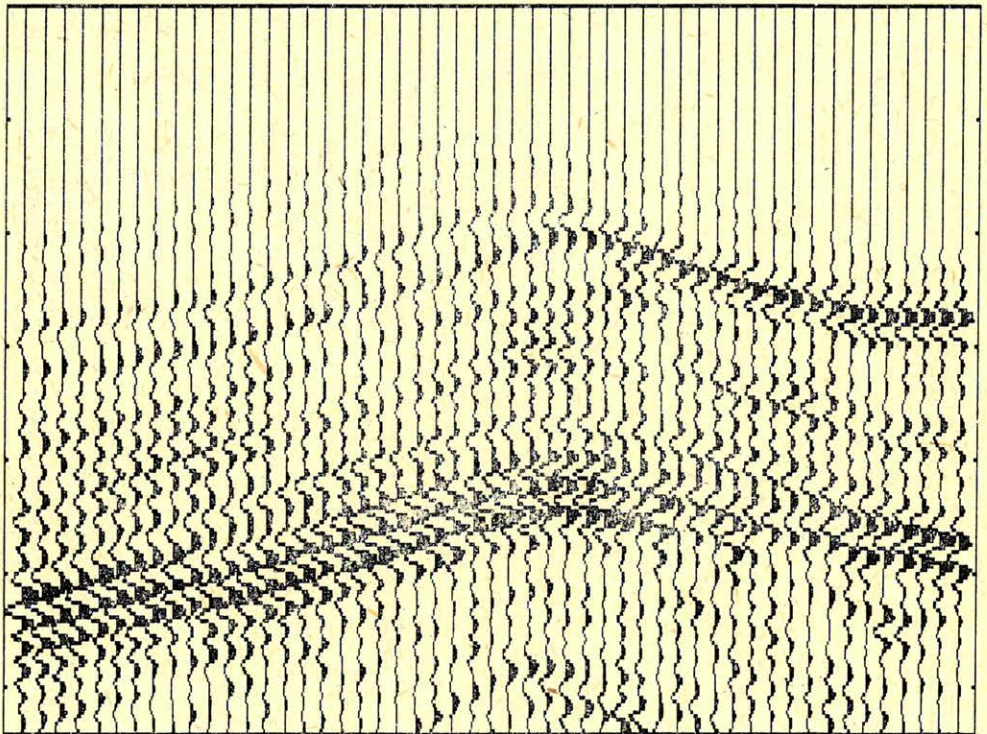
Рис. 12. Синтетический временной разрез с многократными отражениями

Fig. 12. Synthetic time section with multiples

13. ábra. Szűrő teszt

Рис. 13. Фильтрующий тест

Fig. 13. Filter test



Geo 86/24-14

14. ábra. Szűrt szintetikus időszelvény

Рис. 14. Синтетический временной разрез после фильтрации.

Fig. 14. Filtered synthetic time section

#### IRODALOM

- Denver Geophysical Society: Report of C. E. E. D. I A Comparison, Evaluation, Exhibition and Demonstration of Geophysical Workstations Denver Geophysical Society, 1985, Denver
- Vennett, B. L. N. – A. J. Harding: Is ray theory adequate for reflection seismic modelling? (A survey of modelling methods) 46 th EAEG Meeting, London, June 1984.
- Interpret: Interactive interpretation workstation for 2–D and 3–D seismic surveys CGG Technical Series No. 545, May 1986.
- Crystal Interpretation System Western Geophysical, Houston, 1985.



## Geofizikai adatsorok szegmentálása

PUSZTA SÁNDOR\*

A geofizikai adatsorok feldolgozásában, az értelmezés előkészítésében fontos lépés a lényeges változások helyeinek kijelölése és ezen helyek között az adatok állandó értékkel helyettesítése, az eredeti adatsor lépcsős függvény közelítése. A következő módszereket vizsgáltuk meg: Walsh-transzformáció, átlagképzés, mediánszűrés és a bemenetet Markov-folyamatnak tekintő szegmentálás.

Az eljárások két nagy csoportba oszthatók:

- a lehetséges intervallumok határai bizonyos értelemben rögzítettek, az intervallumon belüli érték határozandó meg (példa a Walsh-tartományban végzett aluláteresztő szűrés),
- az intervallumokban felvett értékek száma költől, az intervallumok határai az eljárásból adódnak (példa: Markov folyamat alapján végzett szegmentálás)

Az eljárásokat akusztikus karotázisadatokból számított sebesség adatokon hasonlítjuk össze.

Egyik eljárás sem tekinthető tökéletesnek. Valószínűleg mindig szükséges lesz a kísérleti feldolgozás és a kiértékelő döntése, esetleg több eljárás egyesítése.

A módszerek előnye, hogy szubjektív hibáktól mentes és gyors szegmentálást biztosítanak.

В обработке геофизических данных и проведения их интерпретации важным шагом является выделение участков резкого изменения значений данных; аппроксимация постоянными значениями данных находящихся между выделенными участками, т. е. подготовка ступенчатой модели ряда геофизических данных. В работе проведено исследование следующих методов: трансформация Walsh, осреднение, медианная фильтрация и сегментация входных данных рассматриваемых как процесс Маркова.

Все методы можно разделить на две большие группы:

- возможные границы интервалов в определенном смысле фиксированы, в пределах интервала определены его характеристики (пример- в области Walsh проведенная фильтрация нижних частот),
- в интервалах число взятых значений ограничено, границы интервалов зависят от применяемого метода (напр имерпроведенная сегментация на основе принципа Маркова).

Методы сравниваются между собой со значениями скоростей полученных по данным акустического каротажа.

У каждого из методов есть свои недостатки. Скорее всего всегда нужно будет прибегать к пробной обработке или применять сразу несколько методов.

Преимущество методов – гарантируют избежать от субъективных ошибок вместе с тем быструю сегментацию.

The indication of the places of significant changes and the substitution of the measured data between these points by constant values producing the box-car function representation of the original data series are important steps both in the processing of the geophysical data series and in the preparation of the interpretation. The following methods have been examined: the Walsh-transformation, the method of averages, the median-filtering and the segmentation method considering the input data as a Markov process.

The following two groups of the methods can be determined:

- the boundaries of the possible intervals are fixed in a sense and the constant value inside each interval is to be determined. (An example is the low-pass filtering in Walsh domain.)
- the number of the values is determined in the intervals and the boundaries are produced by the method. (An example can be the Markov process type of segmentation.)

The techniques are compared using velocity data calculated from acoustic logs. None of the methods can be considered perfect. Likely the experimental processing phase the decision of the interpreter and the combined application of some of the methods will be needed.

The advantage of these methods is, that a quick segmentation can be completed which is free from subjective errors.

\* ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest

## Bevezetés

Geofizikai adatok feldolgozásában lényeges feladat lehet a mért mennyiség osztályokba sorolása. A szeizmikus értelmezés automatizálásának egyik eleme a szeizmikus csatorna vagy a szeizmikus időszelvény bizonyos szempontból eltérő részeinek elkülönítése. Ez pedig különböző tulajdonságok szerinti osztályokba sorolásra és a többdimenziós osztályozás alapján meghozott döntésekre épülhet. Az osztályokba sorolás helyett gyakran a szegmentálás kifejezést használják. Szemléletesen fogalmazva az eljárást *lépcsős függvénnyel való közelítésnek* is nevezhetjük.

A szegmentálás több módszerrel is elvégezhető. Ezek közül eléggé kézenfekvő a Walsh-transzformáció alkalmazása, mert definíciója miatt szakaszonként állandó függvényeket állít elő, melyek bizonyos értelemben közelítik az eredeti függvényt. De elvégezhető a szegmentálás átlagképzésekkel, mediánszűrővel és a szegmentálandó függvényt Markov-folyamatnak tekintő eljárással is.

A dolgozat célja ezen eljárások ismertetése és összehasonlítása. Az illusztráció egy Battonya környéki mélyfúrásban meghatározott sebességszelvény (CVL) mintavételezett adatarendszer. Markov-folyamatot felhasználó módszert írt le *Vérmes (1984)*. A Walsh-transzformáció alkalmazásával a magyar szakirodalom még nem foglalkozott. Emiatt ezt a módszert valamivel részletesebben tárgyaljuk.

## Walsh-függvények

A Walsh-függvények definiálása előtt célszerű felidézni az ortogonális függvényrendszerek néhány általános tulajdonságát.

Négyzetesen integrálható függvények terében (az ún.  $L_2$  térben) léteznek teljes ortogonális függvényrendszerek (*Szőkefalvi-Nagy, 1954*). A megszámlálható sok elemből álló rendszert szimbólikusan  $\{\varphi_n\}$ -nel jelöljük. Az *ortogonalitás*, ismert módon:

$$\int \varphi_n(x) \cdot \varphi_m(x) dx = \begin{cases} k & n = m \\ 0 & n \neq m \end{cases} \quad (1)$$

Amikor  $k = 1$  tetszőleges  $n$  értékre, a  $\{\varphi_n\}$  függvényrendszer *ortonormált*.

Teljes ortonormált függvényrendszer szerint tetszőleges  $f(x) \in L_2$  sorbafejthető:

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cdot \varphi_n(x), \quad (2)$$

melyben a  $C_n$  együtthatók az  $f(x)$  függvény  $\{\varphi_n\}$  rendszer szerinti együtthatói

$$C_n = \int f(x) \cdot \varphi_n(x) dx. \quad (3)$$

Amikor a  $\{\varphi_n\}$  rendszer teljes ortogonális rendszer, de nem normált az együtthatók értéke:

$$C_n = \frac{\int f(x) \varphi_n(x) dx}{\int \varphi_n^2(x) dx}. \quad (4)$$

A matematikai fizikában igen sok különböző ortogonális függvényrendszert használunk. Az alapfüggvényeket a feladat természetéhez illeszkedően választják. Ismert példák a komplex Fourier sorok és a Legendre polinomok.

A komplex Fourier sor a  $\varphi_n = e^{jnx}$  rendszer szerinti sorfejtés; azaz

$$f(x) = \sum_n C_n \cdot e^{jnx} \quad (5)$$

melyben az együtthatók:

$$C_n = \frac{1}{2\pi} \int f(x) e^{-jnx} dx \cdot \quad (6)$$

A Legendre polinomok az  $1, x, x^2, \dots, x^n, \dots$  függvényekből Schmidt-féle ortogonalizálási eljárással (ld. *Szőkefalvi-Nagy, 1954*) levezetett, a  $[-1, 1]$  intervallumon normált rendszert alkotó polinomok. A rendszer általános tagja:

$$\varphi_m(x) = P_m(x) = \frac{1}{m!2^m} \cdot \frac{d^m}{dx^m} \cdot (x^2 - 1)^m. \quad (7)$$

Az első néhány Legendre polinom:

$$\begin{aligned} P_0(x) &= 1, & P_1(x) &= x, \\ P_2(x) &= \frac{1}{2}(3x^2 - 1), & P_3(x) &= \frac{1}{2}(5x^3 - 3x), \\ P_4(x) &= \frac{1}{8}(35x^4 - 30x^2 + 3), & P_5(x) &= \frac{1}{8}(63x^5 - 70x^3 + 15x). \end{aligned}$$

A Legendre polinomokkal a  $[-1, 1]$  intervallumban az  $f(x)$  függvény

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n \cdot P_n(x) \quad (8)$$

alakban állítható elő, a  $C_n$  együtthatók a

$$C_n = \frac{2n+1}{2} \int_{-1}^1 f(x) \cdot P_n(x) dx \quad (9)$$

képlettel határozhatók meg.

További példák lehetnek adott súlyfüggvényre vonatkozólag különböző intervallumokban ortogonális polinomok: Csebisev-polinomok, Jacobi-polinomok, Hermit-polinomok, Laguerre-polinomok. Jelentőségüket az adja, hogy mindegyikük egy-egy másodrendű lineáris differenciálegyenletnek tesz eleget. A differenciálegyenletek gyakran szerepelnek fizikai jelenségek és folyamatok leírásában.

A dolgozat célkitűzése szempontjából fontosabbak számunkra a *lépcsős* alapfüggvényekből álló ortogonális rendszerek. Az első ilyen rendszert *Haar*

Alfréd közölte 1909-ben doktori disszertációjában. A függvények  $[0,1]$  szakaszon vannak értelmezve. Néhány kis indexű Haar-függvényt az 1. ábra mutat be. Az alapfüggvények két indexesek; az első néhány alapfüggvény definíciója:

$$X_0^{(0)}(x) = 1 \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (10a)$$

$$X_0^{(1)}(x) = \begin{cases} 1 & \text{ha } 0 \leq x < \frac{1}{2} \\ 0 & \text{ha } x = \frac{1}{2} \\ -1 & \text{ha } \frac{1}{2} < x \leq 1 \end{cases} \quad (10b)$$

$$X_1^{(1)}(x) = \begin{cases} \sqrt{2} & \text{ha } \frac{1}{2} \leq x < \frac{3}{4} \\ -\sqrt{2} & \text{ha } \frac{3}{4} < x \leq 1 \\ 0 & \text{minden más pontban,} \end{cases} \quad (10c)$$

$$X_1^{(2)}(x) = \begin{cases} \sqrt{2} & \text{ha } \frac{1}{2} \leq x < \frac{3}{4} \\ -\sqrt{2} & \text{ha } \frac{3}{4} < x \leq 1 \\ 0 & \text{minden más pontban,} \end{cases} \quad (10d)$$

és általában (alsó index:  $n \geq 0$ , míg a felső index  $k: 1 \leq k \leq 2^n$ ):

$$X_n^{(k)}(x) = \begin{cases} \sqrt{2^n} & \text{ha } \frac{k-1}{2^n} \leq x < \frac{k}{2^n} \\ -\sqrt{2^n} & \text{ha } \frac{k-1}{2^n} < x \leq \frac{k}{2^n} \\ 0 & \text{minden más pontban.} \end{cases} \quad (11)$$

Az alapfüggvények szerkezete miatt a rendszer ortogonális. Amikor az alsó indexek megegyeznek, már a  $X_n^{(l)} \cdot X_n^{(k)}$  szorzat is zérus – ld. pl. az 1. ábrán  $X_{\frac{1}{2}}^{(1)}(x)$  és  $X_{\frac{1}{4}}^{(2)}(x)$ . Amikor az alsó indexek különböznek a nagyobb alsó indexű Haar-függvény benne foglaltatik egy olyan intervallumban, melyben a kisebb alsó indexű állandó, pl.  $m > n$  és akár  $k \neq 1$ , akár  $k = 1$  esetén:

$$\int_0^1 X_m^{(l)}(x) \cdot X_n^{(k)}(x) dx = \pm \sqrt{2^n} \cdot \int_0^1 X_m^{(l)}(x) dx = 0. \quad (12)$$

Könnyen belátható, hogy a rendszer normált is.

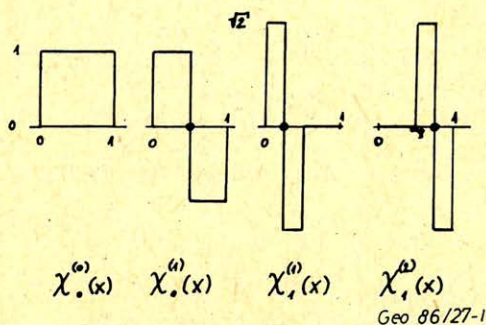
A Haar-féle rendszernél egyszerűbb a – szintén a  $[0,1]$  intervallumon értelmezett – Rademacher-féle ortogonális rendszer. Ennek első néhány alapfüggvényét a 2. ábrán mutatja. A  $[0,1]$  intervallumot  $2^n$  egyenlő részre osztjuk, az  $r_n(x)$  Rademacher-féle függvény az így kapott nyílt intervallumokban felváltva a  $+1$  és  $-1$  értéket veszi fel; az osztópontokban és végpontokban pedig értéke zérus. A definíciót képletekkel is megadhatjuk:

$$r_n(x) = \operatorname{sgn}(\sin 2^n \pi x), \quad (n = 1, 2, \dots), \quad (13)$$

vagy

$$r_n(x) = (-1)^{[2^n x]}, \quad (n = 1, 2, \dots). \quad (14)$$

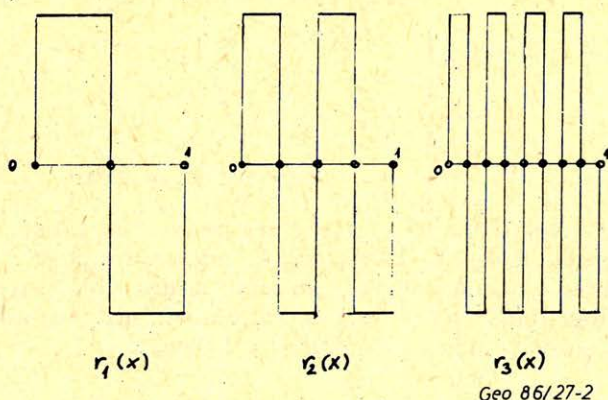
A (13) képletben  $\operatorname{sgn}$  az előjel függvényt, a (14) képletben a szögletes zárójel az egész-rész képzést jelöli.



1. ábra. Kis indexű Haar-függvények

Рис. 1. Функция Хаара с небольшими индексами.

Fig. 1. Haar functions of low index



2. ábra. Néhány Rademacher-függvény

Рис. 2. Несколько функций Радемачера.

Fig. 2. Some Rademacher functions

A Rademacher-féle függvényrendszer ortogonális: könnyen belátható, hogy két tetszőleges függvény szorzata is  $+1$  és  $-1$  értékű szakaszokból áll és a különböző előjelű szakaszok hossza azonos, emiatt az integrál zérus. Az is nyilvánvaló, hogy a rendszer normált: tetszőleges Rademacher-függvény négyzete  $1$  a teljes  $[0,1]$  intervallumon. A rendszer azonban *nem teljes*. Még azáltal sem tehető teljesé ha az azonosan  $1$  értékű függvénnyel is kiegészítjük az  $r_1(x), r_2(x), \dots$ , függvényrendszert. A függvények ugyanis antiszimmetrikusak a  $0.5$  pontra nézve:

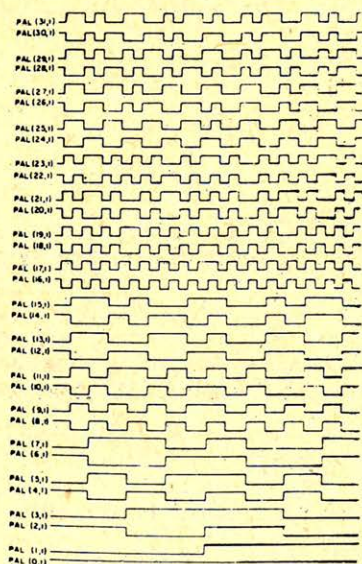
$$r_n(x) = -r_n(1-x),$$

emiatt minden olyan  $f(x)$  ortogonális rájuk, amely a  $0.5$  középpontra nézve szimmetrikus. Ha az  $f(x)$  integrálja  $(0,1)$  intervallumban zérus, az  $f(x)$  még a rendszerhez hozzávett, állandóan  $1$  értékű függvényre is ortogonális.

A Walsh-függvények rendszere a Rademacher-függvények teljes ortonormált kiterjesztésével is levezethető. A  $0$  indexű Rademacher-függvénynek tekintjük az állandóan  $1$  értékű függvényt. Az  $n$  (egész) indexű Walsh-függvényt Rademacher-függvények szorzata adja:

$$\text{WAL}(n, t) = \prod_{i=1}^m r_i(t). \quad (15)$$

Szorzatban csak azok az  $r_i(t)$  függvények szerepelnek, melyekre az  $n$  index Gray kódban megadott  $i$ -edik bithelyén  $1$  áll. A teljesség érdekében röviden meg-



Geo 86/27-3

3. ábra. „Természetes” sorrendű Walsh-függvények

Рис. 3. Функции Уалша в естественной последовательности.

Fig. 3. Walsh functions of natural sequence

adjuk a Gray-kód definícióját. Először definiálnunk kell a *modulo* -2 összegezést: ez bináris összeadás, az átvitel elhagyásával. A lehetséges esetek:

$$0 \oplus 0 = 0, 0 \oplus 1 = 1, 1 \oplus 0 = 1 \text{ és } 1 \oplus 1 = 0. \quad (16)$$

(A közönséges összeadástól megkülönböztetendő, az összegezés jelét körben helyezik el). Az  $n$  szám bináris alakja legyen:

$$n = (b_m b_{m-1} \dots b_1). \quad (17)$$

A Gray-kód bitjeit

1. táblázat Таблица 1. Table 1

Decimális	Binális	Gray kód
0 .....	0000	0000
1 .....	0001	0001
2 .....	0010	0011
3 .....	0011	0010
4 .....	0100	0110
5 .....	0101	0111
6 .....	0110	0101
7 .....	0111	0100
8 .....	1000	1100
9 .....	1001	1101
10 .....	1010	1111
11 .....	1011	1110
12 .....	1100	1010
13 .....	1101	1011
14 .....	1110	1001
15 .....	1111	1000

$$g_i = b_i \oplus b_{i+1} \quad (18)$$

definiálja, azaz

$$n = (g_m, g_{m-1} \dots g_1). \quad (19)$$

Az első néhány természetes szám decimális, bináris és Gray-kódú megadását az 1. táblázat tartalmazza.

A (15) előállítás illusztrálására határozzunk meg néhány kis indexű Walsh-függvényt. Ha  $n = 1$ , a táblázat 2. sorából láthatóan a Gray-kód első bit-helyén 1 áll, azaz

$$WAL(1, t) = r_1(t).$$

Amikor  $n = 2$ , a Gray-kód első és második helyén áll 1, azaz

$$WAL(2, t) = r_2(t) \cdot r_1(t).$$

A (15) alakú előállítást néha úgy módosítják, hogy a Walsh-függvények szorzata jobban hasonlítson a harmonikus függvények szorzatához. (A módosítás egyszerű fázistolás). Így jutnak a 3. ábrán bemutatott ún. természetes sorrend-be rendezett Walsh-függvények szorzatához (Beauchamp, 1975).

Számos más előállítás is lehetséges: rekurzív generálás, Hadamard mátrixokból történő előállítás, szinusz és koszinusz függvények különböző szorzatain alapuló előállítás stb. Ezek közül csak a rekurzív előállítást ismertetjük:

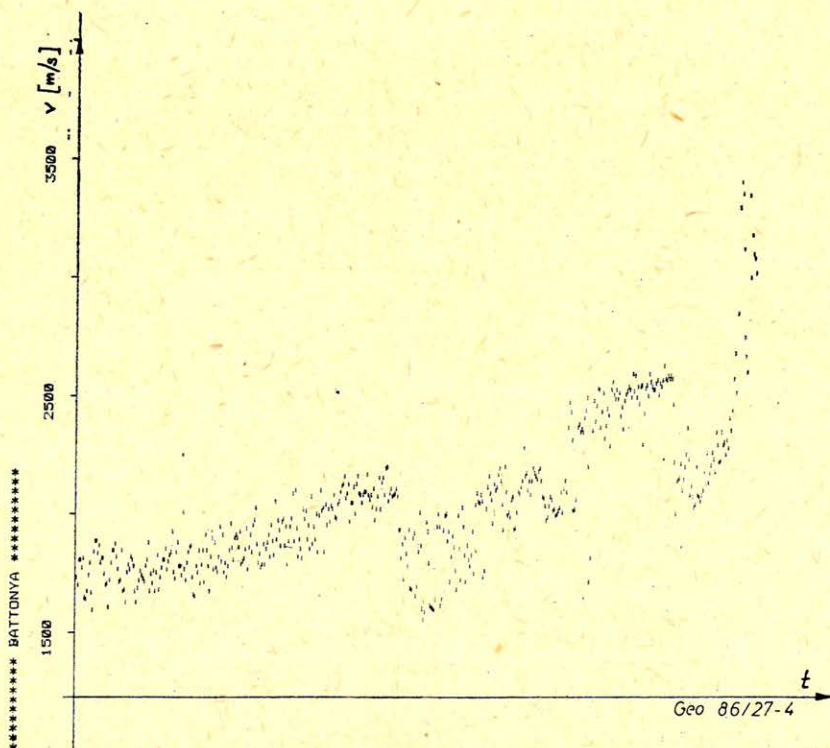
$$WAL(0, t) = 1 \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (20a)$$

$$WAL(2j+q, t) = (-1)^{[j/2]+q} \cdot \{WAL(j, 2 \cdot t) + (-1)^{j+q} \cdot WAL(j, 2 \cdot (t-1/2))\}. \quad (20b)$$

Ha a  $[0, 1]$  intervallumot  $N = 2^k$  egyenközű részre osztjuk, valamint a  $t$  helyett az  $n = 0, 1, \dots, N-1$  indexelést használjuk:

$$WAL(2j+q, n) = (-1)^{[j/2]+q} \cdot \left\{ WAL(j, 2 \cdot n) + (-1)^{j+q} \cdot WAL(j, 2 \cdot n - N) \right\}. \quad (20c)$$

A  $[0, 1]$  intervallumon kívül első indexekre a  $WAL$  függvény értékét zérusnak kell tekinteni.



4. ábra. A számítási példák bemeneti függvénye

Рис. 4. Пример расчета входной функции.

Fig. 4. The input functions of the numerical examples



## Átlagképzés, mediánszűrés, Markov-lánc modell

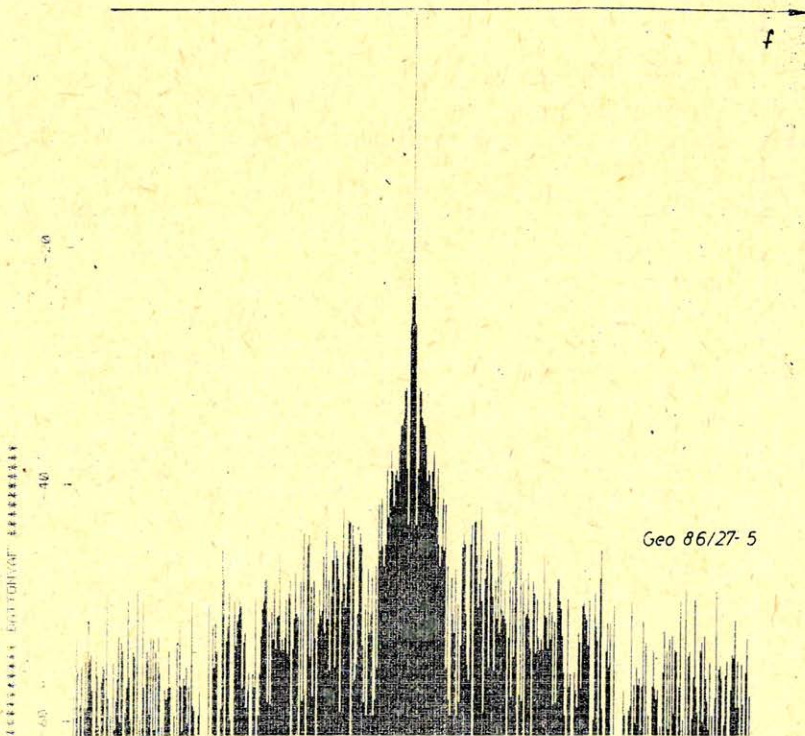
Ebben a fejezetben a nem ortogonális átalakításokról lesz szó, melyek bizonyos mértékben a szegmentálási feladat megoldásai is szolgálhatnak.

### Átlagképzés rögzített intervallumokon

A bemenet adatait valamilyen megfontolás szerint intervallumokra bontjuk. A kijelölt intervallumok adataiból átlagértéket számítunk. A kimeneti pontokhoz a saját intervallumok átlagát rendeljük hozzá.

### Átlagtól való eltérésen alapuló intervallumkijelölés

A kezdő elemtől mindig egy-egy újabb elemet véve, kiszámítandó az átlag értéke. Az intervallum határa ott van, ahol a következő elem az átlagtól egy adott kritérium szerint *túl*ságosan eltér. Ekkor a kimeneten az intervallum minden pontja az átlagértéket kapja és az „eltérő” elemtől indulva új intervallum feldolgozása kezdődik.

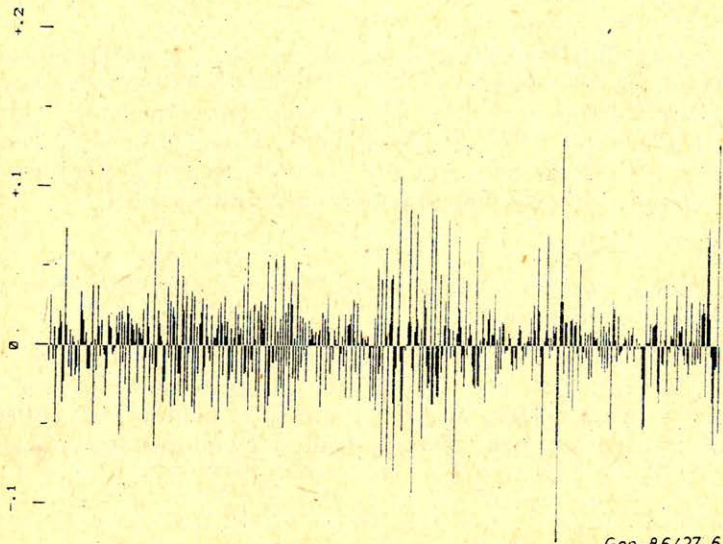


5. ábra. A bemenet Fourier transzformáltjának abszolút értéke dB skálán

Рис. 5. Абсолютное значение входной трансформации Фурье в дБ.

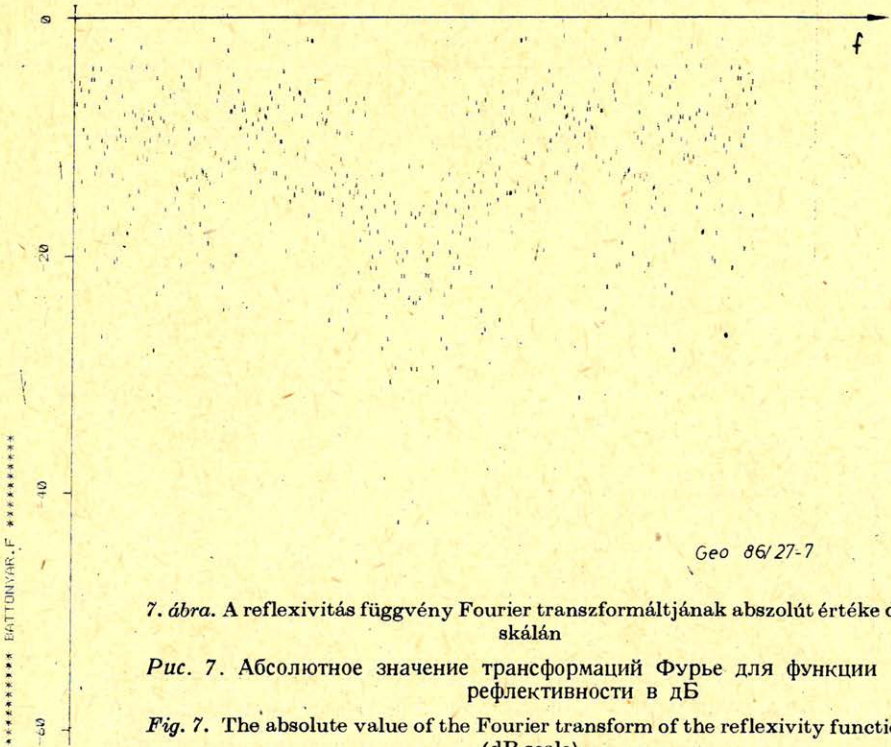
Fig. 5. Absolute value of the Fourier transform of the input (dB scale)

\*\*\*\*\* BATTONYAR \*\*\*\*\* REFLEXIVITAS FGV \*\*\*\*\*



Geo 86/27-6

6. ábra. A bemenetből számított reflexivitas függvény  
 Рус. 6. Функция рефлексивности рассчитанная по входным данным.  
 Fig. 6. Reflexivity function derived from the input



Geo 86/27-7

7. ábra. A reflexivitas függvény Fourier transzformáltjának abszolút értéke dB skálán  
 Рус. 7. Абсолютное значение трансформаций Фурье для функции рефлексивности в ДБ  
 Fig. 7. The absolute value of the Fourier transform of the reflexivity function (dB scale)

\*\*\*\*\* BATTONYAR..F \*\*\*\*\*

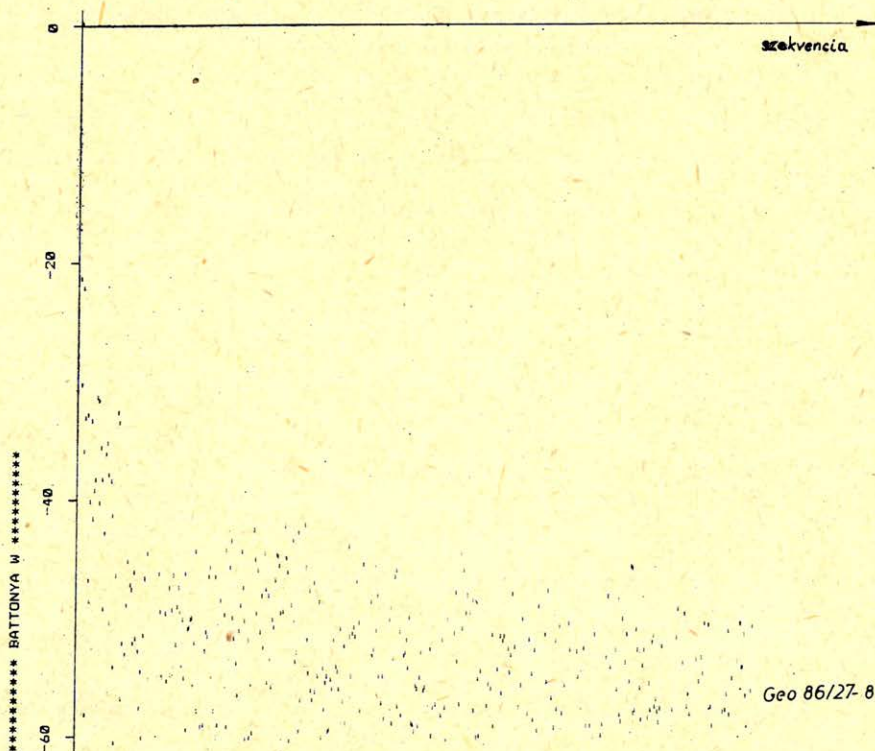
## Mediánszűrés

A művelet  $L$  pontszámú futó ablakból dolgozik. Kiválasztja az aktuális, érték szerint rendezett adatok középső elemét — mediánját. Ez az érték lesz az ablak középső pontjához tartozó kimenet. Az ablak tovább lép, a rendezés és kiválasztás folytatódik. Ha az ablak a bemenet végére ért, akkor a kimenet a bemenet helyébe kerül, és a feldolgozás mindaddig folytatódik, míg változás történik az adatokon. A művelet eredménye a már stacionáriussá vált kimenet.

## Markov-láncon alapuló modellezés

E témakör elméleti alapjainak leírása megtalálható a szakirodalomban, így itt csak egy rövid vázlatra szorítkozunk.

Az átalakítandó adatsort tekintsük egy véletlen folyamat realizációjának, melyben egy kapcsolatot írunk elő a valószínűségi változó aktuális értéke és az őt követő valószínűségi változó értéke között. A kapcsolat pontosabb megfogalmazása a következő: megadjuk annak valószínűségét, hogy a következő pillanat-



8. ábra. A bemenet Walsh transzformáltjának abszolút értéke dB skálán

Рис. 8. Абсолютное значение входной трансформации Уалша в дБ.

Fig. 8. The absolute value of the walsh transform of the input (dB scale)

ban  $x_k$  paraméteret fogunk mérni feltéve, hogy most  $x_l$  értéket mérünk, tehát megadjuk a

$$P_r(U_{t+1} = x_k | U_t = x_l) \quad (21)$$

feltételes valószínűséget.

A problémakör kezelhetősége érdekében többféle egyszerűsítő feltevéssel élünk:

feltesszük, hogy a (21) kapcsolat nem függ  $t$ -től;

feltesszük, hogy a lehetséges paraméterek ( $x$ ) értékkészlete diszkrét, végül

feltesszük, hogy a bemenő adatok halmaza is diszkrét.

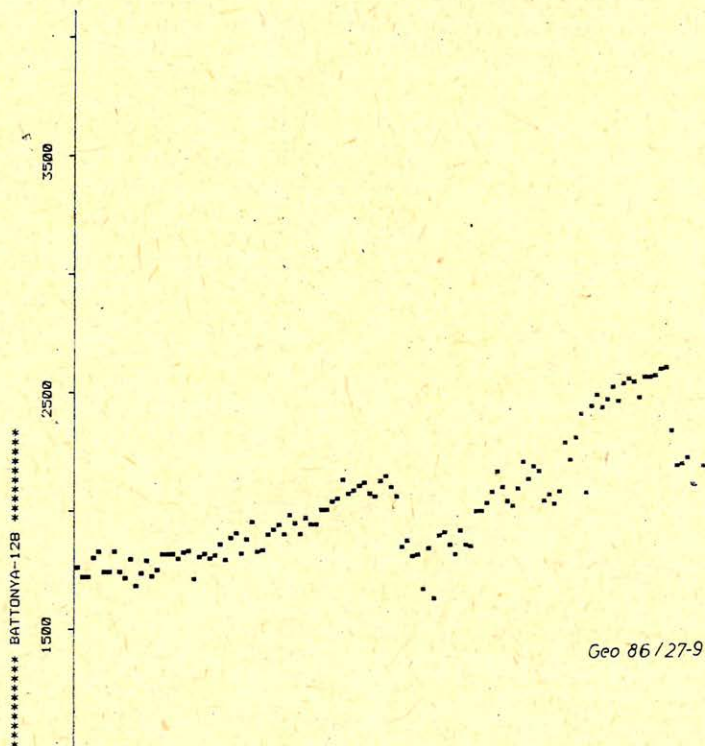
A feltételes valószínűség (21) kifejezésben emiatt  $0 \leq t < N$ , ahol  $N$  a mért adatsor hossza,  $l \leq k, l \leq M$ , ahol  $M$  a lehetséges paraméterek száma.

A valós mérési anyagon nem teljesül az  $x_t \rightarrow U_t$ , hanem  $x_t \rightarrow U_t + n_t$ , ahol  $n_t$  zaj.

A Vermes (1984) által közölt Markov-lánccal történő modellezési algoritmust alkalmaztuk a következők szerint:

A bemenetet egydimenziós Markov láncsal közelítettük;

Az átmeneti valószínűség mátrixot a jeltől függetlenül adtuk meg, minden  $P_{ik}$  ( $i \neq k$ ) esetén azonosnak. Az  $i = k$  eset valószínűsége (a paraméter ebben a lépésben nem változik) a program egyik bemenő adata.



9. ábra. Walsh tartománybeli aluláteresztő szűrés eredménye. Levágási szekvencia = 128.

Рис. 9. Результат низкочастотной фильтрации в области Уалша.  
Порог среза равен 128 секвенции.

Fig. 9. The result of a low-pass filtering in Walsh domain. Cut-off sequence = 128.

A lehetséges paraméterek értékkészletét a bemeneti adatok által átfogott tartomány egyenközű beosztásával állítottuk elő. Az, hogy hány részre legyen osztva ez az intervallum, a program bemenő adata volt.

Annak érdekében, hogy a bemenethez jól illeszkedő Markov-láncot találjon a megvalósított eljárás, egy veszteségfüggvényt minimalizál.

A veszteségfüggvény komponensei:

$$D_{j,i} = \frac{1}{2\sigma^2}(u_i - x_j)^2 \quad (22)$$

$u_i$  a mért érték az  $i$  időpontban

$x_j$  a  $j$ -edik lehetséges állapot

$\sigma$  a veszteségjárulék súlyozó tényezője (szórása).

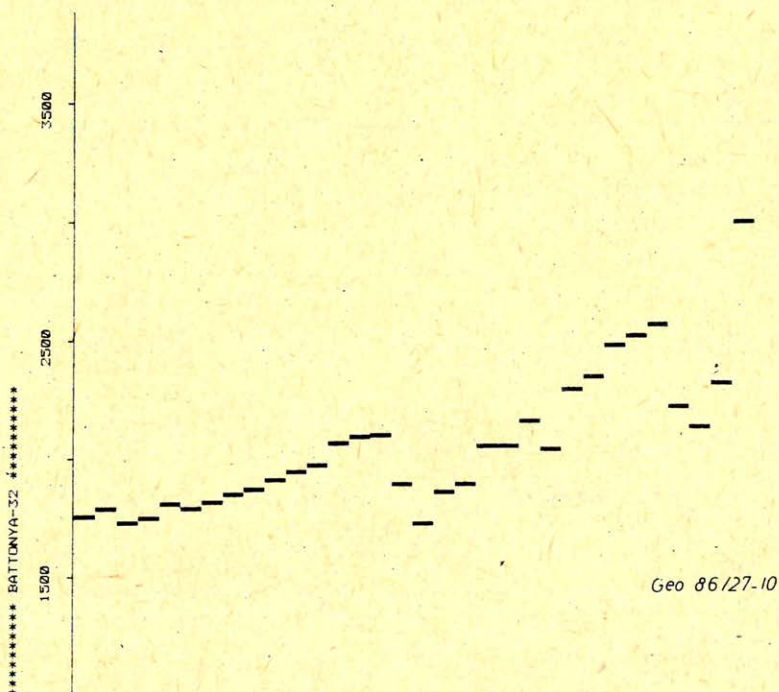
Tudjuk, hogy általában  $u_i \neq x_i$ .  $D$  értéke a mért jelhez közeli paraméter választásakor lesz kicsi.

$$T_{j,k} = -\ln P_{jk} \quad (23)$$

$j, k$  a lehetséges állapotok indexei

$P_{jk}$  a  $j \rightarrow k$  átmenet valószínűsége.

$T$  értéke nagy, ha kis valószínűségű átmenetet tételezünk fel.



10. ábra. Walsh tartománybeli aluláteresztő szűrés eredménye. Levágási szekvencia = 32.

Рис. 10. Результат низкочастотной фильтрации в области Уолша.  
Порог среза равен 32 секвенции.

Fig. 10. The result of a low-pass filtering in Walsh domain. Cut-off sequence = 32.

A kimenet az egyes időpontokhoz tartozó azon  $x_j$  érték, melyre a veszteség-járulék minimális. Mindebből az következne, hogy a minimális veszteség akkor áll elő, amikor minden pillanatban a jelhez legközelebb eső és legvalószínűbb értékre váltana a kimenet. Ez azonban a szegmentálással kapcsolatos elvárásainak a gyors változások miatt nem felel meg. A problémát úgy oldhatjuk meg, hogy növeljük a  $j. \rightarrow j.$  átmenet valószínűségét ( $\lambda$ ). Ez a  $P_{ij}$  főátlójában álló elemek növelését jelenti.

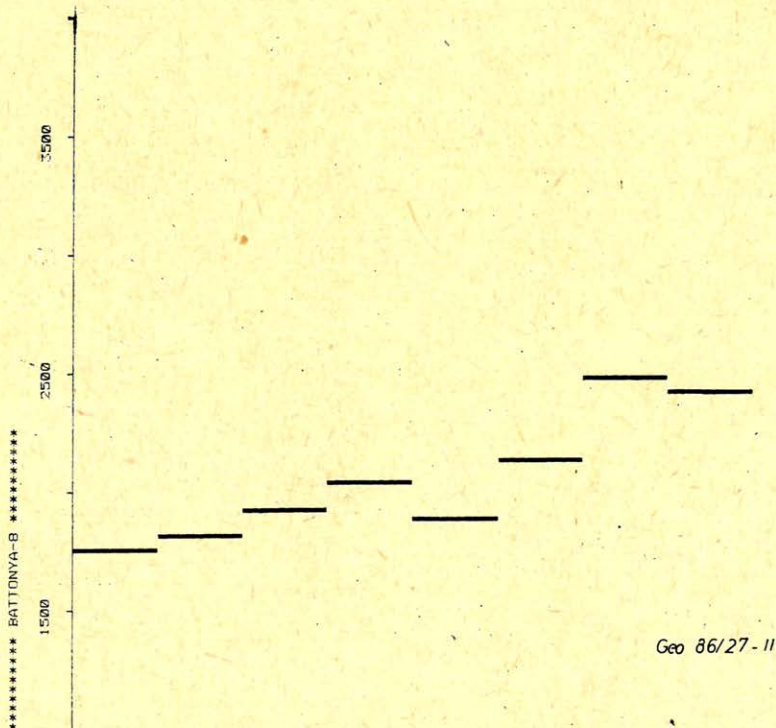
A veszteségjárulékokat minimalizáló rekurzív eljárás:

$$C_{j,0} = -\ln \alpha_i + D_{i,0} \quad (24a)$$

$$C_{j,i+1} = \min_k \{C_{k,i} + T_{k,j}\} + D_{j,i+1} \quad (24b)$$

### A módszerek összehasonlítása, gyakorlati tapasztalatok

Ebben a fejezetben azokról a tapasztalatokról számolunk be, melyeket a szegmentálási feladat megoldásának különböző numerikus módszereivel kapcsolatban nyertünk.



11. ábra. Walsh tartománybeli aluláteresztő szűrés eredménye. Levágási szekvencia = 8.

Рис. 11. Результат низкочастотной фильтрации в области Уолша.  
Порог среза равен 8 секвенции.

Fig. 11. The result of a low-pass filtering in Walsh domain. Cut off sequence = 8.

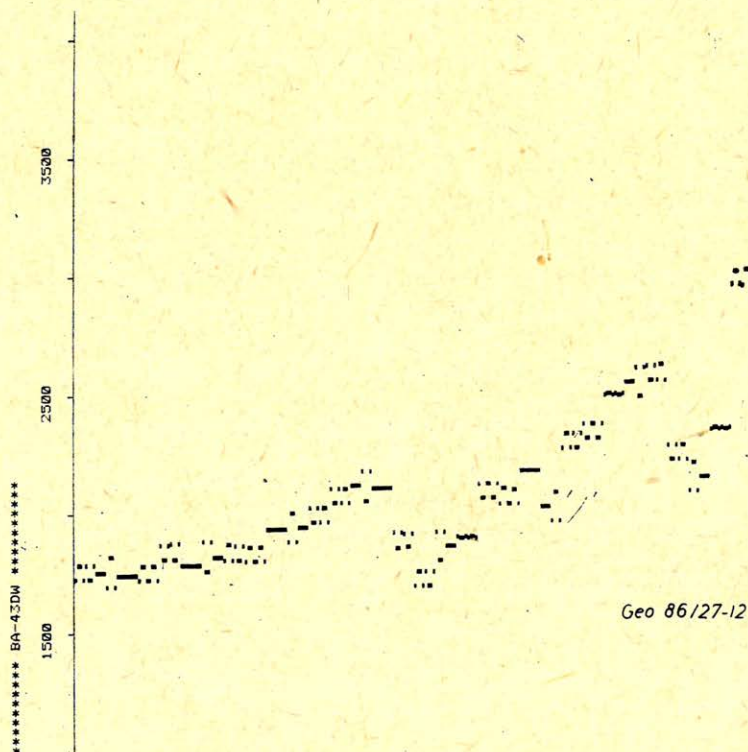
A bemutatásra kerülő számítási példánál bemenetként egy battonyai mélyfúrásban végzett akusztikus karotázsmérés adatait használtuk fel. Az akusztikus karotázsból számított intervallum-sebességeket a kétszeres vertikális terjedési időre számítottuk át és 2 ms lépésközű adatsorra ritkítettük. A kapott számsorozat 512 elemű szakaszát használtuk. Ezt mutatja be a 4. ábra. A sebességek 1500 és 3000 m/s közé esnek. Az időtengelyt a továbbiakban sem jelöljük.

Az 5. ábrán a bemeneti adatsor Fourier transzformáltjának abszolút értékét ábrázoltuk dB skálán. A 0 dB-t a maximális értékhez rendeltük, mely itt az adatsor közepén a DC komponenshez tartozik.

A 6. ábra a bemenetből számított reflexiók együtthatókat ( $r_k$ ) ábrázolja

$$r_k = \frac{v_{k+1} - v_k}{v_{k+1} + v_k}$$

Az  $r_k$  értékei a  $-0.15$ ,  $+0.15$  intervallumba esnek. A reflexivitás függvényből világosan látszik a vizsgált sorozat bonyolultsága. Kitűnik, hogy a szegmenztálási feladat megoldása — tehát az, hogy a bemenetet kevés, lehetőleg objektíven meghatározott intervallumra kívánjuk bontani — nem triviális, és várható-



12. ábra. Bemenettől függő Wals tartománybeli szűrés. Küszöbszint:  $-43$  dB

Рис. 12. Фильтрация в области Уалша в зависимости от входа.  
Пороговое значение:  $-43$  дБ.

Fig. 12. Input dependent filtering in Walsh domain. Threshold level: 43 dB.

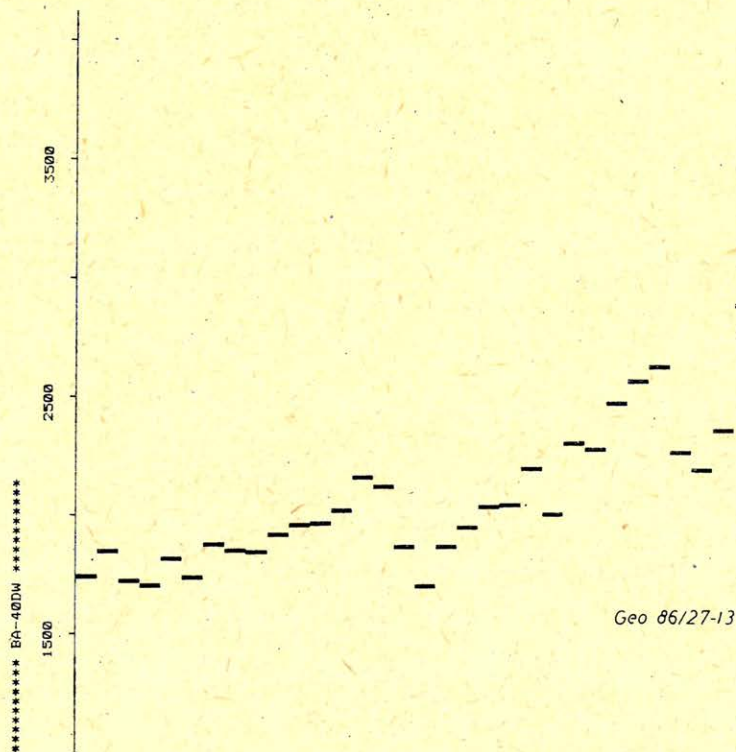
an az eredmény az alkalmazott módszerek jellegétől függően más és más lesz. Az e cikkben közölt vizsgálatok irányát éppen a különbségek feltérképezésének szándéka vezette, annak érdekében, hogy jó szeizmikus modellt konstruálhassunk.

A 7. ábrán a reflexivitás függvény Fourier transzformáltjának abszolút értéke látható, dB skálán. Ez nem fehér zaj spektruma, bár e jelleg részben a korlátozott hosszúságú bemenet miatt áll elő.

A 8. ábrán a bemenet Walsh transzformáltjának abszolút értéke látható (ugyancsak dB skálán). A nulla dB itt is a maximális értékhez van rendelve, mely ez esetben is a DC komponens. Az egyes szekvenciáértékekhez tartozó amplitúdók fentről lefelé növekvő sorrendben követik egymást.

A továbbiakban példát mutatunk Walsh-transzformáció segítségével történő átalakításra: aluláteresztő szűrést végzünk Walsh-tartományban.

A Fourier tartománynál megszokott lépéseket követjük: kiszámítjuk a függvény Walsh transzformáltját; e transzformáltat megszorozzuk egy alkalmas függvénnyel, mely esetünkben a nullától a sávhatáráként kijelölt szekvenciáig 1 értékű, a nagyobb szekvenciákra 0; a szorzatot visszatranszformáljuk.



13. ábra. Bemenettől függő Walsh tartománybeli szűrés. Küszöbszint:  $-40$  dB.

Рис. 13. Фильтрация в области Уалша в зависимости от входа.  
Пороговое значение:  $-43$  дБ.

Fig. 13. Input dependent filtering in Walsh domain. Threshold level:  $-40$  dB.



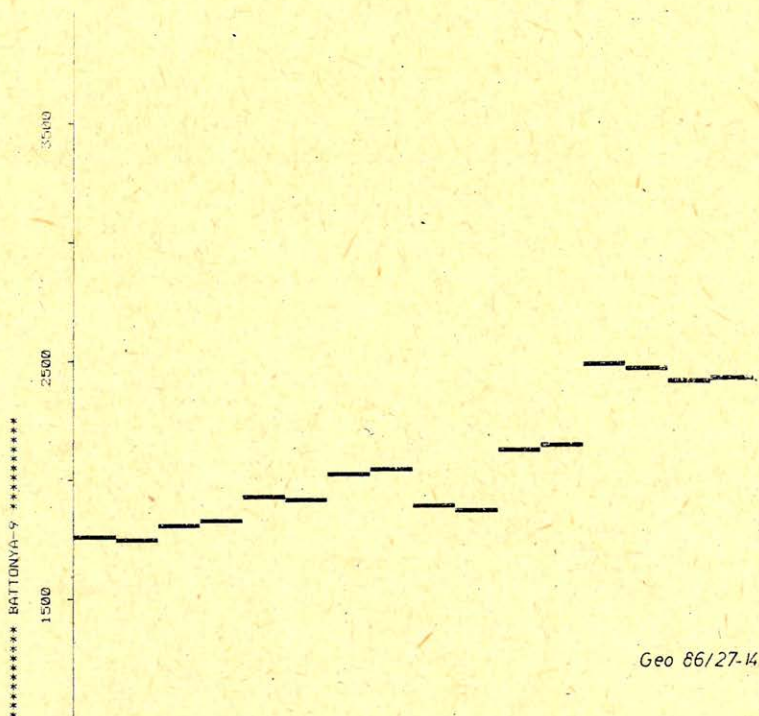
A levágási szekvencia értéke a 9., 10. és 11. ábránál sorban 128, 32 és 8 volt. Az ábrák alapján megállapíthatjuk, hogy a 128 paraméterű nem tér el lényegesen a bemenettől, a 8-as paraméterű viszont számunkra túlságosan leegyszerűsített képet ad.

Ha feltételeznénk, hogy a Walsh transzformált minden szekvenciája azonos információt hordoz, ez esetben  $1/4$ ,  $1/16$  és  $1/64$  lenne a szűrt függvény információtartalma a bemenethez képest.

A bemenet Walsh transzformáltját tekintve kitűnik, hogy ez a homogenitás nem áll fenn. Ebből azonban egy ritkán használt művelethez jutunk. Az átalakítás során az információtartalmat csökkentjük úgy, hogy azt a legkevesebb Walsh transzformáltbeli komponens hordozza. Ezt úgy érhetjük el, hogy csak azokat a komponenseket tartjuk meg, melyek egy bizonyos értéknél nagyobb amplitúdójúak. A szűrő átviteli függvénye – melynek értékkészlete a 0 és 1 számok – a bemenettől függ.

A 12. és a 13. ábrák esetében használt küszöbértékek:  $-43$  dB, illetve  $-40$  dB.

A kedvező tulajdonságok mellett szóljunk a Walsh-függvény alkalmazásának hátrányairól is.



14. ábra. Walsh tartománybeli aluláteresztő szűrés eredménye. Levágási szekvencia = 9.

Рис. 14. Результат низкочастотной фильтрации в области Уалша.  
Порог среза равен 9 секвенциям.

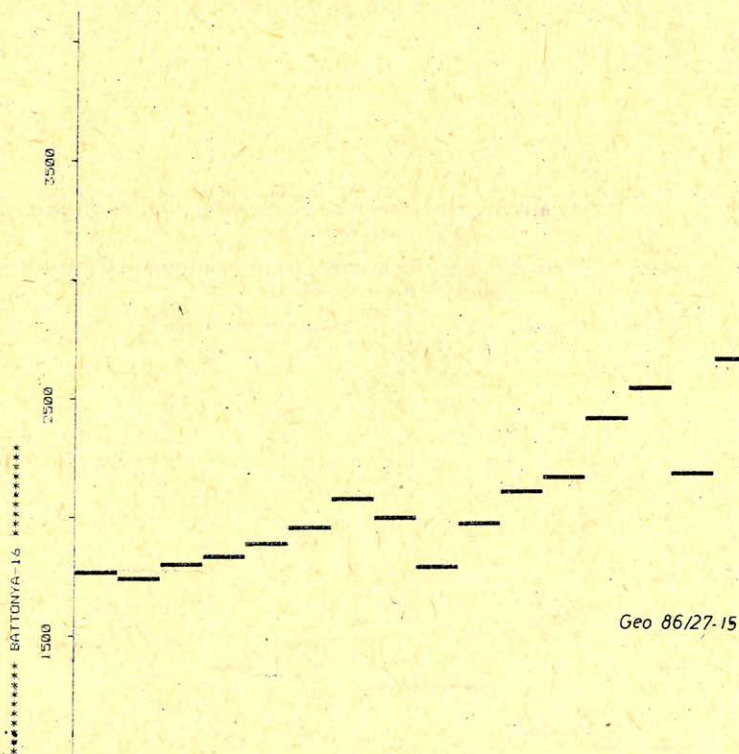
Fig. 14. The result of a low pass filtering in Walsh domain. Cut off sequence = 9.

A  $k$  indexű Walsh-függvény a teljes időtartományt  $k$  részre bontja. Az aluláteresztő szűrésnél, ha a sávhatár  $2^N$  akkor a szűrő kimenete egy  $2^N$  szakaszból álló függvény lesz. Ha a sávhatár  $k \neq 2^N$ , akkor a szűrő *felfelé kerekít*, abban az értelemben, hogy az intervallumok száma a kimeneten ismét 2 egész kitevőjű hatványa, melyre  $2^N < k < 2^{N+1}$ . Ha  $k$ -t növeljük, akkor az intervallumok száma nem, csak az intervallumokban felvett értékek változnak. Tehát aluláteresztő, Walsh-tartományban végzett szűréssel nem tudunk tetszőleges számú egyenközű intervallumot előállítani a kimeneten.

A 11., 14. és 15. ábra 8, 9, és 16 paraméterű Walsh-tartománybeli aluláteresztő szűrés eredményét mutatja. Itt említjük meg, hogy a  $2^N$  paraméterű Walsh aluláteresztés művelete azonos a bemenet  $2^N$  számú szakaszra bontásával és a szakaszokon belüli adatok átlagukkal történő helyettesítésével.

A Walsh transzformáció erősen megkötötte az intervallum hosszát. Most olyan eljárást keresünk, ahol az intervallum hossza jobban illeszkedik a bemenő jelhez.

Átlagtól való eltérésen alapuló szegmentálásban az új intervallum kijelölésének kritériuma az, hogy az új elem az előző átlagtól egy adott értéknél jobban térjen el. Ez az érték a 16. ábrán 7,5%, a 17. ábrán 10% volt. Látjuk, hogy a paraméter növelésével nagyobb szerkezeti egységeket kapunk, azonban a módszer na-



15. ábra. Walsh tartománybeli aluláteresztő szűrés eredménye. Levágási szekvencia = 16.

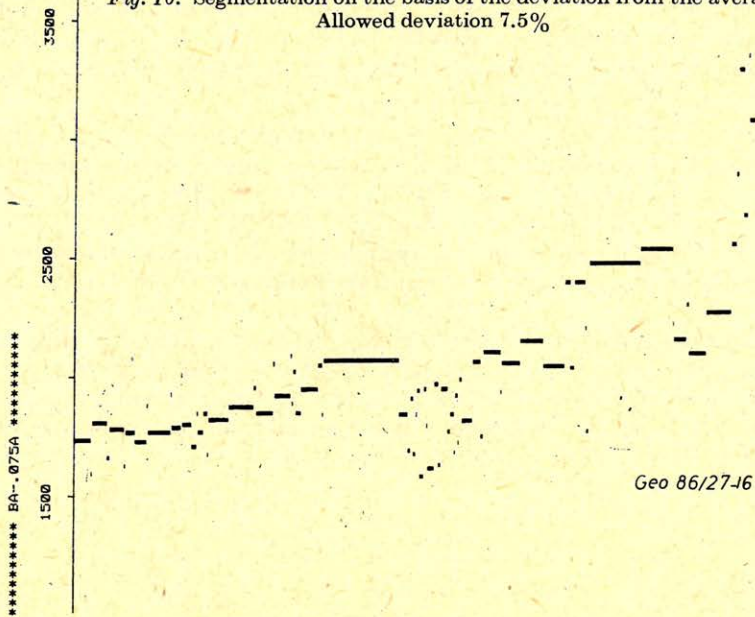
Рис. 15. Результат низкочастотной фильтрации в области Уолша.  
Порог среза равен 16 секвенциям.

Fig. 15. The result of a low pass filtering in Walsh domain. Cut off sequence = 16.

16. ábra. Az átlagtól való eltérésen alapuló szegmentálás. Megengedett eltérés < 7,5%

Рис. 16. Сегментация основанная на отклонений от среднего. Допустимое отклонение < 7,5%.

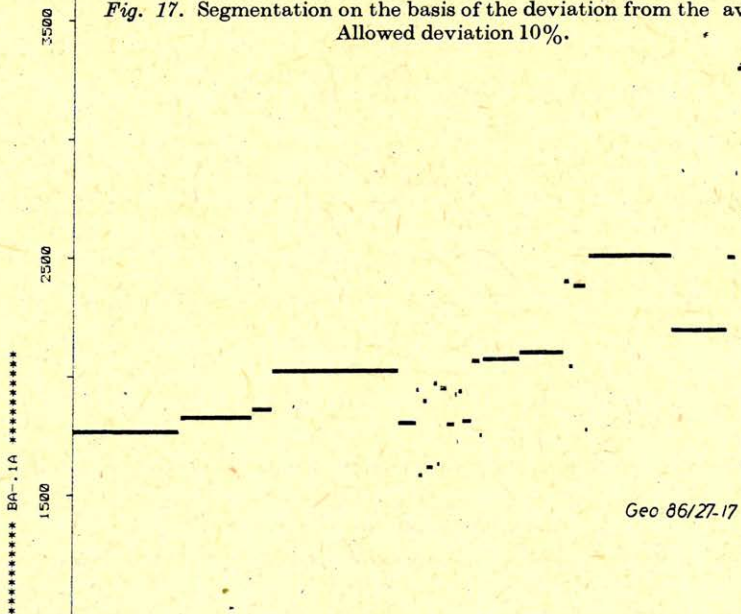
Fig. 16. Segmentation on the basis of the deviation from the average. Allowed deviation 7.5%



17. ábra. Az átlagtól való eltérésen alapuló szegmentálás. Megengedett eltérés < 10%

Рис. 17. Сегментация основанная на отклонении от среднего. Допустимое отклонение < 10%.

Fig. 17. Segmentation on the basis of the deviation from the average. Allowed deviation 10%.



gyon érzékeny a kis kiterjedésű eltérésekre is, és így az adatsor bizonyos részein a kapott kimenet ugyanolyan bonyolult, mint a bemenet.

A mediánszűrés egyetlen paramétere az ablakhossz. Ez a 18., 19. és 20. ábrán 5, 25 és 125 adat.

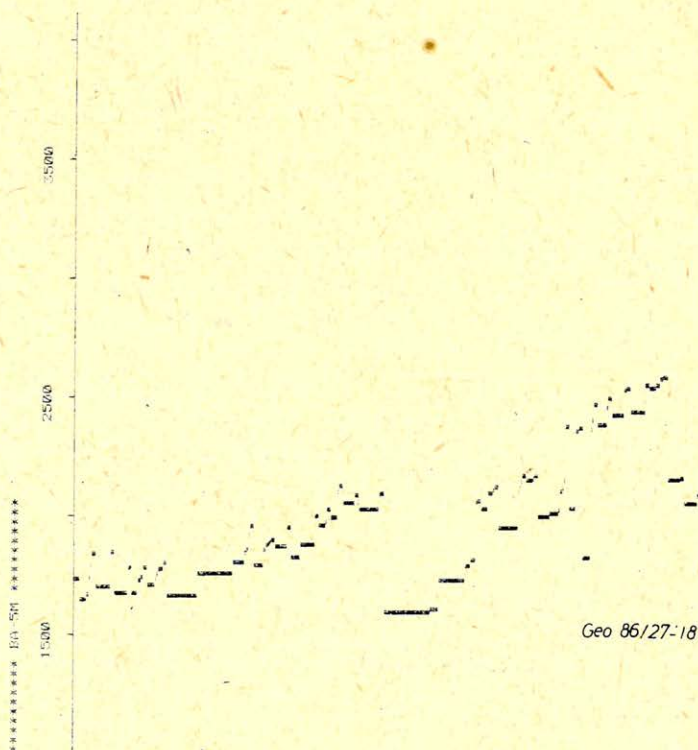
A módszerből következik, hogy az adatsor elején és végén  $1/2$  ablakhossznyi rész a  $1/2$  ablakhossznyi távolságban levő adat kiterjesztése lesz. A kapott eredmények érdekesek. A kapott intervallumok hosszai a bemenet szerkezetétől függően is változnak. Az ablak hosszának változtatásával pedig befolyásolni tudjuk a kimenet felbontását.

Hátrányának tekinthetjük, hogy az egyes tartományok között nem hoz létre éles átmenetet.

Az eljárás számítási időigénye az ablakhosszal négyzetesen nő.

A Markov-láncokon alapuló szegmentálást is többféle paraméterválasztással illusztráljuk.

A 21. ábrát a következő paraméterek jellemzik: 15 lehetséges szint van, a szórás értéke  $\sigma = 1000$ , tehát a hibajáruék  $D$  tagja igen kis súllyal szerepel,  $\lambda$  (főátló valószínűsége) = 0.2.



18. ábra. Mediánszűrés eredménye. Ablakhossz = 5.

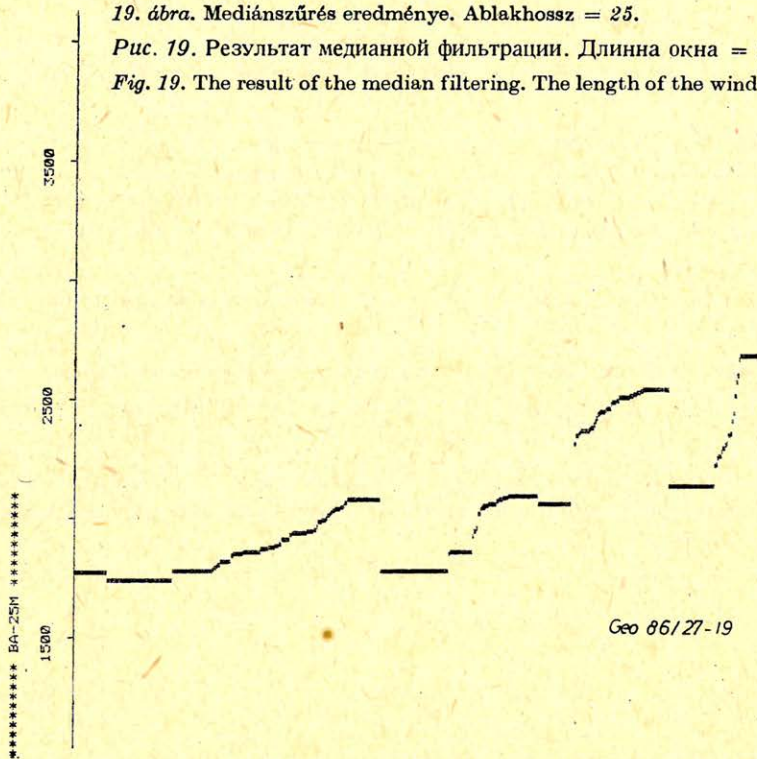
Рис. 18. Результат медианной фильтрации. Длина окна = 5.

Fig. 18. The result of the median filtering. The length of the window = 5.

19. ábra. Mediánszűrés eredménye. Ablakhossz = 25.

Рис. 19. Результат медианной фильтрации. Длина окна = 25.

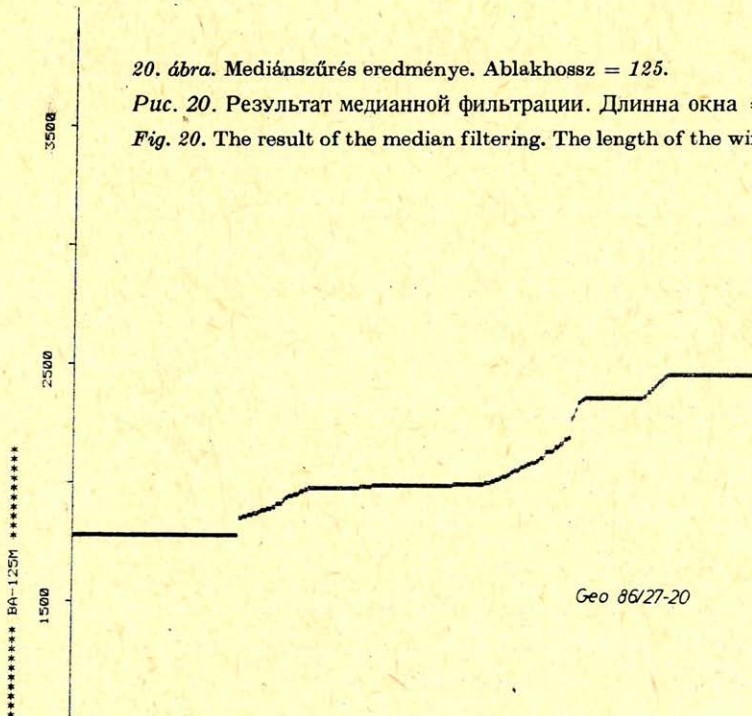
Fig. 19. The result of the median filtering. The length of the window = 25.



20. ábra. Mediánszűrés eredménye. Ablakhossz = 125.

Рис. 20. Результат медианной фильтрации. Длина окна = 125.

Fig. 20. The result of the median filtering. The length of the window = 125.



Hasonlítsuk ezt össze a 22. ábrával. Az egyedüli változás, hogy  $\lambda = 0.99$ . Ez a hosszú intervallumok súlyát jelentősen megnövelte. Természetesen ez a bemeneti érték követésének pontossága rovására történhetett.

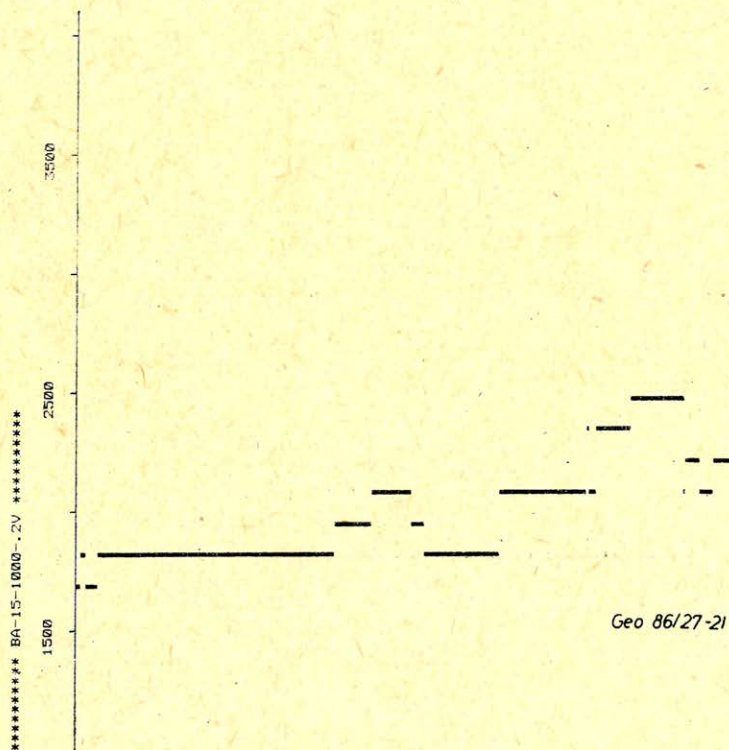
A 23. ábrán  $\lambda = 0.99$  és  $\sigma = 100$ . A 22. ábrán ábrázolt kimenethez képest nagyobb hibajárulékot eredményez a megkívánt értéktől való eltávolodás.

A 24. ábrán  $\sigma$  értéke 10, így már egyedül a vélt paramétertől való legkisebb eltérésre törekvés dominál.

A paraméterek megfelelő választásával befolyásolni tudjuk a kimenet képét. A szubjektivitás az átalakításban elkerülhetetlen, hiszen – nem kimondott – célunk a bemenet információtartalmának csökkentése oly módon, hogy a kimenet könnyebben interpretálható legyen.

A 25. ábrán  $\sigma = 10$ ,  $\lambda = 0.99$  és a jelek minimuma és maximuma által határolt intervallumban 31 értéket vettünk fel.

Megállapíthatjuk, hogy a Markov-lánccokot ígéretesen használhatjuk a szegmentálási feladathoz, azonban célszerű alkalmazásához több tapasztalatra van szükség. A 25. ábra alapján is úgy tűnik, hogy érdemes kísérletezni két vagy több-dimenziós Markov-lánccokkal.



21. ábra. Markov-láncon alapuló szegmentálás eredménye.  $M = 15$ ,  $\sigma = 1000$ ,  $\lambda = 0,2$ .

Рис. 21. Результат сегментации основанной на последовательности Маркова.  
 $M = 15$ ,  $\sigma = 1000$ ,  $\lambda = 0,2$ .

Fig. 21. The result of the segmentation based upon the Markov chain model.  $M = 15$ ,  $\sigma = 1000$ ,  
 $\lambda = 0.2$ .

## Összefoglalás

Áttekintettünk néhány módszert, melyek geofizikai adatrendszerek szegmentálásában a siker reményében használhatók. Különös figyelmet szenteltünk a Walsh-függvények rendszerében való előállításokra. Megvizsgáltunk átlagtól való eltérés alapján történő kvantálást, a mediánszűrésen és a Markov-láncon alapuló szegmentálást.

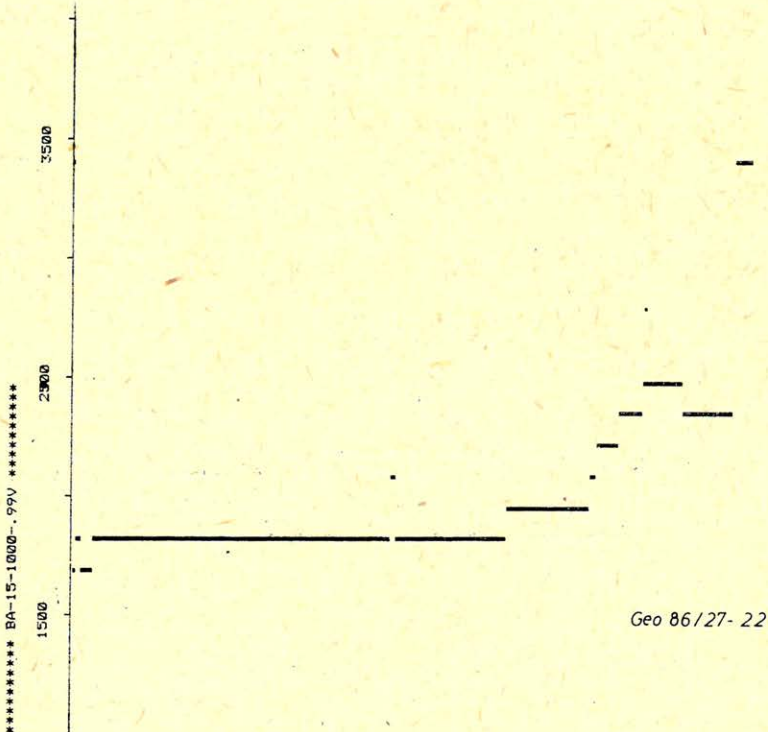
A vizsgált eljárásokat valódi adatokon, battonyai mélyfúrás akusztikus karotázsadataiból származtatott sebességadatokon próbáltuk ki.

A szegmentálási eljárás információcsökkentő hatású. Ez nem okoz problémát, ha a kapott eredmények könnyebben interpretálhatók.

Az átalakítások, hatásuk szerint, két jellegzetes csoportba sorolhatók:

Az egyiknél a lehetséges intervallumok határai kötöttek, az intervallum belsőjében tetszőleges értéket vehetnek fel. Tipikus példa a Walsh-tartományban végzett aluláteresztő szűrés.

A másik csoportban a kimeneten felvehető értékek száma korlátozott, az intervallumok határai az eljárásból adódnak. Jellegzetes példa a Markov-láncon alapuló szegmentálása.



22. ábra. Markov-láncon alapuló szegmentálás eredménye.  $M = 15$ ,  $\sigma = 1000$ ,  $\lambda = 0,99$ .

Рис. 22. Результат сегментации основанной на последовательности Маркова.

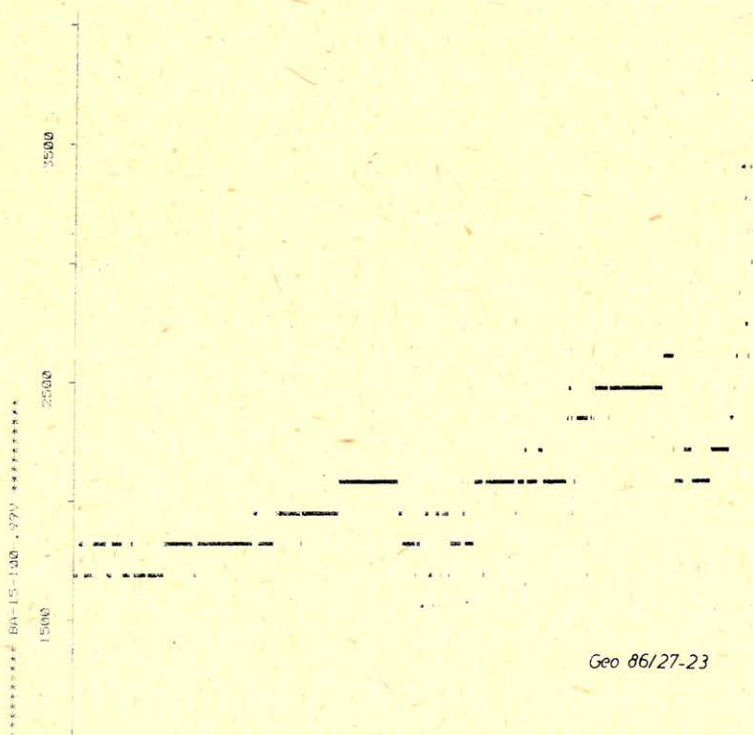
$M = 15$ ,  $\sigma = 1000$ ,  $\lambda = 0,99$ .

Fig. 22. The result of the segmentation based upon the Markov chain model.  $M = 15$ ,  $\sigma = 1000$ ,  $\lambda = 0.99$ .

Érdeemes lenne olyan összetett módszert kipróbálni, mely a Walsh transzformált segítségével határoz meg valószínűsíthető amplitúdókat, melyeket azután a Markov-láncon alapuló eljárás használna fel. Ez utóbbi az intervallumok határainak rugalmas kijelölésével járulna hozzá a kimenet jobb értelmezhetőségéhez. Ha a szakaszonként konstans értékű kimenet két intervallumának amplitúdója csak kicsit különbözik, úgy érezzük, hogy felesleges két szakaszt kijelölni, elegendő egy intervallumot. Ha az egyik intervallum amplitúdóban lényegesen eltér a szomszédjától, de csak kevés mintára terjed ki, ugyancsak feleslegesnek érezzük lépcsőnek kijelölését.

Ezek alapján úgy fogalmazhatunk: jónak érzünk egy *lépcsősítő* eljárást, ha az egyes intervallumok szélessége nem kisebb egy alkalmas korlátnál és a szomszédos intervallumok amplitúdói jobban különböznek egymástól egy adott értéknél.

A szubjektivitást már a módszer kiválasztása magában hordozza. Ez nem feltétlenül hátrány, sőt érdekünkben áll az általunk jónak tartott modellhez közeli eredményt adó transzformáció használata. Az objektivitással kapcsolatos követelmény ott jelentkezik, hogy az átalakítást az egész adatsoron ugyanazon szabály szerint végezzük.



23. ábra. Markov-láncon alapuló szegmentálás eredménye.  $M = 15$ ,  $\sigma = 100$ ,  $\lambda = 0,99$ .

Рис. 23. Результат сегментации основанной на последовательности Маркова.  
 $M = 15$ ,  $\sigma = 100$ ,  $\lambda = 0,99$ .

Fig. 23. The result of the segmentation based upon the Markov chain model.  $M = 15$ ,  $\sigma = 100$ ,  
 $\lambda = 0.99$ .

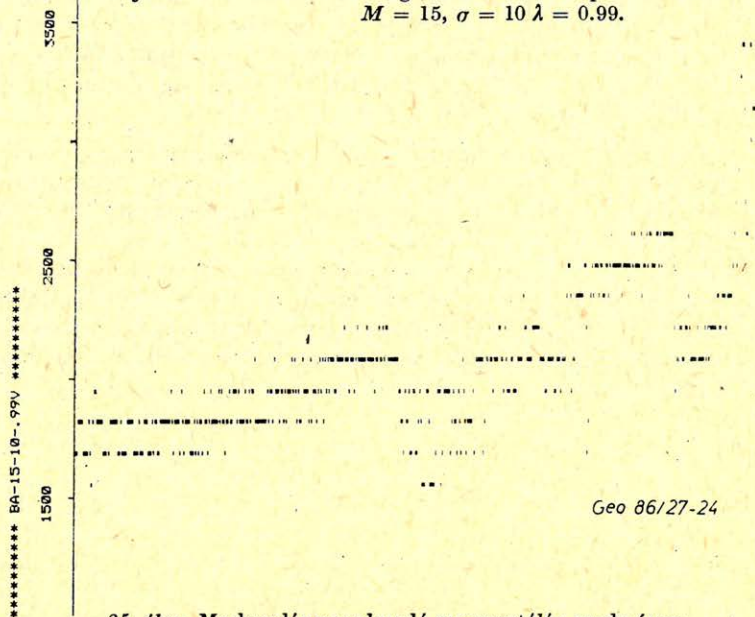


24. ábra. Markov-láncon alapuló szegmentálás eredménye.

$$M = 15, \sigma = 10, \lambda = 0,99.$$

Рис. 24. Результат сегментации основанной на последовательности Маркова.  $M = 15, \sigma = 10, \lambda = 0,99.$

Fig. 24. The result of the segmentation based upon the Markov chain model.  $M = 15, \sigma = 10 \lambda = 0.99.$

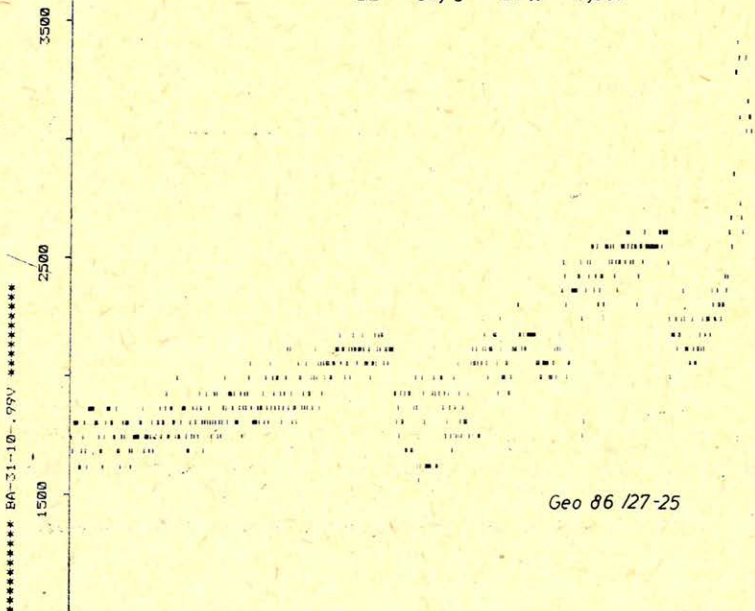


25. ábra. Markov-láncon alapuló szegmentálás eredménye.

$$M = 31, \sigma = 10, \lambda = 0,99.$$

Рис. 25. Результат сегментации основанной на последовательности Маркова  $M = 31, \sigma = 10, \lambda = 0,99.$

Fig. 25. The result of the segmentation based upon the Markov chain model.  $M = 31, \sigma = 10 \lambda = 0.99.$



- Beauchamp, R. G., 1975: Walsh function and their applications Academic Press.*  
*Davies, B., 1983: Integráltranszformációk és alkalmazásai. Műszaki Könyvkiadó.*  
*Elliot, D. F. – K. R. Rao, 1982: Fast transforms. Algorithms, Analyses, Applications. Academic Press.*  
*Harmuth, H. F., 1970: Transmission of information by orthogonal functions. Springer Verlag.*  
*Kolmogorov, A. N. – Sz. V. Fomin: A függvényelmélet és a funkcionálanalízis elemei.*  
*Meskó A., 1984: Digital Filtering. Applications in Geophysical Exploration for Oil. Akadémiai Kiadó.*  
*Pál L. Gy., 1979: Ortogonális függvények. Tankönyvkiadó – Egyetemi jegyzet, ELTE TTK Szőkefalvi-Nagy B., 1954: Valós függvények és függvények. Tankönyvkiadó.*  
*Vermes M., 1984: Rétegsormeghatározás karotázsszelvények számítógépes feldolgozásával. Magyar Geofizika XXV/5 – 6.*

## Szerkesztőségi hírek

Tagtársaink szíves tudomására hozzuk, hogy a Magyar Geofizika c. szaklap ismét megjelentet hirdetéseket.

A megjelentetni kívánt hirdetések lehetnek:

- termék, eszköz vagy gyártmányismertetés, fekete-fehér fotó vagy tusrajz illusztrációval
- tevékenységismertetés szakcikk formájában is
- szolgáltatás, know-how átadás ajánlat

A hirdetés ára:

- belső oldalanként min. 10 000 Ft
- külső oldalanként min. 15 000 Ft

A hirdetés anyagát, a megrendelő levéllel együtt az alábbi címre lehet küldeni:

**MGE Magyar Geofizika Szerkesztősége**

**Zelei András felelős szerkesztő**

**Budapest Pf. 240. 1368.**

# Hírek

Az MTA X. Osztályához tartozó Geofizikai Tudományos Bizottság 1986-ban helyzetképet fogalmazott meg, majd elkészítette annak rövidített változatát. (A GTB elnöke dr. Meskó Attila, alelnöke Molnár Károly és titkára dr. Verő József.)

Az MTA Elnöksége – dr. Fülöp József akadémikus vezetésével – alkalmi bizottságot jelölt ki a határozat előkészítő munkálatok elvégzésére.

Az elfogadott határozatokat az alábbiakban ismertetjük olvasóinkkal:

## Tájékoztató a geofizikai tudomány helyzetéről

Az alkalmi bizottság tájékoztatóját az Elnökség elfogadta.

Ugyanakkor elhangzott az a megjegyzés, hogy a tájékoztató nem tesz említést a földrengések előrejelzéséről, illetőleg ezzel összefüggésben a tudományág feladatairól és gondjairól.

*Az Elnökség 26/1986. számú határozata*

1. Az Elnökség – megköszönve az alkalmi bizottság értékes munkáját – a tájékoztatót tudomásul veszi és a mellékletben foglaltak szerint megerősíti. Egy-szersmind

2. megállapítja, hogy a széles körű nemzetközi elismeréssel, magas tudományos színvonalon folyó magyarországi geofizikai kutatás jelentős szerepet játszik természeti erőforrásaink, mindenekelőtt az energiahordozók és az ásványi nyersanyagok felderítésében, gyakorlati igények szerinti megismerésében és művelésében; hogy az Eötvös Loránd által létrehozott torziós inga felhasználásával kezdődött világméretű geofizikai kutatásban a műszer- és módszerkutatás, illetve -fejlesztés terén számos területen ma is a világ élvonalában halad;

3. helyesli, hogy a MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya folytassa arra irányuló erőfeszítéseit, hogy az Ipari Minisztériummal és a Központi Földtani Hivatallal együttműködve összehangolja a geofizika tudományágainak fejlesztését a gyakorlati igényekkel, továbbá hogy keresse és kezdeményezze a geofizikai alapkutatás, a szakemberképzés és -továbbképzés fokozottabb anyagi támogatását;

4. szorgalmazza az ionoszféra- és magnetoszférakutatás hatékony koordinálását, a kutatói utánpótlás biztosítását és ezen feladatok megoldásában az INTERKOZMOSZ Tanács fokozott támogatását;

5. a helyzetképben rögzített, a geofizikus hallgatói létszám növelését kívánatosnak tartó vélemény alapján felkéri az Ipari Minisztériumot és a Központi Földtani Hivatalt, hogy a földtani feladatok ismeretében határozza meg az 1990 utáni szakemberigényt, és tegye meg a szükséges lépéseket a Művelődési Minisztériumnál;

6. megállapítja, hogy a tudományág rendkívül gyors fejlődése a továbbképzést az alapképzéssel egyenrangú fontosságú képzési formává teszi, és felhívja a Művelődési Minisztérium figyelmét a szervezett továbbképzés és posztgraduális képzés bevezetésének szükségességére;

7. fontosnak tartja, hogy az MTA által kiadott tudományos folyóiratok – így az Acta Geodaetica Geophysica et Montanistica – rendszeresen és folyamatosan jelenjék meg és a könyvkiadás is biztosítsa a magyar tudományos eredmények nemzetközi publicitását. (A tájékoztató mellékelve.)

## A geofizikai tudomány helyzete

### 1. A geofizika tárgya, tagolódása

A hagyományos felosztás szerint az *általános geofizika* a Föld forgásának, árapályának, gravitációs, mágneses és elektromágneses terének, a földrengéseknek, a Föld felépítésének, a litoszférát alakító tektonikai folyamatok rendszerének, a radioaktív anyagok szerepének (hőtermelés, kormeghatározás) megismerését, valamint az ionoszféra és magnetoszféra szerkezetének és fizikai folyamatainak felderítését tűzi ki célul.

A *gyakorlati geofizika* a földkéreg legfelső, néhány kilométer vastagságú részére koncentrálja vizsgálatait, célja hasznosítható ásványi anyagok telepeinek felderítése és azok gyakorlati igények szerinti megismerése. Legfontosabbak a felszíni mérésekre támaszkodó módszerek: a *szeizmikus módszer*, az *elektromágneses módszerek változatos csoportja*, valamint a *gravitációs és a mágneses módszerek*. Külön említendők a *mélyfúrásokban végzett mérések*. Ez utóbbiak a fúrás által harántolt kőzetrétegek helyzetének és fizikai paramétereinek meghatározására az elektromos, a radioaktív, a rugalmas hullámokat használó és más módszerek kombinációit alkalmazzák. Növekvő jelentőségű feladata a gyakorlati geofizikának a bányászati veszélyek: vízbetörés, gázkitörés, kőzetomlás előrejelzésére alkalmas eljárások kidolgozása.

A geofizikára általában jellemző – mivel csaknem minden mérés kis értékek pontos meghatározását igényli –, hogy a műszerek az *elektronikai csúcstechnológiát* hasznosítják; az óriási adattömeg feldolgozásához pedig nagyteljesítményű számítógépekre van szükség. Ugyanakkor a gyakorlati geofizika a földtani kutatás része, emiatt a kapott eredmények – szelvények, térképek – elkészítésében és értelmezésében a geológiai ismeretek szerepe, illetve a *geológus-geofizikus együttműködés döntő fontosságú*.

### 2. A geofizika hazai kutatóbázisa

A hazai geofizikai kutatások kezdete a múlt század közepére tehető; az első mágneses obszervatóriumok ekkor kezdték meg működésüket. A századforduló után már szeizmológiai vizsgálatok is folytak.

*Eötvös Loránd*nak az 1910-es években kezdett mérései majd az Egbell és környéke kutatási terület földtani szerkezetéről *Böckh Hugóval* közösen *kialakított értelmezése* (1916) alapozták meg a szénhidrogénkutató gyakorlati geofizikát. Eötvös Loránd torziós ingájának segítségével ugyanis következtetni lehetett a felszín alatti kőzetrétegek helyzetére. A műszer két évtizeden át a nyersanyagkutatás legfontosabb eszköze volt.

A gyakorlati geofizika lendületes fejlődése a felszabadulás után kezdődött meg. Jelenleg a *Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben* (ELGI) több mint 200 kutató foglalkozik a gyakorlati geofizika számos ágával, a módszer- és műszerfejlesztéssel, ipari geofizikai mérésekkel és több alap kutatási témával. A *Geofizikai Kutató Vállalatnál* (GKV) mintegy 130 diplomás látja el a hazai szénhidrogénkutatás felszíni geofizikai kutatási (mérési, feldolgozási, értelmezési) feladatait. A *Szénhidrogénipar Kutató-Fejlesztő Intézet* (SzKFI) *Geofizikai Főosztálya* a szénhidrogénkutatás mélyfúrású geofizikai munkálataival foglalkozik.

Ezen kívül is csaknem mindegyik *kutató és író vállalat* és *bánya* rendelkezik kisebb-nagyobb geofizikai részleggel.

A tudományos kutatás szempontjából alapvető fontosságú volt 1947-ben a Geodéziai és Geofizikai Munkaközösség megalakulása Sopronban. Ebből fejlődött ki a Geofizikai Kutató Laboratórium (1955) majd az *MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet* (1971). Az Intézet Geofizikai Főosztályán mintegy 20 geofizikus és mérnök foglalkozik a földmágnesség, az aeronómia és a szeizmológia területére eső kutatásokkal. Az intézet több obszervatóriumot működtet, közöttük a *Szeizmológiai Obszervatóriumot*. Az ELGI-hez tartozik az 1954-ben épült *Tihanyi Obszervatórium*. Az MTA által támogatott kutatócsoport működik az *ELTE Geofizikai Tanszékén*, feladata: globális és regionális földfizikai kutatások, geofizikai módszerfejlesztés, valamint ionoszféra és magnetoszféra vizsgálatok végzése.

A geofizikus képzés mind a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen, mind a budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetemen 1951-ben kezdődött. Az *NME Geofizikai Tanszéke* sikeres kutatásokat folytat a bányageofizika, a geoelektromos és gravitációs módszerek területén. Az *ELTE Geofizikai Tanszékén* a már felsorolt valamennyi vizsgálati ágban születtek nemzetközi szinten elismert eredmények.

Már az előző helyzetkép (1977) is megállapította, hogy az alapkutatást végző intézmények részesedése a geofizikai tevékenységre fordított összegből nagyon csekély, mintegy 1,5%; műszeres felszereltsége nagyrészt elavult. A gyakorlati kutatást végző intézmények (ELGI, GKV stb.) anyagi segítsége enyhíthet a gondokon. Ezen kívül kívánatos lenne, hogy a gazdasági szabályozórendszer (adókedvezmény, prototípusok, illetve különböző alapok átadása révén) elősegítene az alapkutatásokat végző intézmények és kutatócsoportok támogatását.

Az utóbbi évtized nagyon gyors fejlődése mind az általános, mind a nyersanyagkutató geofizikában fontos feladattá teszi az *oktatás folyamatos korszerűsítését* és a *posztgraduális képzést*. elsősorban a *szeizmika*, a *mélyfúrási geofizika* és a *bányászati geofizika* szakirányokkal.

Az 1950-es években végzett geofizikusok nyugdíjba vonulása miatt, az 1990-es években, a működő geofizikusok száma csak akkor nem csökken, ha a szakra felvett egyetemi hallgatók száma – már a közeljövőben is – növekedni fog. A szakemberek véleménye szerint, változatlan volumenű földtani kutatási feladatok esetén, indokoltnak látszik mintegy 50%-os hallgatói létszámnövelés.

### 3. A geofizika kapcsolatai

A geofizika különböző ágai a kutatás tárgya, illetve módszerei miatt szorosan kapcsolódnak más *földtudományokhoz*, a helyenként közös mérési feladatok révén a *fizikához* és a *műszaki tudományokhoz*, a nagytömegű mérési adat feldolgozásának igénye miatt, az *alkalmazott matematikához* és a *számítástudományhoz*.

Sokoldalú kapcsolatok kének össze a geofizikát a *geodéziával*. Például a Föld alakjának és gravitációs terének elmélete, az árapály jelenségek vizsgálata olyan kutatási területek, ahol nem választható szét a geodézia és a geofizika.

A felső légkör fizikája egyaránt tárgya a *meteorológiának* és a geofizikának. A *csillagászat* a planetológiai ismeretek, a Föld forgása és számos más kutatási téma révén kötődik a geofizikához.

A gyakorlati geofizika a *földtani kutatás* és a *bányászat* egyre fontosabb eszköze. A geológus-geofizikus, a bányamérnök-geofizikus egyenrangú partnerkap-

csolata a nyersanyagkutató és termeléselőkészítési feladatok megoldásában természetes és szükségszerű.

A kapcsolódási pontok további felsorolása nélkül is látható, hogy a kutatás interdiszciplináris jellege a geofizika tárgyának és módszerének lényegéből fakad.

A kapcsolat az általános geofizikai kutatásokat végző intézmények és a felsorolt tudományágak intézményei között általában jó. Kívánatos a már eddig is kialakult, spontán együttműködésből természetesen fejlődő, projekt jellegű munkakapcsolatok bővítése.

A gyakorlati geofizika területén is megfelelő a kapcsolat a két nagyobb intézmény, az ELGI, a GKV, valamint a felhasználó, nyersanyagkutatással foglalkozó, a kutatások eredményeiben érdekelt intézmények között, az OKGT és a KFH elvi irányításával.

A nemzetközi kapcsolatok terén kiemelkedő fontosságúak a következő multilaterális együttműködések:

- A szocialista országok tudományos akadémiáinak együttműködése a planetáris geofizikai kutatásokban (KAPG);
- A szocialista országok kormány szintű együttműködése az űrkutatás területén (INTERKOZMOSZ);
- A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG) és különböző munkabizottságai;
- A Nemzetközi Űrkutatási Bizottság (COSPAR).

Jelentős a magyar részvétel a nemzetközi tudományos társaságok munkájában. Ezek közül kiemelhetők az Európai Geofizikai Egyesülethez (EGS) és az Európai Kutató Geofizikusok Egyesületéhez (EAEG) fűződő kapcsolatok. A Magyar Geofizikusok Egyesületével közösen az EGS 1980-ban, az EAEG 1985-ben Budapesten tartotta kongresszusát.

Az alkalmazott geofizikában alapvető fontosságú a magyar részvétel a KGST koordinációs központok munkáiban és különböző komplex programokban. A multilaterális együttműködés mellett számos kétoldalú kapcsolat is van. Néhány ezek közül: a bauxit- és szénkutatásban alkalmazott elektromágneses módszerfejlesztés ELGI-kanadai kooperációban, tranziens elektromágneses fejlesztés ELGI-USGS (Egyesült Államok) kooperációban szeizmikus adatgyűjtő berendezés közös ELGI-NDK kooperációban.

A geofizika hazai publikációs lehetőségei: az Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica (MTA), a Geofizikai Közlemények, mely részben angol nyelven Geophysical Transaction címmel jelenik meg (ELGI kiadványa), és a Magyar Geofizika című (MTESZ) folyóirat. Ezekon kívül több más hazai folyóirat közöl – többek között – geofizikai tárgyú cikkeket is. Magyar kutatók számos dolgozata jelenik meg neves külföldi folyóiratokban.

Könyvek esetében a hazai kutatások kedvező nemzetközi megítélését mutatja néhány közös kiadvány. (Példa ezekre az Akadémiai Kiadó – Elsevier, Akadémiai Kiadó – Pitman – John Wiley közös kiadású könyvei.)

#### 4. A geofizikai kutatások értékelése

Az általános geofizika területén végzett kutatások egy része – szerény anyagi ráfordítás ellenére – meg tudta tartani magas tudományos színvonalát és nemzetközi elismertségét. Ezt bizonyítja a magyar szerzők nemzetközi szakirodalom-

ban publikált cikkeinek, könyveinek kedvező fogadtatásán kívül az a számos nemzetközi együttműködés, melyben a magyar kutatók egyenrangú partnerei a külföldi szakembereknek.

Kiemelkedőnek minősíthető kutatási tevékenység folyt:

- a geoidalak fizikai hátterének magyarázatában és a nehézségi erőter elméletének kutatásában;
- a Kárpát-medence földkérgé és felsőköpenye szeizmikus, geoelektromos és geotermikus vizsgálatában;
- a paleomágneses adatok globális analizésében, illetve a Dunántúli Középhegység mezozoós nagytektonikai fejlődéstörténetének paleomágneses adatokon alapuló rekonstruálásában;
- a Pannon terület fejlődéstörténetének lemeztektonikai rekonstruálásában;
- a felső ionosféra és magnetosféra kutatás több részterületén;
- a whistlerek analizésében.

Az alapkutatások jórésze a gyakorlati geofizika új módszereinek kidolgozását, új műszerek megépítését, feldolgozási és értelmezési eljárások kialakítását segítette.

A *gyakorlati geofizika* sikerrel teljesítette nyersanyagkutatási feladatait. A geofizikai módszerek hasznosultak a nyersanyagkutatás minden fázisában, az előkutatástól a termelésig. Az elmúlt években a geofizikai módszerek kiterjedt alkalmazása elősegítette a kitermelt készletek pótlását, a regionális kutatások pedig megalapozott prognózisok elkészítését.

A *szeizmikus* időszelvények készítése néhány speciális művelettől eltekintve világszínvonalú. A hazai programfejlesztés, a digitális technika megjelenése óta, folyamatosan adaptálni tudja az új műveleteket, esetenként saját kutatási eredményekkel is kiegészítve azokat.

A GKV végzi a hazai szénhidrogénkutatás geofizikai munkálatainak mintegy 90 – 95%-át. 1985-ben a mért szeizmikus vonalhossz 3500 km volt, a gravitációs állomásponatok száma 5000, a földmágneseseké 12500, a különböző nagybehatólósú elektromágneses méréseké összesen 550. Tevékenységük eredményességét több szénhidrogénmező (Üllés, Szeghalom, Endrőd) felfedezése igazolta. A technológiai fejlődés lehetővé tette kisebb mélységben elhelyezkedő neogén csapdák felbontottabb megismerését és az alapegységhez kapcsolódó megtalálását.

Az ELGI szeizmikában elért eredményei közül kiemeljük a hajózó, számítógépvezérelt 96-csatornás adatgyűjtő és real-time feldolgozórendszer kifejlesztését és a nagy felbontóképességű szeizmikus mérések alkalmazását a szilárdásvány kutatásban.

A bonyolult csapdák térbeli szerkezetének, kőzettani viszonyainak nagypontosságú megismeréséhez területi mérésekre, a megismerendő teret mintegy behálózó hullámutak létrehozására, mérésére, feldolgozására az ún. háromdimenziós (3D) szeizmikára van szükség. A nagy számítógépeket igénylő és nagy adatmennyiségeket mozgató 3D feldolgozásban, az interaktív feldolgozásban és a számítógépes modellezésben lemaradás tapasztalható. Ennek oka a megfelelő hardware eszközök beszerzésének nehézsége. Előrelépésre van szükség a szeizmosztratigráfiai értelmezés általánossá tételében és a szeizmikai és mélyfúrás adatok integrált értelmezési módszereinek kidolgozásában és rutinszerű alkalmazásában.

A gravitációs és földmágneses kutatási módszerek metodikája megnyugtatóan fejlődött. Megoldandó feladatok: 3D modellszámítások és változó sűrűségű, tagolt topográfiájú hegyvidéki területek mérési anyagának jó minőségű feldolgozása.

A geoelektromos kutatás az európai színvonalat képviseli, néhány módszer esetében eredményei a világszínvonalat közelítik. Jelentős szerepük van a bauxit-, a víz- és az ércutatásban, a szénutatásban, hasadó anyagok kutatásában, de kiegészítő adatokat szolgáltatnak a szénhidrogénkutatás számára is. Az ELGI-ben új módszerek sorozatát dolgozták ki a sekélykutatás számára. Néhány hazai fejlesztésű műszer (pl. a Diapir műszercsalád) világszínvonalú. Az ELGI-ben gyártott műszereket 25 országba, közöttük számos tőkésországba is exportálják.

Az utolsó helyzetkép megírása óta eltelt csaknem egy évtizedben az igények jelentősen megnövekedtek és a mélyfúrési geofizikától is nagyobb választékú és nagyobb pontosságú adatszolgáltatást várnak. Mivel a kutatás a nagyobb mélységek és bonyolultabb litológiai és sztratigráfiai csapdák felé tolódik el, a mérési feladatok is nehezebbé váltak. A mélyfúrési geofizikai információk szerepe alapvető valamennyi kutatási és művelési döntésben. Az adatok feldolgozásában és értelmezésében a jövőben fokozottan kell támaszkodni a modern statisztikai és korrelációs módszerekre.

Hazai fejlesztő helyeink (ELGI, SZKFI stb.) biztató eredményeket értek el mérőberendezések előállításában; a számítógépes programok kidolgozásában jelentős volt a vállalatok karotázs osztályainak szerepe is. A kielégítő fejlődés ellenére a hazai mélyfúrési geofizikának számos fejlesztési feladata maradt: új eszközök biztosítása részben import, részben hazai fejlesztés útján, egységes számítógépes feldolgozási rendszer megteremtése (hardware és software), új mérési eljárások bevezetése.

Jelentősen megnövekedett a bányászati geofizikai tevékenység mind a szén, mind az ércbányászatban. Intenzív fejlesztés folyt azokon a helyeken, ahol már működnek bányageofizikai osztályok vagy csoportok (Mecseki, Borsodi Szénbányák, a Veszprémi- és a Nógrádi Szénbánya Vállalat, a Mecseki Ércbánya Vállalat). A legfontosabb módszerek: szeizmikus tomográfia, szeizmikus csatornahullámok, geoelektromos telep és vágatszondázások. Kívánatos a sújtólég ellen védett műszerezettség kialakítása, a szondapark bővítése, a feldolgozás területén a digitális regisztrálás megoldása és a számítógépes programok továbbfejlesztése.

## 5. Kívánatos fejlődési irányok

Az általános geofizika területén a szakmai közvélemény a következő alapvető feladatokat látja kiemelkedő jelentőségűnek:

- a litoszféra kutatását geofizikai módszerekkel, mely a Nemzetközi Litoszféra Programban való eredményes részvételünket is biztosítaná;
- a szeizmológiában a háromkomponensű, szélessávú regisztrálás és számítógépes jelfeldolgozás bevezetését;
- az obszervatóriumi hálózat korszerűsítését.

A gyakorlati geofizika területén – a nemzetközi fejlődés trendjének, valamint a hazai földtani feladatok nehezedésének figyelembevételével, kiemelten a nagymélységű és bonyolult felépítésű szénhidrogéncsapdák és a tektonizált széntelepek meghatározására – javasoljuk a következő súlyponti feladatok fokozott támogatását:



- térbeli és nagyfelbontású *szeizmikus mérések* és feldolgozás, valamint a szeizmika interaktív értelmezési rendszereinek kutatása és fejlesztése;
- a *felszíni és fúrólukban végzett szeizmikus mérések*, valamint mélyfúrásokban felvett szelvények együttes értelmezését előkészítő kutatás és fejlesztés;
- a *mélyfúrású geofizikában* új eszközök, új mérési módszerek bevezetésére irányuló fejlesztés és egységes, modern matematikai apparátust használó feldolgozó rendszerek kutatása;
- az *elektromágneses terek* numerikus és fizikai modellezése a nyersanyagkutató elektromágneses módszerek fejlesztése érdekében.

A *bányászatban*, a megindult fejlődés folytatásával, mind nagyobb szerepet kell kapniuk a korszerű geofizikai módszereknek, elsősorban azoknak, amelyek segítik a bányászati veszélyek – vízbetörés, gázkitörés, kőzetomlás – előrejelzésére alkalmas eljárások kidolgozását. A *szeizmikus holográfia*, a *szeizmoakusztikus jelzőrendszerek* bevezetése látszanak súlyponti feladatoknak.

# Felhívás

Egyesületünk tagságának személyi adatait húsz éve mértük fel teljeskörűen.

Az azóta elvégzett módosítások és adatfrissítések ellenére szükségesnek látszik a felmérés megismétlése.

Ennek érdekében kérjük a tisztelt tagtársakat, hogy e szám kézhezvételét követően – lehetőleg egy hónapon belül – adataikat, az alábbi felsorolás szerint, az Egyesület titkárságára megküldeni szíveskedjenek:

Név:

Születési hely és dátum:

Személyi szám:

Anyja neve:

Munkahelyi cím, telefon, beosztás; (Nyugdíjas esetén utolsó munkahely):

MGE-be belépés kelte:

Lakás cím, telefon

Szakosztályi tagság:

Nyelvtudás (nyelvvizsga esetén azt külön megjelölve)

Más MTESZ egyesületi tagság:

Alap- végzettség és más diploma megszerzésének időpontja:

Tudományos fokozat:

Kitüntetések:

Hová kéri a meghívókat:

*Pályi András*  
titkár

## Az MGE Oktatási Bizottságának felhívása

Az MGE Oktatási Bizottsága azzal a kéressel fordul a geofizikával foglalkozó, vagy kapcsolatban levő oktatási intézmények, vállalatok, intézetek könyvtáraihoz, vagy személyzeti, illetve oktatási szerveihez, hogy a náluk meglévő geofizikával kapcsolatos videokazettákról egy jegyzéket küldjenek el az Oktatási Bizottság címére.

A jegyzékben kérjük feltüntetni a videokazetta típusát (VHS stb.) és a film címét, időtartamát.

A kérésnek az a célja, hogy az összegyűjtött adatokat rendszerezve a nagyobb szakmai közönséggel ismertethessük és ezzel elősegítsük az ilyen jellegű oktatási, illetve műszaki információk cseréjét.

MGE Oktatási Bizottság  
Gadó Károly titkár  
Geofizikai Kut. Váll.  
1068 Bp. Gorkij fs. 42.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Мешко А.:</i> Интерактивный геофизический вычислительный комплекс.....	41
Обзор и введение .....	
<i>Бондар И.:</i> Структура геофизического вычислительного комплекса .....	46
<i>Бача И. – Бондар И. – Мешко А.:</i> Вычисление сейсмических характеристик .....	53
<i>Бача И. – Бондар И.:</i> Стратиграфическое моделирование .....	75
<i>Пуста Ш.:</i> Сегментация ряда геофизических данных .....	86

## CONTENTS

<i>Meskó A.:</i> Seismic workstations. A review and introduction .....	41
<i>Bondár I.:</i> The architecture of the geophysical workstations .....	46
<i>Bácsa I. – Bondár I. – Meskó A.:</i> Calculation of seismic attributes .....	53
<i>Bácsa I. – Bondár I.:</i> Stratigraphic modelling .....	75
<i>Pusztai S.:</i> Segmentation of geophysical data series .....	86

**Ára: 65,— Ft**