

# Összegzésen alapuló sebességmeghatározási eljárások felbontóképességének növelése

Z S E L L É R P É T E R

*A modern számítógépes sebességmeghatározási eljárások nagy része a közös mélységpontú csatornák összegezésén alapul. Az összegéssel nyert eredmények felbontottsága gyakran nem kielégítő. Az előadásban a szerző a felbontóképesség növelésére néhány nemlineáris módszert mutat be.*

*Большая часть современных методов определения скорости на ЭВМ основана на накоплении каналов ОГТ. Разрешение результатов, полученных путем накопления, часто является неудовлетворительным. В докладе излагаются некоторые нелинейные методы увеличения разрешающей способности.*

*The bulk of up-to-date computerized velocity determining methods is based on the stacking of CDP channels. The resolution of results obtained by stacking is often unsatisfactory. The author presents several non-linear methods to improve resolution.*

A sebességmeghatározási eljárások szerepe a reflexiók szeizmikus adatfeldolgozásban és értelmezésben közismerten igen jelentős. Ismeretes az is, hogy többszörös fedéses mérési rendszerek feldolgozásánál a sebességek közelítő ismerete, az úgynevezett stacking sebességek alkalmazása is kielégítő eredményeket ad. Az intervallumsebességek megbízható számításához, vagy elfogadható migrációs eljáráshoz a sebességeket sokkal nagyobb pontossággal kell ismerünk. Jó eredmények eléréséhez nem elegendő az irodalomban ismertett, összefoglalóan összegzéses módszereknek nevezhető eljárások felbontóképessége.

A cikkben olyan módszereket mutatunk be, melyek segítségével az összegzéses módszerek pontosságát jelentősen megnövelhetjük, anélkül, hogy a számítási idő jelentősen hosszabbodna. Modellvizsgálatok segítségével bemutatjuk azt is, hogyan változik a javasolt módszerek felbontóképessége a rendezetlen zajok hatására.

Az összegzéses sebességmeghatározási módszerek pontosságát alapvetően az összegzés gyenge felbontóképessége határozza meg. Ezért nem várhatjuk, hogy a korrigált CDP csatornák összeadása után egyes sebességértékeknél élesen kiemelkedő maximumokat kapjunk. Ez a legfőbb oka annak, hogy az egyszerű összegzéses módszerekkel a hatszoros fedéses anyagból csak kivételes esetekben tudjuk az RMS sebességet  $\pm 20\%$ -nál pontosabban meghatározni.

Megvizsgáltunk néhány módszert az összegzés felbontóképességének növelésére.

Lényeges szempont, hogy az új módszer ne igényeljen hosszú számítási időt, azaz ne tartalmazzon bonyolult számítási eljárást. Ezt azért kell megkövetelnünk, mert a módszert szelvény menti folytonos automatikus sebességmeghatározáshoz is fel kívánjuk használni. Az automatikus sebességmeghatározást úgy valósítjuk meg, hogy minden egyes mélységpontban készítünk egy moveout scan-t. A moveout scan-eken kijelöljük a lokális maximumhelyeket. Ezután megvizsgáljuk, hogy a kijelölt maximumhelyek között van-e olyan, amelyik a szomszédos mélységpontokban készített moveout scan-eken is megtalálható. A több mélységponton keresztül összeköthető maximumhelyeket fo-

gadjuk el reflexiós szinteknek. A szintek dőlése és a moveout értékből kiszámítható sebesség alapján eldönthető, hogy ezek a szintek valódi egyszeres reflexiók, többszörösek vagy egyéb koherens zajok-e.

Beláthatjuk, hogy ez az eljárás igen nagy adattömeggel dolgozik. Ha minden moveout scan *80 darab* moveout értékre készül el, akkor egy felvétel, azaz *24* egymás utáni mélységpont vizsgálatához *1920 darab* összegcsatornát kell előállítani. Ha egy-egy csatorna *3000* mintából áll, akkor *5 760 000 darab* összeget kell kiszámítani, egyetlen felvétel elkészítéséhez.

Ezek után megérthetjük, hogy ha az összegzéshez szükséges időt csak *10 mikrosecundummal* is megnöveljük, ez *57,6 secundum*, tehát majdnem egy teljes perc számítási idő növekedést jelent felvételenként. Ez az oka annak, hogy az automatikus sebességmeghatározáshoz nem használhatjuk fel a korrigált közös mélységpontú csatornák közötti időablakonkénti keresztkorreláció számítás, vagy semblance számítás műveletét, melyek az irodalomból ismeretesek.

Ezeket a műveleteket sikerrel alkalmazzák a sebességspektrumok számításánál. Ebben az esetben azonban az egyes értékeket csak bizonyos időközönként elhelyezett időablakokban számítják ki, és ez igen komoly időnyeréséget jelent.

Esetünkben ilyen bonyolult eljárás nem hajtható végre. Engedményeket kell tennünk a számítás meggyorsítása érdekében.

Ezek az engedmények az általunk vizsgált esetekben abban állnak, hogy kevesebb figyelmet fordítunk az alkalmazott művelet normalitásának biztosítására. Ennek következtében a vizsgált módszerek különbözőképpen reagálnak a rendezetlen zajok fellépésére, a csatorna egyes szakaszain instabillá válhatnak. Vizsgálataink eredményét néhány modelles csatorna segítségével szeretnénk bemutatni.

Kétféle eljárást fogunk vizsgálni. Az első az amplitúdó diszperzió néven ismert eljárás, a másik pedig az összegnek az összegzendő mintáktól függő súlyozása.

Legyenek a  $t_i$  időnél összegzendő adatok  $a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)} \dots a_N^{(i)}$  ahol  $N$  a fedésszám:

Az egyszerű összeg:

$$S_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N a_k^{(i)}$$

1. Az amplitúdó diszperzió módszernél az összegzendő adatokat súlyozzuk az adatoknak az átlagtól való eltéréseinek reciprokával:

$$S_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{a_k^{(i)}}{\left( a_k^{(i)} - \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N a_l^{(i)} \right)^2}$$

A módszer alap gondolata az, hogy ahol az összegzendő jelek azonos fázisban vannak, ott a jelekből vett összegzendő minták amplitúdója közel egyforma. Ebben az esetben az átlagtól való eltérések kicsik. Az ilyen minták az összegzésben nagy súlyokkal vesznek részt. Ahol a jelek nincsenek azonos fázisban, ott az amplitúdók különböznek, ezért az átlagtól való eltérések is nagyobbak. Ezeknek a mintáknak a módszer kisebb súlyokat ad.

2. Hasonló elveken alapul a másik vizsgált módszer is, amikor nem külön az összegzendő mintákat súlyozzuk, hanem magát az összeget:

$$S_i = \frac{W^{(i)}}{N} \sum_{k=1}^N a_k^{(i)}$$

$$W^{(i)} = W(a_k^{(i)})$$

A  $W^{(i)}$  súly a  $t_i$  időponthoz tartozik, és a csatorna mentén pontról pontra változik, az összegzendő mintáktól függően.

A megvizsgált súlyok a következők voltak:

$$W_1^{(i)} = \frac{C}{a_{\max}^{(i)} - a_{\min}^{(i)}}$$

$$W_2^{(i)} = \frac{1}{N^2} \left( \sum_{k=1}^N a_k^{(i)} \right)^2$$

$$W_3^{(i)} = \frac{1}{N^4} \left( \sum_{k=1}^N a_k^{(i)} \right)^4$$

$$W_4^{(i)} = \frac{\left( \sum_{k=1}^N a_k^{(i)} \right)^2 - \sum_{k=1}^N (a_k^{(i)})^2}{N(N-1)}$$

Az alkalmazott súly mindig az összegzett minták amplitúdójától függ. Valamennyi súly készítésekor az volt az alapfeltevésünk, hogy az azonos fázisban levő összegzendő jelek egymásnak megfelelő amplitúdói közel egyformák.

Az 1. ábrán a vizsgálatainkhoz felhasznált modellcsatornák láthatók. Elkészítettünk 6 közös mélységpontú csatornát, majd ezekre egyre nagyobb átlagteljesítményű rendezetlen zajokat szuperponáltunk.

A vizsgált csatornákon a *jel/zaj* viszony az ábrából leolvasható.

Vizsgálataink eredményét *moveout scan*-ek segítségével szeretnénk bemutatni. A 2. ábrán a zajmentes modellcsatornákra készített *moveout scan*-ek láthatók, különböző összegzésekkel. Az első egyszerű összegzéssel készült, a második az amplitúdó diszperziós módszerrel. A következő négy a már bemutatott  $W_1, W_2, W_3, W_4$  súlyok alkalmazásával készült. Az ábrából látható, hogy az egyszerű összegzésnél az összes többi jobb eredményt ad. Míg az egyszerű összegzéssel készült esetben a maximumok elmosódottak, addig a többi esetben a maximális érték pontosan kijelölhető. A kijelölés az automatizált kiértékelés esetében a legpontosabb, mert ilyenkor a számítógép az egyes összegcsatornákon fellépő maximumok között már 1 számjegybeli eltérést is érzékeltetni tud. Annak érdekében, hogy eldönthessük, melyik a legjobb az ismertetett módszerek közül, nézzük meg külön-külön, hogy viselkednek a rendezetlen zajok hatására.

A 3. ábrán egyszerű összegzéssel készített *moveout scan*-ek láthatók. Láthatjuk, hogy a zajmentes eset is meglehetősen gyenge minőségű. A rendezetlen zajok az eljárást teljesen elrontják.

A 4. ábrán a *moveout scan*-ek az amplitúdó-diszperziós módszerrel készültek. A módszer felbontóképessége jó *jel/zaj* viszony esetén megfelelő, de a növekvő zaj hatása a vizsgálatokat elrontja, a kiértékelést lehetetlenné teszi.

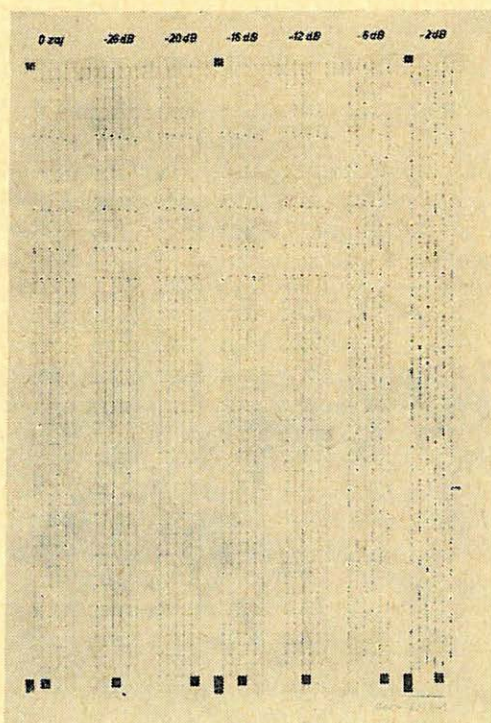
A további ábrák az összeg súlyozásával készültek. Az 5. ábrán a felhasznált súly a korábban bemutatott  $W_1$  volt, a 6. ábrán  $W_2$ , a 7. ábrán  $W_3$ , a 8. ábrán látható moveout scan-eknél pedig  $W_4$  volt.

Összehasonlítás kedvéért tegyük egymás mellé a legnagyobb jel/zaj viszonyú csatornákból, különböző módszerekkel készített 6 moveout scan-t (9. ábra).

Megállapíthatjuk, hogy a rendezetlen zajok hatásával szemben a  $W_4$  súlyozással készült összegzés biztosítja a legnagyobb stabilitást. Tapasztalunk szerint a terepi szeizmikus felvételek vizsgálatához is ez a legmegfelelőbb módszer.

Összefoglalva az elmondottakat mégegyszer szeretnénk felhívni a figyelmet az ismertetett súlyozott összegzéses eljárásokra. Ezek az eljárások a sebességvizsgálatok pontosságát jelentősen megnövelik, de felhasználhatók a szeizmika más területein is.

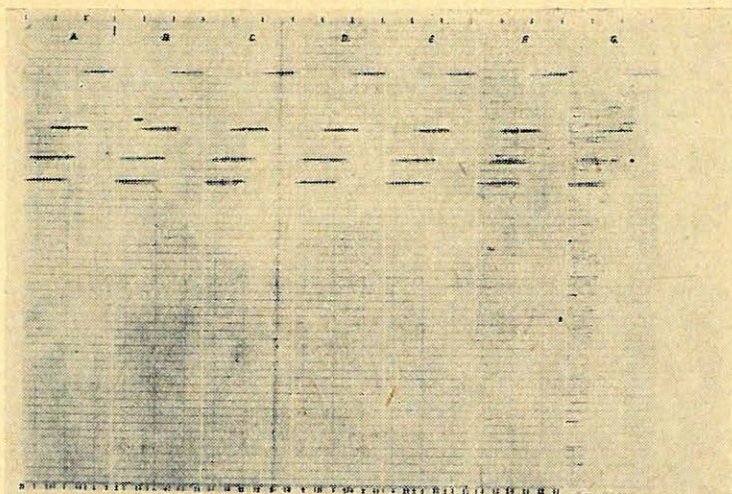
Például, ha a közös mélységpontú csatornák összegzését, a stackinget ilyen súlyozással hajtjuk végre, a hagyományosnál nagyobb hatásfokú többszörös reflexió eltüntető módszert kapunk.



1. ábra. Hatszoros fedésű közös mélységponthoz tartozó modellesatornák

Рис. 1. Модельные трассы, относящиеся к ОГТ при шестикратном перекрытии

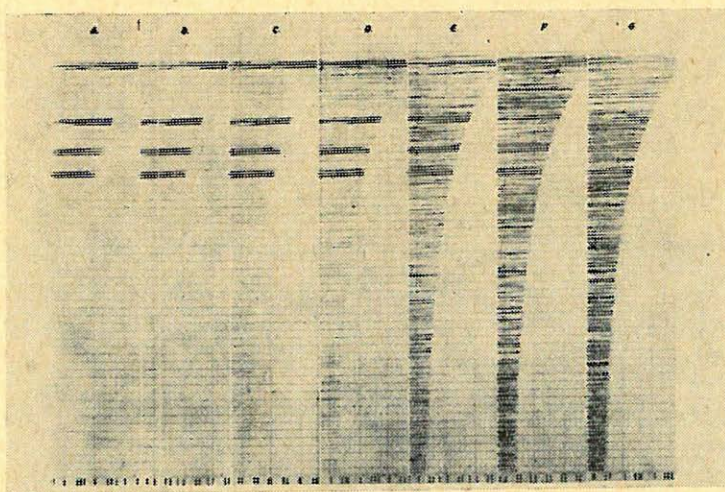
Fig. 1. Model traces belonging to a sixfold coverage CDP.



2. ábra. Zajmentes modellcsatornákból készített *moveout scan*-ek. A felhasznált súlyozás: a) súlyozás nélkül, b) amplitúdó diszperzió, c)  $W_1$  d)  $W_2$ , e)  $W_3$ , f)  $W_4$

Рис. 2. Диаграммы кинематической поправки, составленные из безшумных модельных трасс. Использованные веса: а) Без взвешивания; б) Дисперсия амплитуд; в)  $W_1$ , д)  $W_2$ ; е)  $W_3$ , ф)  $W_4$

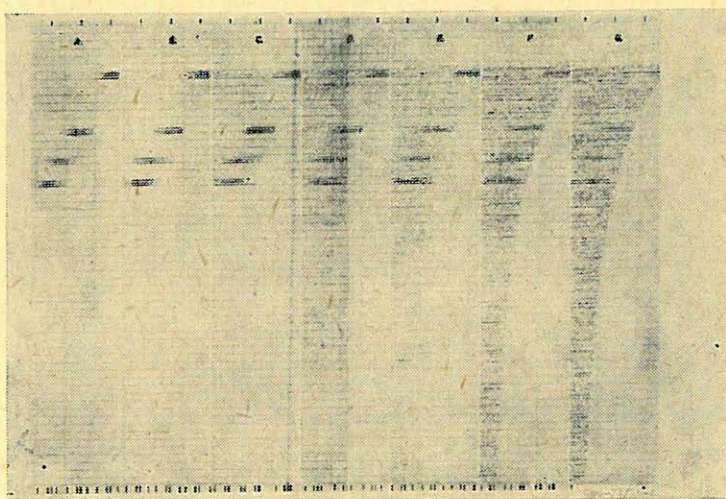
Fig. 2. Moveout scans made from noise-free model traces. Weights used: a. without weights, b. amplitude dispersion, c.  $W_1$  d.  $W_2$  e.  $W_3$ , f.  $W_4$ .



3. ábra. Súlyozás nélkül készített *moveout scan*-ek. A jel/zaj viszonyok: A) zajmentes modell, B) -26 dB, C) -20 dB, D) -16 dB, E) -12 dB, F) -6 dB, G) -2 dB jel/zaj arányú modell

Рис. 3. Диаграммы кинематической поправки, составленные без взвешивания: А) Модель без шума; В-Г) Модели со следующими отношениями сигнал/шум: В) -26 дб, С) -20 дб; Д) -16 дб, Е) -12 дб, F) -6 дб, G) -2 дб

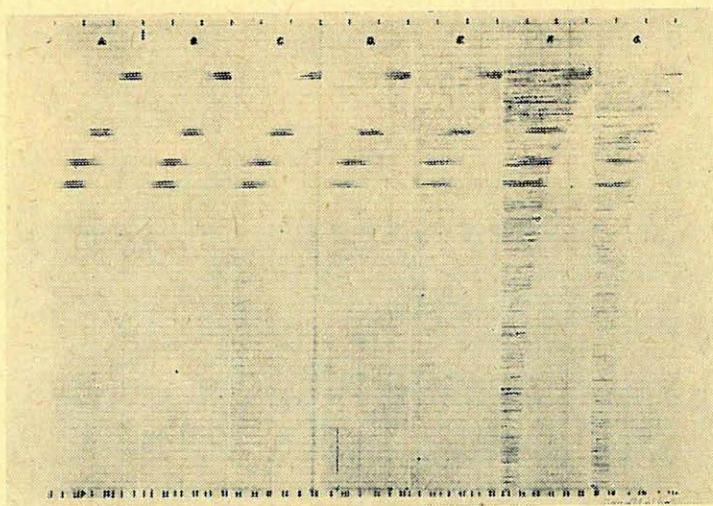
Fig. 3. Moveout scans made without weights. Signal/noise ratios: A. Noise-free model, B. -26 dB, C. -20 dB, D. -16 dB, E. -12 dB, F. -6 dB, G. -2 dB signal/noise ratio.



4. ábra. Amplitúdó diszperzióval készített *moveout scan*-ek

Рис. 4. Диаграммы кинематической поправки, составленные с дисперсией амплитуд

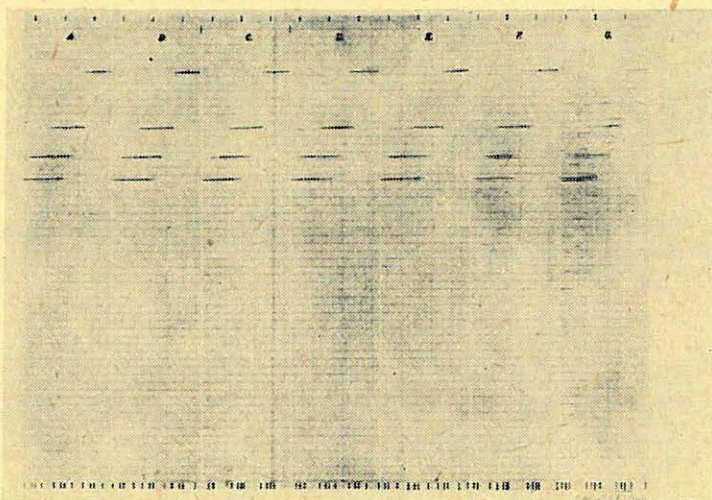
Fig. 4. Moveout scans made with amplitude dispersion.



5. ábra.  $W_1$  súlyozásos összegzéssel készített *moveout scan*-ek

Рис. 5. Диаграммы кинематической поправки, составленные суммированием с весом  $W_1$

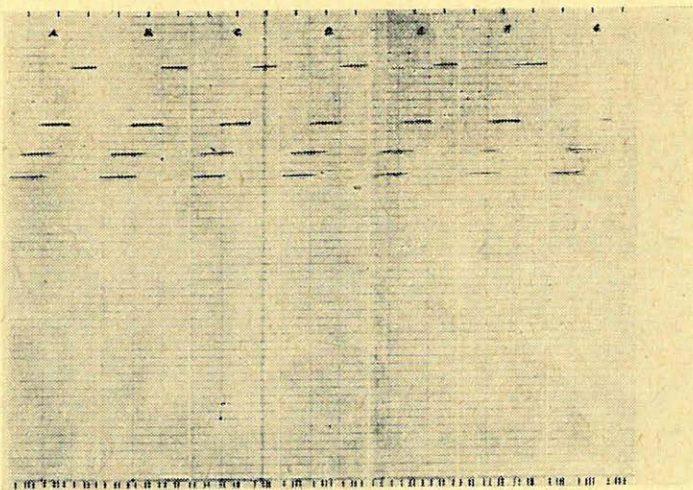
Fig. 5. Moveout scans made by summing with weight  $W_1$ .



6. ábra.  $W_2$  súlyozásos összegzéssel készített moveout scan-ek

Рис. 6. Диаграммы кинематической поправки, составленные суммированием с весом  $W_2$

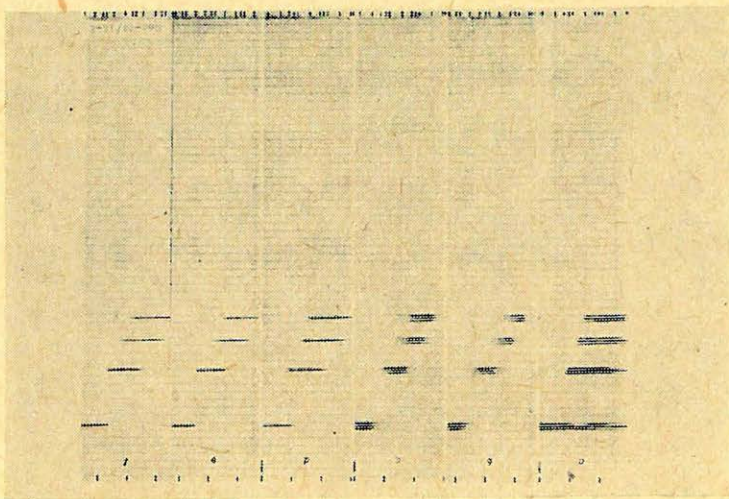
Fig. 6. Moveout scans made by summing with weight  $W_2$ .



7. ábra.  $W_3$  súlyozásos összegzéssel készített moveout scan-ek

Рис. 7. Диаграммы кинематической поправки, составленные суммированием с весом  $W_3$

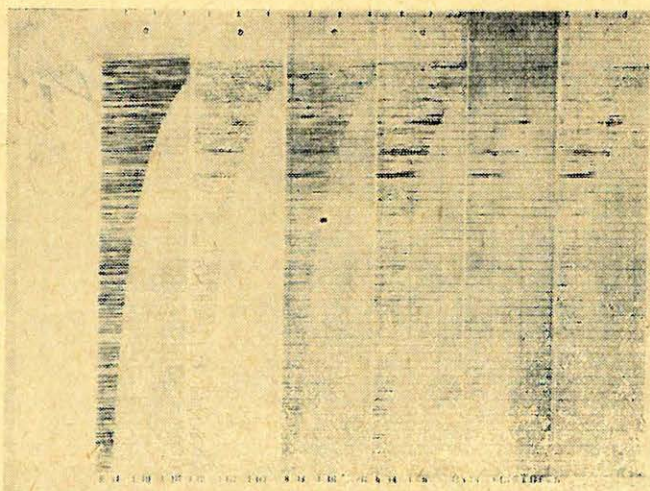
Fig. 7. Moveout scans made by summing with weight  $W_3$ .



8. ábra.  $W_4$  súlyozásos összegzéssel készített moveout scan-ek

Рис. 8. Диаграммы кинематической поправки, составленные суммированием с весом  $W_4$

Fig. 8. Moveout scans made by summing with weight  $W_4$ .



9. ábra. A  $-2$  dB jel/zaj viszonyú modellcsatornákból készített moveout scan-ek. A felhasznált súlyozás: a) súlyozás nélkül, b) amplitúdó diszperzió, c)  $W_1$ , d)  $W_2$ , e)  $W_3$ , f)  $W_4$

Рис. 9. Диаграммы кинематической поправки, составленные по модельным трассам с отношением сигнал/шум  $-2$  дБ. И использованные веса: a) без взвешивания; b) дисперсия амплитуд; c)  $W_1$ , d)  $W_2$ , e)  $W_3$ , f)  $W_4$

Fig. 9. Moveout scans made from model traces having a signal/noise ratio of  $-2$  dB. Weights used: a. without weight, b. amplitude dispersion, c.  $W_1$ , d.  $W_2$ , e.  $W_3$ , f.  $W_4$ .



- M. Turhan Taner and Fulton Koehler*: Velocity spectra-digital computer derivation and applications of velocity functions. Geoph. 1969. vol. 34, No. 6.
- J. W. C. Sherwood and P. H. Poe*: Continous velocity estimation and seismic wavelet processing. Geoph. 1972. vol. 37, No. 5.

## Lapszemle

**Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 7 (107. évf. 2. szám, 1974 február.**

*Barlai Zoltán*: Homokkötőrolók karotázs értékelésének új elmélete és gyakorlata 1. r., 33–38. old.

A tanulmány bemutatja a szénhidrogén-tárolók karotázs értékelésére az OGIL-nál 1968 óta kifejlesztett új elméletet és gyakorlatot.

A jelen 1. rész ismerteti a korábban alkalmazott interpretációs módszerekkel kapcsolatban felmerült problémákat, majd megvizsgálja azokat a tényezőket, melyek hatása a karotázsparaméterekre számottevő. A szerző arra a következtetésre jut, hogy a karotázsparaméterek leírásához figyelembe kell venni a homokkővek matrixának ásványi összetételét és az egyes ásványfélések szemcseméret-eloszlását. A karotázstényezőket jelentősen befolyásolják a filloszilikátok, különösen a kicsiny szemcseméretűek. A tanulmány bemutatja a karotázsparaméterek leírására kidolgozott mikro- és makrofizikai modelleket és a karotázsjellemzőket, valamint a litológiai összetétel és a rétegfizikai tulajdonságok közötti összefüggésekre levezetett új függvényeket.

**Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 7(107) évf. 3. sz. 1974. március**

*Barlai Zoltán*: Homoktárolók karotázsértékelésének új elmélete és gyakorlata 2. r. 74–81. old.

Az előző füzetben (Kőolaj és Földgáz 7(107) 2. 33–38 old.) megjelent 1. rész folytatásaként itt az új karotázsértékelés és gyakorlati kivitele kerül bemutatásra. Új rétegfizikai paraméterek meghatározására nyílik lehetőség azáltal, hogy az új elmélet keretében bevezetett „C litológiai ható” a fajlagos szemcsefelülettel van kapcsolatban. Ennek kihasználásával a karotázsszelvényekből meghatározható a fajlagos szemcsefelület, az abszolút peremabilitás, a redukálhatatlan vízszaturáció és a tortuozitás. Végül az eddigi gyakorlati alkalmazásokat sorolja fel a szerző.

**Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 107. évf. 3. sz. 1974 március**

*Asszonyi Csaba*: A kőzetmechanika egy új felfogásáról I. A hagyományos elmélet hiányosságai, 145–150. old.

A szokványos kőzetmechanikai elméletek a kőzetköpenyt homogénnek, izotópnak tételezik fel és érvényességük csak a kis deformációk tartományára korlátozódik.

A szerző három részben megjelenő cikkében inhomogén, anizotóp közeg feltételezésével a deformációk nagyságrendjének tetszőleges tartományára újszerű kőzetmechanikai rendszert épít fel a modern fizikai termodinamika eredményeinek felhasználásával. Az új elmélet az alkalmazások szempontjából nem bonyolultabb, mint a számtalan egyszerűsítő feltevással dolgozó hagyományos elméletek.

T. G.