

# Az ál-akusztikus impedancia szelvények számítása és alkalmazása a direkt szénhidrogén kutatásban

SZULYOVSKY IMRE\*

Az ál-akusztikus impedancia szelvényeket amplitúdómegőrző feldolgozás után számíthatjuk a szeizmogramok inverziójával. Ideális esetben a kapott ál-akusztikus impedancia szelvény nagyon hasonlít az ugyanazon a helyen, fúrólukban mért akusztikus log-hoz. Szénhidrogén rétegtartalom esetén negatív akusztikus impedancia anomália keletkezik, ami szerencsés esetben jelentkezik az inverzióval kapott akusztikus impedancia szelvényen, ezért direkt szénhidrogén kutatásra nyílik lehetőség. A sűrűség függvény ismerete esetén ál-sebesség szelvényt kapunk.

A dolgozatban modelleken megvizsgáljuk, hogy a dekonvolúció utáni jelalakról hogyan függ a visszaállított sebesség függvény és a bemeneti sebesség függvény hasonlósága. A vizsgálatokból látszik, hogy a számított sebességgörbe karakterisztikusan megegyezik a szeizmikus jellel szűrt szónikus log-al. Ezért átlagosan sikeres dekonvolúció esetén is segítheti az ál-sebesség szelvény az interpretációt. A dolgozatban áttekintjük az elvi alapokat és példát mutatunk gyakorlati alkalmazásra.

Псевдоакустический картаж (ПАК) можно получить в результате преобразования сейсмограмм после обработки в истинных амплитудах. В идеальном случае ПАК совпадает с акустическим картажем, полученным в этом же месте в скважине. В случае наличия залежи появляется отрицательная аномалия акустической кривой, в благоприятных условиях аномалия появляется и на кривой ПАК, поэтому открывается возможность использования его для прямых поисков. При известной зависимости плотности получим псевдоскоростной профиль.

На моделях в докладе исследуется зависимость от формы сигнала после деконволюции подобия скоростной кривой на входе и восстановленной кривой. Исследования показали, что вычисленная кривая скоростей характеристически совпадает с кривой акустического картажа, отфильтрованной сейсмическим сигналом. Поэтому уже при среднеудачной обратной фильтрации полученный псевдоскоростной профиль помогает интерпретации.

В докладе дается обзор теоретических основ способа и практического применения его.

The pseudo-acoustic impedance section may be computed after real amplitude processing by inverting the seismic sections. In ideal case the pseudo-acoustic log is very similar to the acoustic log measured in the same location in borholes.

In the case of hydrocarbon presence negativ acoustic impedance anomaly may results which in lucky case appears on the pseudo-acoustic impedance section. So, direct hydrocarbon exploration may be carried out.

In the case of known density function we may compute the pseudo-velocity section.

In the paper we study the similarity of the input velocity function and reconstructed velocity function and the dependence of signal shape after deconvolution.

It seems that the computed velocity curve is the same in character as the sonic log after filtering with the seismic signal.

So, the pseudo-velocity log in the case of nearly successful deconvolution may give information to help the interpretation process.

In the paper we study the basic principles and show the useability of the pseudo-acoustic impedance profiles in field examples.

## Bevezetés

A direkt szénhidrogén detektálás az utóbbi években általánosan elfogadottá vált. Alapja a valódi amplitúdó megőrző feldolgozás. Ehhez kapcsolódva nem rutin jelleggel számítják az ál-akusztikus impedancia szelvényeket. A szakirodalomban használják a *pseudo velocity log*, *acoustic impedance pseudolog*, *VELOG*, *SEISLOG* elnevezéseket, a továbbiakban mi a *seislog* elnevezést használjuk.

\* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest 1068, Gorkij fasor 42.

Direkt szénhidrogén detektálási kritériumként az amplitúdó anomália, a folyadékhatáron való polaritásváltás, a szintes, nem konformis beérkezések mellett a *negatív akusztikus impedancia anomália* is elfogadottá vált. Elméletileg ui. a seislogok alkalmazása direkt szénhidrogén kutató módszernek tekinthető, mivel a gáz és olaj jelenléte negatív akusztikus impedancia anomáliát okoz, ami a seislogokon szerencsés esetben megjelenik. Ennek alapfeltétele: kifogástalan anyagminőség, minimális zaj, többszörösök teljes hiánya, gondos amplitúdó-megőrző feldolgozás, jó dekonvolúció és akusztikus log a szelvény mentén.

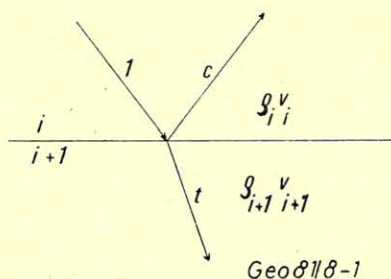
Ezek a feltételek eléggé ritkán teljesülnek maradéktalanul, ezért a seislogok interpretálására gyakorlott értelmező szükséges, megbízható területi koncepcióval, a tárolóra vonatkozó összes információval.

### A módszer elvi alapjai

Síkhullámok és nem dőlt, sík határfelületek esetén a reflexiós koefficiensre a határfeltételekből kifejezést kapunk. A határfeltételek a következők (lásd I. ábra): Az elmozdulások egyenlősége  $t = I + c$ .

$$\text{Az energia megmaradás } Y_i I^2 = Y_i c^2 + Y_{i+1} t^2,$$

ahol  $Y$  a közegre jellemző arányossági faktor, amely elmozdulás mérése esetén a sebesség és sűrűség szorzata, azaz az akusztikus impedancia.



I. ábra - Puc. 1. - Fig. 1.

A két egyenletből a  $c$  reflexiós koefficiensre kapható:

$$c = \frac{Y_i - Y_{i+1}}{Y_i + Y_{i+1}}. \quad (1)$$

Ha a közegre jellemző faktor helyére az akusztikus impedanciát helyettesítjük:

$$c = \frac{\rho_i v_i - \rho_{i+1} v_{i+1}}{\rho_i v_i + \rho_{i+1} v_{i+1}}, \quad (2)$$

ebből:

$$\rho_{i+1} v_{i+1} = \rho_i v_i \frac{1 - c}{1 + c}. \quad (3)$$

Tehát ha ismerjük az első réteg akusztikus impedanciáját és a reflexiós koefficiens, kiszámíthatjuk a következő réteg akusztikus impedanciáját. Ugyanígy egy végtelen sor  $n$ -edik rétegének akusztikus impedanciáját megkaphatjuk, ha ismerjük az első réteg akusztikus impedanciáját és az összes réteghatáron a reflexiós koefficiens:

$$\varrho_n v_n = \varrho_1 v_1 \prod_{i=1}^{n-1} \frac{1 - c_i}{1 + c_i}. \quad (4)$$

A (4) képletben szereplő hányados átírható:

$$\ln \frac{1 - c}{1 + c} = -2 \left\{ c + \frac{c^3}{3} + \frac{c^5}{5} + \dots \right\}, \quad (5)$$

amiből:

$$\frac{1 - c}{1 + c} = e^{-2c} e^{-2 \left\{ \frac{c^3}{3} + \frac{c^5}{5} + \dots \right\}} \approx e^{-2c}, \quad (6)$$

ezért

$$\varrho_n v_n \cong \varrho_1 v_1 e^{-2 \sum_{i=1}^{n-1} c_i}. \quad (7)$$

Ezt a formulát nevezik sebesség transzformációnak. Akár (4), akár (7) formula közvetlenül alkalmas reflexiós koefficiens sorozat akusztikus impedancia csatornába való transzformálására.

A feldolgozás folyamán a szeizmikus csatorna közelebb kerül ugyan a reflexiós koefficiens sorozathoz, de ennek ellenére a legideálisabb esetben sem tekinthető a feldolgozott szeizmikus csatorna reflexiós koefficiens sorozatnak. Ha igen gondosan földolgozott szeizmikus csatornára alkalmazzuk az inverziós formulát, akkor egy ál- (nem valódi) akusztikus impedancia csatornát kapunk. Vizsgáljuk meg, hogy milyen kapcsolatban van az invertált és valódi akusztikus impedancia.

#### *Az invertált és a valódi akusztikus impedancia csatorna kapcsolata.*

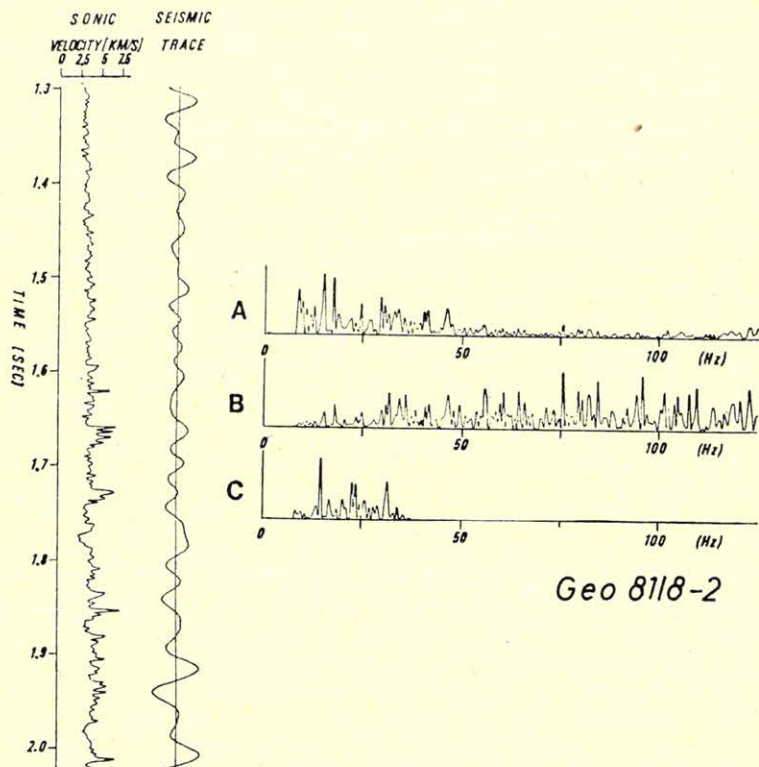
Az eljárás hibaforrásait az inverzióknak alávetett szeizmikus csatorna reflexiós koefficiens sorozattól való eltérése adja. A reflexiós koefficiens sorozat direkt transzformáltja az akusztikus impedancia függvénynek, ezért közöttük kölcsönösen egyértelmű kapcsolat van, egymásba oda-vissza transzformálhatók. Ugyanazt a geológiai információt tartalmazzák. Megjegyezzük, hogy a közöttük levő transzformációk – lásd (2) és (3) – nem lineárisak. Ugyanez igaz a szeizmikus csatorna és a belőle számolt ál-akusztikus impedancia csatornára. Kérdés, hogy milyen összefüggésben van az ál-akusztikus impedancia csatorna a valóddal.

Ehhez először vizsgáljuk meg, hogy azok a függvények, amelyekből származtatjuk az ál-, illetve valódi akusztikus impedancia csatornákat, milyen összefüggésben vannak egymással. Nevezetesen a reflexiós koefficiens sorozatra és a szeizmikus csatornára gondolunk.

Vizsgáljuk meg egy valódi szónikus log részletét és egy, a fúrás közelében mért szeizmikus csatorna megfelelő részletét (2. ábra). A szonikus logot idő függvényébe transzformáltuk és 2 msec-ként mintavételeztük, így az a szeizmikus csatornával azonos mintavételezésű. Az azonos mintavételezés ellenére

látszik, hogy a szónikus log sokkal több információt tartalmaz, mint a szeizmikus csatorna. Hasonlítsuk össze spektrumtartományban a két mérést! (2. ábra). A szónikus log teljesítményspektrumát, (A), a reflexiós koefficiens sorozat teljesítményspektrumát (B) és a szeizmikus csatorna teljesítményspektrumát (C) összehasonlítva több észrevételt tehetünk. A reflexiós koefficiens sorozat spektruma többek között a nemlineáris transzformáció következtében kicsit megváltozott a szónikus log spektrumához képest, de ennek ellenére hasonlóságuk felfedezhető. A szónikus logból a reflexiós koefficiens sorozatot generáló transzformáció lényegében differenciálás, az inverz transzformáció ennek megfelelően integrálás. Ez látszik a spektrumok vizsgálatából is.

A szeizmikus csatorna spektrumán legfeltűnőbb a sávkorlátozottság. Ennek megfelelően információtartalma sokkal szűkebb, mint a fönti spektrumoké. A különbség azonban nem csupán a sávkorlátozottság. A további eltérések oka világos, ha összehasonlítjuk a szeizmikus módszert, mérést és feldolgozást a



2. ábra. Szónikus log szelvény részlet és ugyanazon a helyen mért szeizmikus csatorna, valamint teljesítményspektrumaik: A: szónikus log teljesítményspektruma, B: reflexivitásfüggvény teljesítményspektruma, C: szeizmikus csatorna teljesítményspektruma

Рис. 2. Отрезок кривой акустического каротажа и полученный в том же месте сейсмический канал, а также спектры мощности A: спектр мощности акустического каротажа; B: спектр мощности кривой коэффициентов отражения; B: спектр мощности сейсмического канала

Fig. 2. Comparison of nearby borhole sonic log to a seismic trace and the power spectrums. A: power spectrum of the sonic log, B: power spectrum of the reflection coefficient sequence, C: power spectrum of the seismic trace

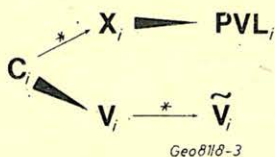
szónikus log mérési módszerrel. A szónikus log részletes sebességgörbét ad. A szeizmikus módszer viszont az akusztikus impedanciákra érzékeny, tehát a sűrűségről is tartalmaz információt. Továbbá a hullám terjedése közben rengeteg olyan zavaró tényező lép föl, amit a földolgozás közben nem tudunk tökéletesen kezelni. Ilyenek: a korrelálódó és korrelálatlan zajok, esetleges olyan reflexiók, amelyek nem a vertikális síkból származnak, a migráció, a jelalak és amplitúdó torzulások stb. Ezen kívül torzulást eredményezhet a nem lineáris transzformáció is.

Mindezek ellenére a szeizmikus csatorna spektruma és a fönti két spektrum karakterben hasonló. Ez azt bizonyítja egyrészt, hogy a nemlineáris transzformáció nem torzítja el nagyon a spektrumot, másrészt a szeizmikus csatorna leglényegesebb információtartalma az altalaj sebességfüggvénye.

A relatíve szűk spektrumú szeizmikus csatornából visszaszámolva az akusztikus impedancia csatornát, nyilvánvalóan csak ugyanolyan szűk spektrumú akusztikus impedancia csatornát kaphatunk. Továbbra is kérdés marad azonban, hogy a sávkorlátozottságon kívül a kapott akusztikus impedancia csatorna a nemlineáris transzformáció következtében mennyire és hogyan torzul.

Tegyük fel az egyszerűség kedvéért, hogy a sűrűség időben konstans, továbbá, hogy a szeizmikus csatorna és a reflexiók koefficiens sorozat között kizárólag a wavelettel való konvolúció a különbség, zaj nincs jelen. Van tehát egy kiindulási sebességfüggvényünk  $V_1$ , ebből számítható reflexiók koefficiens sorozat  $C_1$ , ebből wavelettel való konvolúcióval kapjuk a szeizmikus modelleszatornát:  $X_1$  és ezt invertálva kapunk egy ál-sebességfüggvényt:  $PVL_1$ .

Ha a kiindulási sebességfüggvényt konvolváljuk a wavelettel, akkor a reflexivitás függvényről kiindulva két ágat kapunk, egyik végeredménye az ál-sebességfüggvény, másik végeredménye a wavelettel szűrt bemeneti sebességfüggvény ( $\tilde{V}_i$ ) – (lásd 3. ábra).

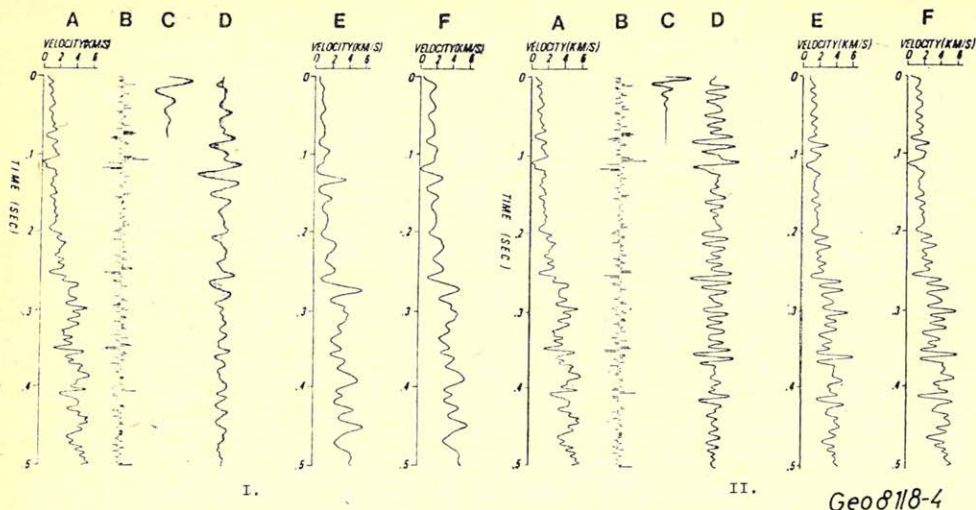


3. ábra – Puc. 3. – Fig. 3.

Mindkét ágon ugyanazok a műveletek vannak. Egy lineáris (a konvolúció) és egy nemlineáris transzformáció, csak fordított sorrendben. Mivel ezek nem fölcserélhető műveletek, ezért a két ág végeredménye nem egyezhet meg.

A fönti, valódi szónikus és szeizmikus csatornával kapcsolatos megfigyelésünk arra enged következtetni, hogy a megmaradt frekvenciasávban az ál-sebesség csatorna kis mértékben torzul a valódihoz képest.

A kérdés tisztázására a következő modellvizsgálatot végeztem. A 4/I. ábrán egy szintetikus sebesség csatornából 40 Hz csúcsfrekvenciájú jel fölhasználásával számolt szeizmikus modelleszatornát és a belőle számolt ál-sebesség csatornát látjuk. Többszörösök és egyéb zaj nincs figyelembe véve. A kapott ál-sebesség csatorna ( $E$ ) a szintetikus sebesség csatornával ( $A$ ) nem túl jól korrelál, azonban annál jobban hasonlít a wavelettel szűrt szintetikus sebesség csatornára ( $F$ ). A 4/I. ábra csatornáinak teljesítményspektrumát az 5/I. ábra tartalmazza. Az ( $E$ ) és ( $F$ ) spektrumokat összehasonlítva, spektrumtartományban is elfogadható hasonlóságot találunk.



4. ábra. Modellszámítás: a jel sávzélességének hatása az ál-sebesség csatornára. A: sebesség modell, B: reflexivitásfüggvény „A” sebességből számítva, C: wavelet, D: szintetikus szeizmikus csatorna „B” reflexivitásfüggvényből és „C” waveletből számítva, többszörösök nélkül, E: ál-sebesség csatorna „D” szintetikus szeizmikus csatornából számítva, F: „C” wavelettel szűrt „A” sebesség-függvény

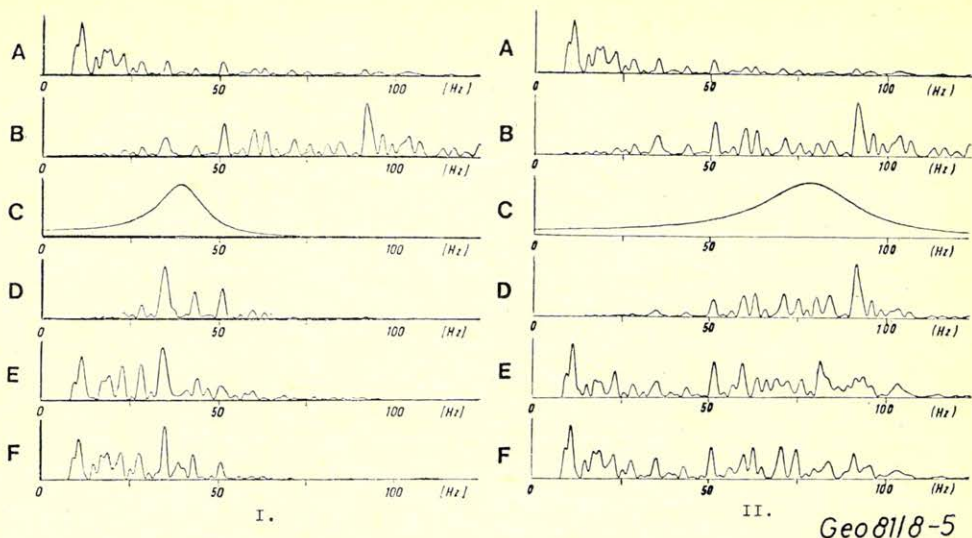
Рис. 4. Расчет на модели: влияние ширины сигнала на псевдоскоростной канал. A: скоростная модель; B: Кривая коэффициентов отражения, вычисленная по скоростной зависимости «А»; B: сигнал; Г: синтетический сейсмический канал, вычисленный по кривой «Б» и сигналу «В» без многократных отражений; Д: псевдоскоростной канал, вычисленный по синтетическому сейсмическому каналу «Г»; E: отфильтрованная сигналом «В» скоростная зависимость «А»

Fig. 4. The effect of band width of the seismic signal on the pseudo velocity log. (Model computation) A: velocity model, B: reflection coefficient sequence computed from „A” velocity curve, C: wavelet, D: synthetic seismic trace computed from „C” wavelet and „B” reflection coefficient sequence, with no multiples, E: pseudo-velocity log computed from „D” synthetic seismic trace, F: „A” velocity curve convolved by „C” wavelet

Megismételve a számítást 80 Hz csúcsfrekvenciájú jellel, az eredmények rendre a 4/II. és 5/II. ábrákon láthatók. Időtartományban az ál-sebesség csatorna (E) és a szűrt valódi sebesség csatorna (F) között itt is jó hasonlóságot találunk. A magasabb jel csúcsfrekvencia következtében mindkét csatorna jobb közelítést adja a kiinduló sebesség modellnek.

Spektrumtartományban az 50 Hz fölötti frekvenciáknál az (E) és (F) spektrumok hasonlósága már nem olyan jó, mint az alacsonyabb frekvenciáknál, de a karakterisztikus hasonlóság itt is fennáll, és egyébként ez már a szeizmikus frekvenciasáv fölött helyezkedik el. A főnti modellszámításoknál a 8 Hz alatti frekvenciákat nem vettem figyelembe, mivel azok úgysem bírnak szeizmikus jelentőséggel.

A modellszámításokból levonhatjuk az alábbi következtetéseket. A szeizmikus jel sávkorlátozottsága meghatározza a szeizmikus csatornából számítható ál-akusztikus impedancia csatorna spektrumának szélességét. Itt szignifikáns geológiai információt veszítünk. A megmaradt sávzélességet reprezentáló szeizmikus csatornából meghatározható ál-akusztikus impedancia csatorna azonban



5. ábra. Teljesítményspektrumok a 4/I., II. ábra azonos jelzésű modell csatornáiból számítva.

Рис. 5. Спектры мощности для каналов модели рис. 4. I – II

Fig. 5. Power spectrums of Fig. 4/I., II.-same as Fig. 4/I., II.

nagyon jól hasonlít a szeizmikus jellel szűrt valódi akusztikus impedancia csatornához. A hasonlóság spektrumtartományban is jól látszik, és különösen a szeizmikus frekvenciasávban, 50 Hz alatt erős.

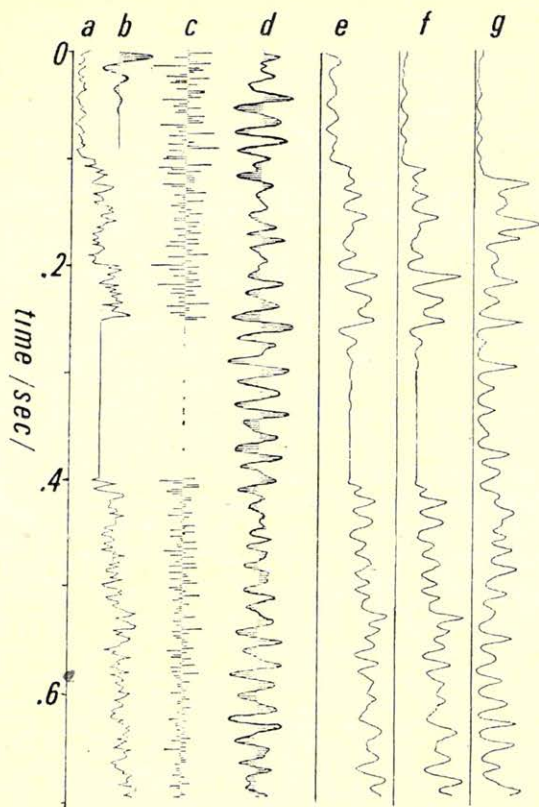
Tehát a két nemlineáris transzformáció közben alkalmazott lineáris transzformáció – azaz a szeizmikus jellel való konvolúció – a sávkorlátozástól eltekintve nem torzítja jelentősen az inverzióval kapott ál-akusztikus impedancia csatornát.

A fönt felsorolt egyéb zavaró tényezőkkel nem foglalkozunk, csupán egy modellvizsgálatot mutatunk az erős többszörös tevékenység illusztrálására, a 6. ábrán. Látható, hogy erős többszörös tevékenység teljesen lehetetlenné teszi a sebességgörbe visszaállítását. A modellben a legnagyobb reflexiós koefficiens 0,32 volt.

### Gyakorlati alkalmazás

A (4) formula gyakorlati alkalmazásához ismerni kell az első réteg akusztikus impedanciáját, valamint a szeizmikus csatornát az előkészítés során skálázni kell úgy, hogy az egyes amplitúdók a megfelelő reflexiós koefficiensekhez igazodjanak. A kezdő akusztikus impedanciának (4)-ből látható módon csak konstans szorzó szerepe van.

A szeizmikus csatorna skálázásának hatása már nem ilyen egyszerű. A valódi amplitúdójú feldolgozás jó esetben megőrzi az amplitúdók relatív értékeit, de a csatorna egészét nekünk kell beállítani. Szerencsés esetben karotázás mérések alapján állíthatjuk be egy-egy markáns szint amplitúdóját, de a legtöbb esetben ez az út nem áll rendelkezésre. Ilyenkor, annak alapján, hogy a reflexiós koefficiensek maximuma ritkán haladja meg a 0,3 értéket, az egész csatornát skálázzuk úgy, hogy a maximális amplitúdó pl. 0,25 legyen.



Geo 81/8-6

6. ábra. Modellszámítás a többszörösök ál-sebesség csatorna számítására gyakorolt hatásának vizsgálatára: *a*: sebesség modell, *b*: wavelet, *c*: reflexivitásfüggvény „*a*” sebességből számítva, *d*: szintetikus szeizmikus csatorna „*c*” reflexivitás függvényből és „*b*” waveletből számítva, többszörösök figyelembevételével, *e*: „*b*” wavelettel szűrt „*a*” sebességfüggvény, *f*: ál-sebesség csatorna, a többszörösök figyelembevétele nélkül, *g*: ál-sebesség csatorna a „*d*” szintetikus szeizmikus csatornából számítva

Рис. 6. Расчет на модели исследование влияния многократных волн на псевдоскоростной канал. *a*. скоростная модель; *b*. сигнал; *в*. кривая коэффициентов отражения, вычисленная по скоростной зависимости «*a*» 2. синтетический сейсмический канал, вычисленный по кривой «*в*» и сигналу «*b*» с учетом многократных отражений; *д*. отфильтрованная сигналы «*b*» скоростная модель «*a*»; *e*. псевдоскоростной канал без многократных вступлений Ж. псевдоскоростной канал, рассчитанный по синтетическому сейсмическому каналу «*г*»

Fig. 6. The effect of multiple activity on the pseudovelocity log. (Model computation) *a*: velocity model, *b*: wavelet, *c*: reflection coefficient sequence computed from „*a*” velocity curve, *d*: synthetic seismic trace computed from „*b*” wavelet and „*c*” reflection coefficient sequence, with multiples, *e*: „*a*” velocity curve filtered by „*b*” wavelet, *f*: pseudo-velocity log computed from primaries, *g*: pseudo-velocity log computed from „*d*” synthetic trace

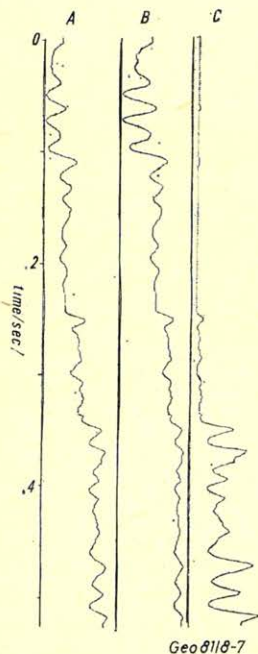


Nézzük meg, mi történik akkor, ha az anyagot túl- vagy alulskálázzuk. Ilyenkor a reflexiós koefficiensnek tekintett értéket változtatjuk meg, ami azt jelenti, hogy az akusztikus impedancia különbségeket változtatjuk meg. Tegyük fel, hogy a sebességek és a sűrűségek a mélységgel növekszenek. Ekkor (7)-ben  $c < 0$ , az exponenciális kitevője pozitív lesz, értéke pedig  $I$ -nél nagyobb. Ha egy  $K$  szorzóval skálázott  $x$  csatornát invertálunk, akkor (7)-ben  $c_i$  helyére  $Kx_i$  kerül:

$$\varrho_n v_n \cong \varrho_1 v_1 e^{-2 \sum_i Kx_i} = \varrho_1 v_1 \left[ e^{-2 \sum_i x_i} \right]^K$$

A skálázó együttható tehát az egész exponenciális függvény kitevőjeként jelentkezik. Az exponenciális függvény értéke  $I$ -nél nagyobb, ezért ha a bemenő anyagot fölskálázzuk, ez az akusztikus impedancia csatorna mélységgel növekvő módon való fölskálázását eredményezi. Alulskálázás esetén pedig fordítva.

A skálázás hatását a 7. ábrán illusztráljuk modellpéldán. Három ál-akusztikus impedancia csatornát mutatunk be különböző skálázással. Az (A) görbét skálázás nélkül kaptuk, ez megfelel a fentiek értelmében a bemeneti akusztikus impedancia görbe szűrt változatának.



7. ábra. Szeizmikus csatorna skálázásának hatása a számított ál-sebesség csatornára. A: korrekt skálázással számított ál-sebesség csatorna, B: erős alulskálázással számított ál-sebesség csatorna, C: erős túlskálázással számított ál-sebesség csatorna

Рис. 7. Влияние порывализации сейсмического канала на вычисляемый псевдоскоростной канал A: псевдоскоростной канал с правильной нормализацией; B: псевдоскоростной канал с недопоровыванием; B: псевдоскоростной канал с перенормированием

Fig. 7. The effect of the scaling of the seismic channel on the computed pseudo-velocity log. (Model computation) A: pseudo-velocity log, computed from correct scaled seismic channel, B: pseudoveLOCITY log, computed from strongly under scaled seismic channel, C: pseudo-velocity log, computed from strongly over scaled seismic channel

A maximális amplitúdó az  $x_i$  modelleszatornán  $0,18$ . A (B) görbénél ezt az értéket  $0,01$ -re állítottuk be, a (C) görbénél  $0,99$ -re.

A modellpéldából látszik, hogy a skálázó együttható pontos ismeretének az invertált akusztikus impedancia csatorna relatív értékeinek meghatározásában nincs alapvető, lényeges szerepe. Továbbá az látszik, hogy a skálázó együttható alulbecslése kevésbé torzítja a visszaállított akusztikus impedancia csatornát, mint a fölülbecsülés.

A fenti módszerrel az akusztikus impedancia csatorna szeizmikus frekvenciasávbeli becslését kapjuk. A hiányzó magas frekvenciákról le kell mondanunk, azaz szeizmikus mérésből való visszaállítására nincs lehetőség. Az alacsony frekvenciák utólagos bevezetésének többféle módja ismeretes. Megszerezhetjük a hiányzó alacsony frekvenciás információt akár moveout analízisből, akár a területről származó karotázis szelvények szűrésével és interpolációjával. Az így előállított alacsony frekvenciás trendet egyszerűen hozzáadjuk az inverzióval kapott akusztikus impedancia csatornához.

A szeizmikus csatorna valódi polaritását karotázis szelvények alapján tudjuk meghatározni. A fúrólukhoz legközelebb eső szeizmikus csatornát mindkét polaritással invertáljuk, és összehasonlítjuk a szűrt szonikus loggal. A jobban korrelálódó csatornához tartozó polaritás a helyes.

### *Ál-akusztikus impedancia szelvények megjelenítése*

Szokásos megjelenítési mód a hagyományos szeizmikus szelvény forma, csak *wiggle trace* írásmóddal, mivel itt a zérus vonalnak nincs jelentősége.

Ha az alacsony frekvenciás komponens sikerül bevezetnünk, akkor az ábrázolást legcélszerűbb színes plotterrel végezni. Ez a megjelenítési mód könnyíti legjobban a kiértékelést. Jelenleg azonban még nem tudunk megbízható abszolút akusztikus impedancia szelvényeket előállítani.

### *Értelmezés*

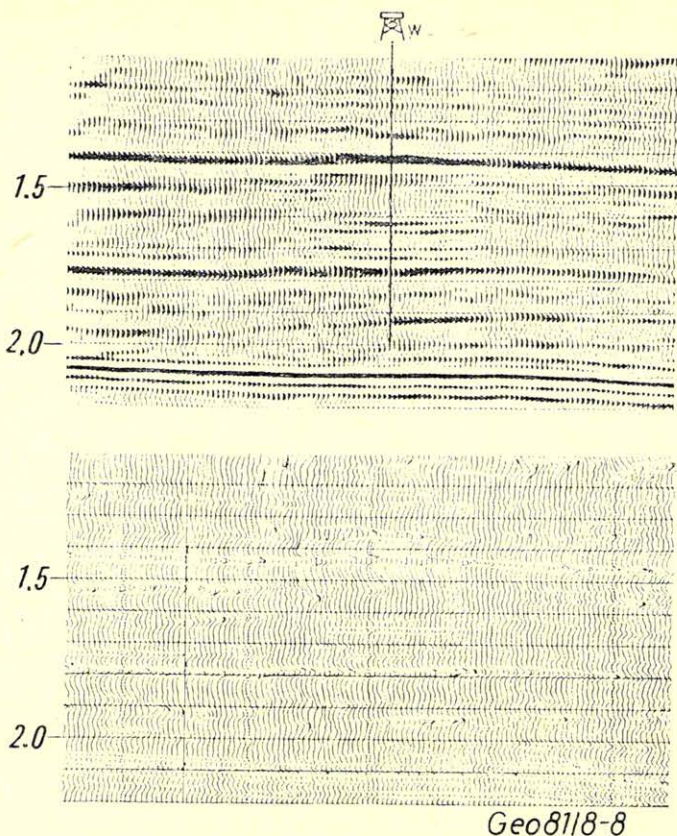
Az ál-akusztikus impedancia szelvények – az utólag bevezetett alacsony frekvenciás komponensektől eltekintve – ugyanazt az információt tartalmazzák, mint a szeizmikus szelvény, csak a geológiai rétegekkel könnyebben korrelálható formában.

Az egész szelvény értelmezése, főleg litológiai értelmezése fúróluk magminták nélkül jelenleg elképzelhetetlen. Ha van legalább egy fúrás a területen, akkor az abból szerzett litológiai információkat a seislogok alapján extrapolálhatjuk.

Ha fúrási adatok nincsenek, akkor litológiai értelmezésre nincs lehetőség. Seislogot viszont minden szeizmikus anyagra lehetőségünk van számítani, ami valamilyen szinten biztos, hogy segíti az értelmezést. Ez a szint a szeizmikus anyag minőségétől függ elsősorban, másodsorban a rendelkezésre álló egyéb információktól.

Legkézenfekvőbb felhasználásuk a direkt szénhidrogén kutatásban van. Negatív akusztikus impedancia anomália amplitúdó anomáliához, esetleg kedvező szerkezeti képhez kapcsolódva szénhidrogén telepet valószínűsít. Főhasználhatók még abnormális nyomású rétegek kijelölésében, porozitás becslésében. A seislogok értelmezésére jelenleg még nincs kiforrott metodika, bár már 5–6 éve használják. Sok-sok tapasztalatra és további vizsgálatokra van még szükség ahhoz, hogy teljesen megértsük a seislogokat, abszolút értékbe tudjuk konvertálni és teljesen tisztán lássuk a folyadéktartalom hatását.

Bemutatunk két valódi szelvényt, ahol alkalmaztuk az eljárást. Mindkét terület produktív, ismert gáztároló. Az inverzióval sűrűség adatok és alacsony frekvenciás változások nem álltak rendelkezésre, így relatív ál-akusztikus impedancia szelvényt kaptunk. A 8. ábra dekonvolvált szelvényén 1,4 sec-nál erős amplitúdó anomália látszik. A belőle számolt seislogon 1,4 sec-nál, ahol a fúrás



8. ábra. Gáztartalmú területen mért szeizmikus szelvény és ebből számított ál-akusztikus impedancia szelvény

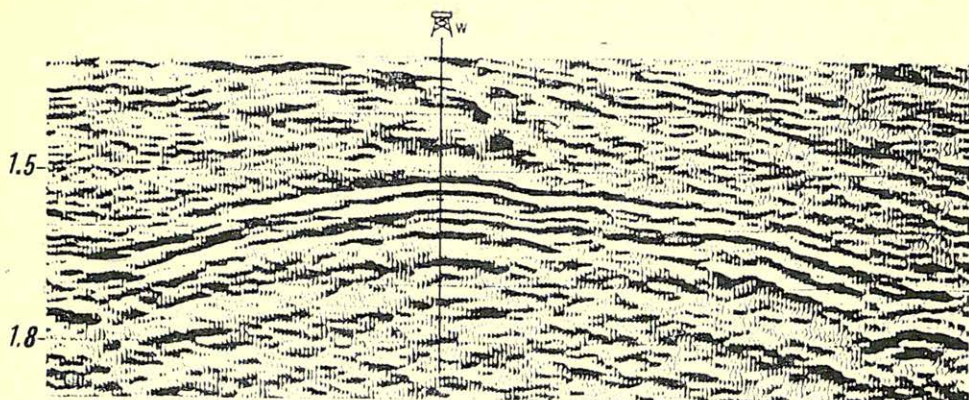
Рис. 8. Сейсмический профиль с газовой залежью и рассчитанный по нему профиль ПАК

Fig. 8. Seismic section and pseudo-acoustic impedance section in a gas field

kis gáztelepet talált, negatív akusztikus impedancia anomália jelentkezik. A 9. ábra dekonvolvált szelvénye szép szerkezetet mutat. Fúrás bizonyítja, hogy 1520 msec-nál van a gázsapka. Az inverzióval kapott seislog szelvényen (10. ábra) berajzoltuk a föltárt gáztelep széleit is.

Az antiklinális tetején határozott negatív anomália jelentkezik. A szárnyakon a feltételek valószínűleg nem teljesülnek olyan jól, mint az antiklinális tetején, és ezért gyöngül el az anomália.

Összefoglalva, a szeizmikus csatorna sávkorlátozottsága az egyik leglényegesebb korlátozó tényező az ál-akusztikus impedancia szelvények számításánál, de hatása csak az inverzióval kapott akusztikus impedancia csatorna spektrumának sáv szélességét korlátozza. Ha a további zavaró hatásoktól eltekintünk, akkor az ál-akusztikus impedancia csatorna információ tartalma minimális torzulással megfelel a valódi akusztikus impedancia csatorna szeizmikus frekvencia-

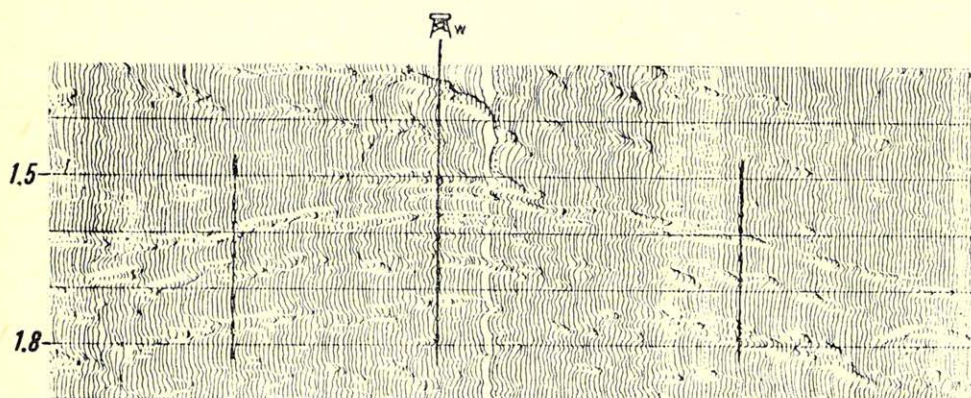


Geo 8118-9

9. ábra. Gáztartalmú terület dekonvolált szeizmikus szelvénye

Рис. 9. Сейсмический профиль с газовой залежью после деконволюции

Fig. 9. Seismic section in a gas field



Geo 8118-10

10. ábra. Ál-akusztikus impedancia szelvény a 9. ábra időszelvényéből számítva

Рис. 10. Профиль ПАК, вычисленный по временному разрезу рис. 9.

Fig. 10. Pseudo-acoustic impedance section computed from seismic section of Fig. 9.

sávbeli információtartalmának. Ezért szükséges a lehető legjobb minőségű dekonvolúció. Mivel az egyéb torzító tényezőket teljesen kiküszöbölni nem tudjuk, ezért a seislogok értelmezése igen nagy kiértékelői tapasztalatot és minél több, a területre vonatkozó előzetes információt követel.

A nem túl távoli jövőben remélhetőleg bevezetésre kerülő HRS (nagy felbontóképességű források), a széles sávú regisztrálás és a 3 D migráció valószínűleg új lendületet ad a seislogok sztratigráfiai és litológiai értelmezésben való alkalmazásának.

- Becquey, M., Lavergne, M. and Willm, C.*, 1979. Acoustic impedance logs computed from seismic traces: *Geophysics*, V. 44., No. 9, - p. 1485 - 1501.
- Delas, C., Beuchamp, J. B., de Lombares, G., Fourman, J. M. and Postic, A.*, 1970. An example of practical velocity determination from seismic traces: Presented at the 32nd Meeting of the EAEG, Edinburgh.
- Lavergne, M.*, 1975, Pseudo diagraphies de vitesse en offshore profond: *Geophys. Prosp.*, V. 23., p. 695 - 711.
- Lavergne, M., and Willm, C.*, 1977, Inversion of seismograms and pseudo velocity logs: *Geophys. Prosp.*, V. 25, p. 231 - 250.
- Lindseth, R. O.*, 1979, Synthetic sonic logs - a process for stratigraphic interpretation: *Geophysics*, V. 44, No. 1, p. 3 - 26.
- Marschall, R.* 1980, Interpretational information from seismic data.
- Stone, D. G.*, 1978, Using seismic data to extrapolate well logs: 48th Meeting of the SEG, San Francisco.
- Street, A. V.*, 1979, Development and application of seislogs to sub-surface lithology determination: 24th International Geophysical Symposium, Cracow.