Szeizmikus szelvények sztratigráfiai értelmezése kelet-magyarországi neogén-quarter depressziók példáján*

*KÉSMÁRKY I. – POGÁCSÁS GY. – SZANYI B.***

A magas fedésszámú, nagy felbontóképességű szeizmikus eljárások alkalmazásával lehetőség nyílik a reflexiós kép finomszerkezetének vizsgálatára, szeizmikus fáciesek elkülönítésére. A szeizmikus fácieseket jellemző paraméterek és paramétereloszlások vizsgálatával a litológiai felépítésre, rétegviszonyokra, porozitásra, túlnyomásra stb. vonatkozó információkhoz jutunk, emellett mód nyílik a földtörténeti eseménysor elemeire, ősföldrajzi viszonyok, üledékszállítás és felhalmozódás, transzgresszió, regresszió stb. vonatkozó következtetések levonására is. Végső soron különböző szeizmikus paraméterek felhasználásával a szerkezeti csapdák mellett más típusú, litológiai, sztratigráfiai, tektonikai stb. tárolók is felderíthetőkké válnak.

Dolgozatunkban ismertetjük a szeizmikus sztratigráfiai értelmezés menetét és két kelet-magyarországi depresszió példáján beszámolunk a közvetett (indirekt) interpretációs eljárás alkalmazásával kapott eredményekről.

Применение сейсмических систем с многократным перекрытем и современных методов обработки данных позволяет изучать тонкие детали волновой картины и проводить стратиграфическое расчленение разрезов. При анализе характерных сейсмических параметров и их распределения получается полезная информация о литологии, стратиграфи, пористости, зонах с передавлением и т. д. Кроме этого можно делать выводы даже об элементах истории развития Земли (палеогеографические условия, перенос отложений, трансрессия, регрессия и т. п.0 для изучаемого района.

В работе обсуждаются возможности стратиграфической интерпретации сейсмических данных в условиях Паннонского бассейна. Приводятся примеры использования косвенного метода интерпретации в двух разведочных районах Восточной Венгрии.

Multifold seismic profiling and modern data processing permits to carry out the analysis of fine structures and seismic stratigraphic interpretation. By the analysis of characteristic seismic parameters and their distribution useful data can be obtained about the litology, stratigraphy, porosity, overpressure zones etc. Moreover, conclusions can be drawn about the geological history, (paleogeographical conditions, sediment transport, transgression, regression etc.) of the exploration area.

The paper discusses the possibilities of the stratigraphic interpretation of seismic data in the Pannonian Basin. Examples are shown from two exploration areas in Eastern Hungary where indirect interpretation approach was used.

Bevezetés

A szeizmikus szelvénykép finomszerkezetének vizsgálata hasznos információt nyújthat a földtani felépítésre jellemző fizikai paramétereloszlásról és ily módon hozzájárulhat a földtörténeti eseménysor rekonstruálásához. A szeizmikus reflexiók részletező vizsgálatára két fontosabb módszer ismeretes:

1. CH földtani szempontból fontos paraméterek meghatározása.
   Ide tartozik a „valódi" amplitúdók, a frekvenciavizsgálatok és az intervallumsebességek alapján történő akusztikus impedancia, porozitás, túlnyomás és fluidumtartalom becslés (direkt CH-kutatás).

* Elhangzott a Magyar Geofizikusok Egyesülete Felszíni Geofizikai Szakosztályának 1981. jún. 18-i előadóülésén.

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

2. Sztratigráfiai értelmezés
Ezalatt a rétegtani felépítés vizsgálatát az ősföldrajzi és üledékképződési folyamatok rekonstruációját értjük, felhasználva a szeizmikus hullámtér jellegzetességeit.

Dolgozatunkban ez utóbbi eljárással foglalkozunk és megkíséreljük a *Sangree* és munkatársai által kidolgozott kiértékelési rendszer *(Sangree – Widmier, 1977)* alkalmazását a kelet-magyarországi neogén-quarter mélydepressziók üledékeire. Az eljárás rövid ismertetése után két konkrét példát is bemutatunk.

A sztratigráfiai kiértékelés elvi alapjai

Az üledékképződés meghatározott ősföldrajzi, fizikai környezetben történik. Az eltérő üledékképződési viszonyok között lerakódó üledékek *„szeizmikus struktúrája"* is eltérő. A *„strukturális"* különbségek különböző reflexiós alakzatokat eredményeznek az időszelvényeken.

A szeizmikus reflexiók erőssége, a reflexiós horizontok (fázistengelyek) formája, követhetősége, kapcsolódási módja és egymáshoz viszonyított helyzete alapján elkülöníthetők és azonosíthatók az egyes üledékes rétegcsoportokat reprezentáló szeizmikus fáciesek. A reflexiós kép vizsgálatával tisztázhatók a különböző szeizmikus fácieseket létrehozó üledékképződési viszonyok és valószínűsíthetők a litológiai kifejlődések *(litofáciesek)*. Az egymásra települő fáciesek sorozatát vizsgálva a földtani múlt eseménysorozatára, az ősföldrajzi viszonyokra, az üledékfelhalmozódás alakulására és a kutatási terület tektonikai fejlődésmenetére is következtetni lehet.

Végső soron a reflexiós szeizmikus profilok sztratigráfiai kiértékelése közvetett módszert kínál a szerkezeti csapdák mellett más típusú, litológiai és rétegtani változásokhoz kapcsolódó tárolók kutatásához.

A sztratigráfiai kiértékelés és értelmezés menete

Első lépés a szeizmikus szelvényeken megjelenő és egymástól különböző reflexiós struktúrák, reflexiótartományok felismerése és elhatárolása. Az azonosítást és szétválasztást először az egyes profilokon (két dimenzióban), majd a teljes szeizmikus hálózaton (három dimenzióban) elvégezzük. A szeizmikus fáciesek határai *nem esnek* szükségszerűen reflexiós fázistengelyekre (*5. ábra* D_2 szeizmikus fáciese). Második lépésben az elkülönített reflexiótartományok (szeizmikus fáciesek) reflexióit vesszük részletes vizsgálat alá. Az elkülönítés alapját képező reflexió jellemzők (amplitúdó, reflexiókontinuitás és reflexiós konfigurációk) mellett a következő részleteket figyeljük meg:

- a szétválasztott tartományok elhatárolási módja,
- az egyes szekvenciákhoz tartozó reflexiók szekvencia határokon történő viselkedése (kiékelődés, ráékelődés, rálapolódás, szétválás, erózióhoz vagy üledékhiátushoz kapcsolható elvégződés) a struktúraváltozások jellege (konformitás és diszkordancia),
- a szeizmikus képet meghatározó reflexiók fázistengelyeinek (és három dimenzióban az ezeknek megfelelő reflektáló felületek) alakja, görbülete, dőlésszöge, párhuzamossága, divergenciája,
- a szeizmikus fácies egység külső (térbeli) formája (lemez, tábla, ék, depresszió kitöltés).

Harmadik lépésben az összes vizsgált reflexió jellemző komplex értelmezésével azonosíthatjuk az elkülöníthető szeizmikus fácieskénti leképeződő üledékes struktúrákat. Felvázoljuk az üledékképződési viszonyokat és a várható litofácieseket. Ennek során, különösen addig, amíg nem rendelkezünk kellő számú magyarországi szeizmikus sztratigráfiai *„etalonnal"* a szakirodalomban közölt összefoglaló táblázatokra (pl. *Seismic Characteristics and Environmental Facies Interpretation Sangree, Widmier 1978*) támaszkodhatunk.

Alkalmazási példák

Vizsgálatainkat Délkelet-Magyarország két – mélyfúrásokkal még jórészt feltáratlan – nagy mélységű, *6–7 km* vastag neogén-quarter üledékekkel kitöltött depresszióban bemért profilokon végeztük *(1. ábra)*. Mindkét depressziót *CH*-kutató szeizmikus mérésekkel mutatták ki a hatvanas *(Makói árok)*, ill. a hetvenes években *(Derecskei mélyzóna)*.

1. ábra. Kelet-Magyarország térképvázlata a *2–5.* ábrákon szereplő szeizmikus profilok helyszínrajzával

Рис. 1. Схематическая карта Восточной Венгрии с планом сейсмических профилей, представленных на рисунках 2–5.

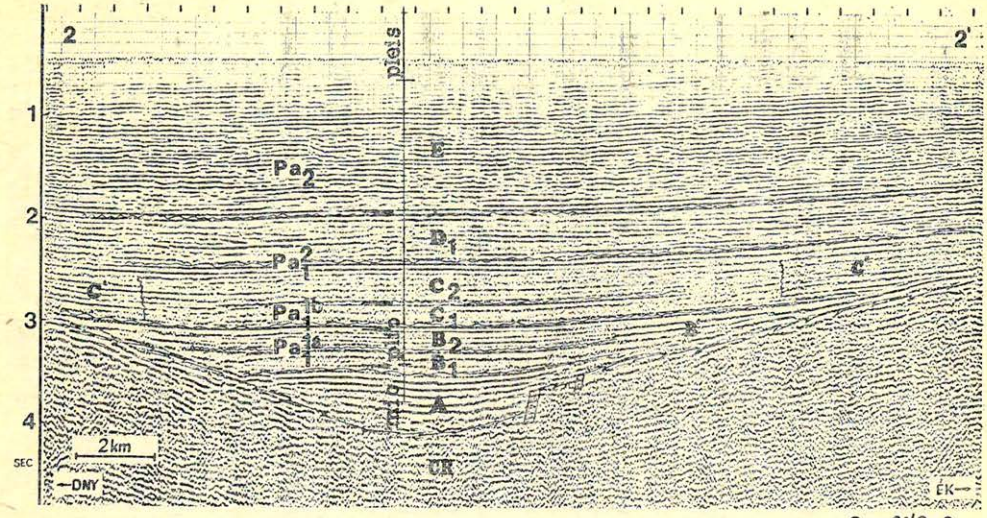
Fig. 1. Map of Eastern Hungary with location of seismic lines on Figures 2–5.

A depressziókban, de nem azok ultramély zónájában csupán egy-egy, a további kutatásokhoz nélkülözhetetlen földtani-geofizikai alapadatokat biztosító fúrás mélyült. A depressziókban elkülönített szeizmikus fácieseket két-két egymásra közel merőleges (a Makói árokban az árok legmélyebb centrális, a Derecskei depresszióban pedig annak középmély délnyugati részén bemért) szeizmikus profilon mutatjuk be. A profilokat 12– és 24×-es fedéssel, az árok tengelyével közel párhuzamosan *(3., 5. ábra)*, ill. arra merőlegesen *(2., 4. ábra)* mérték be.

A következőkben a két vizsgált terület szeizmikus fácieseit ismertetjük. Az egymásnak megfelelő szeizmikus fácieseket nagybetűkkel jelöltük. Az alfácieseket *1, 2* indexszel (pl. B_1, B_2), a *„szeizmikus heterotopikus fácieseket"* pedig *A' B' C'* jelöléssel különítettük el.

Szeizmikus sztratigráfiai egységek

Mindkét területen a medencealjzat kaotikus reflexió konfigurációkkal jelentkezik az időszelvényeken (*CR*-sorozat). A *CR* (crystalline) összletben is jelentkeznek reflexiós beérkezésre emlékeztető szeizmikus horizontok (pl. *3. ábra* jobb oldali felén) valószínűleg a medencealjzat belsejében húzódó (tektonikai?) határfelületek menti akusztikus impedanciaugrás kapcsán. E horizontok tektonikai



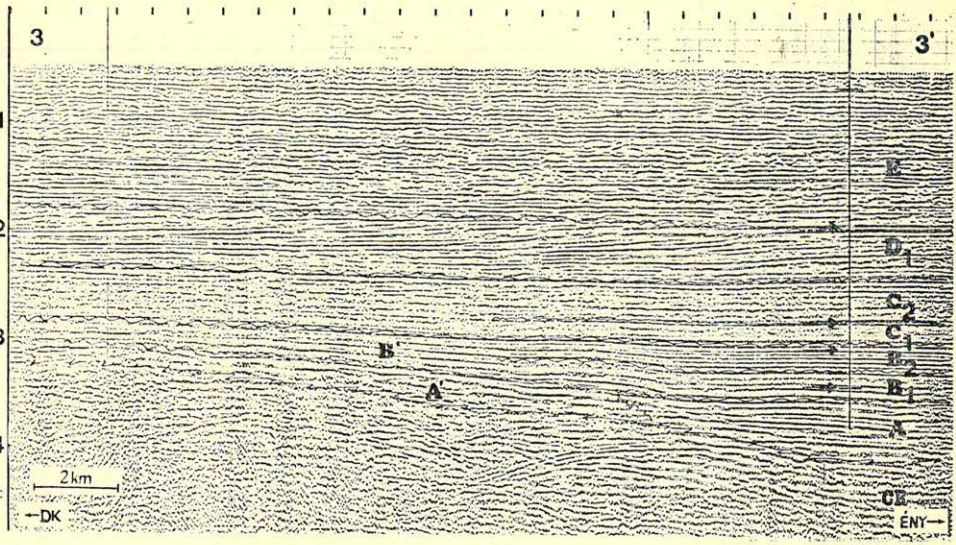
2. ábra. A Makói árkot harántoló szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat: *CR*-kristályos képződményekből álló medencealjzat, *A*, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, *E* szeizmikus sztratigráfiai egységek (szeizmikus fácies sek) *B'*, *C'* laterális fáciesváltozatok, Pa_1^{1a}, Pa_1^{1b}, Pa_1^2, Pa_2 litológiai trendelemzés alapján elkülöníthető üledékképződési egységek (*Szalay Á.—Szentgyörgyi K. 1979* szerint). Az egyes egységeket a szelvény közelében mélyült *Hód-I* mélyfúrás tengelye mentén nyilak választják el. A *Hód-I* fúrásban határolt képződmények korbeosztását (mio-miocén, plio-pliocén, pleis-pleisztocén+holocén) is feltüntettük ezen az ábrán.

Рис. 2. Сейсмический разрез через Макойский граben. Оъозначения *CR* – кристаллический фундамент ъассейна, *A*, B_1, B_2, C_1, C_2, $Д_1$, *E* – сейсмические стратиграфические единицы (сейсьические фации); *B'*, *C*. – датеральные фациальные изменения; Pa^{1a}, Pa_1^{1b}, Pa_1^2, Pa_2 – периоды осадкооъразования, выделяемые по литологическому анализу тренда (по *А. Салаи* и К. *Сентдгрди, 1979*). Периодыразделены стрелками по оси скважины *Ход – л*, которая ъыла проъурена вълизи профиля. На рисунке отьечен и возраст, проъуренных скважиной оъразований (miомиоцен, pLio – плиоцен, pleis – плейстоцен+голоцен).

Fig. 2. Seismic profile along dip direction in the Makó trench. Legend: *CR*-cristalline basement. *A*, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, *E* – seismic stratigraphic units (seismic facies units). *B'*, *C'* – lateral facies changes. Pa_1^{1a}, Pa_1^{1b}, Pa_1^2, Pa_2 sedimentation units according to lithological trend analysis *(Szalay A.—Szentgyörgyi K., 1979)*. Units are separated by arrows along the axis of deep borehole *Hód-I*. The figure also illustrates chronostratigraphic along the borehole (Mio-Miocene, Plio-Pliocene, Pleis-Plaistocene+Holocene).

(és *CH*-földtani) szempontból igen fontosak, de előfordulási zónáik külön szeizmikus (al)fácies ként általában nem különíthetők el. A *CR*-sorozatot erősen átalakult, több 100 millió éves (paleozoós, prekambriumi (?)] kristályos képződmények alkotják.

A kristályos képződményekre eróziós diszkordanciával a középső miocénben (kárpátien) kezdődő neogén üledékciklus képződményei települnek. Az üledékes összlet kezdőtagját a *Makói árok* legmélyebb zónáját kitöltő enyhén hullámzó, párhuzamos reflexiókkal jellemezhető összlet képviseli (*A*). Alsó határát nem minden szelvényen jelzi határozott, nagy amplitúdóval jelentkező reflektáló felület. A szelvények reflexiós képe alapján feltételezhető, hogy a (metamorfizá-



3. ábra. A *Makói árok* hossztengelyével közel párhuzamos szeizmikus szelvény. Az egyes jelölések azonosak a *2. ábrán* alkalmazott jelekkel. Jól látható, hogy az árok hossztengelyével párhuzamos szelvény dőlésirányban metszi a ferde reflexiókkal jelentkező D_1 összletet.

Рис. 3. Сейсмический профиль, приблизительно параллельный продольной оси Макойского грабена. Обозначения на рисунке соответствуют обозначениям *рисунка 2.* Хорошо видно, что профиль параллельный продольной оси грабена по падению пересекает толщу $Д_1$, характеризующуюся наклонными отражениями.

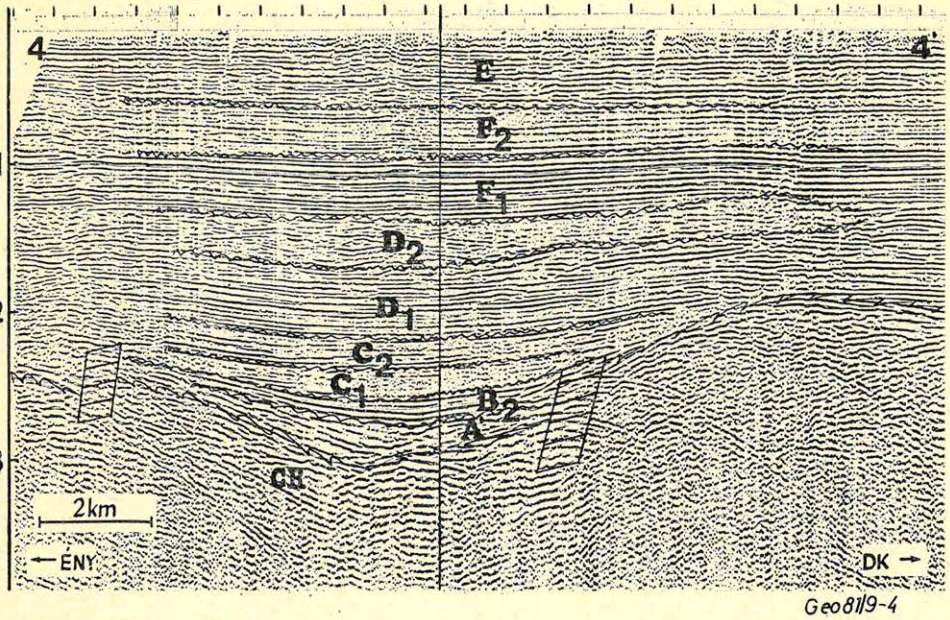
Fig. 3. Seismic profile along nearly strike direction in the Makó trench. Symbols are the same as in *Fig. 2.* It is readily seen that stratigraphic unit D_1 is intersected along dip direction.

lódott) medencealjzatra a neogén transzgressziót megelőzően összecementált (autigén breccsához hasonló) törmelék települt. Akusztikus impedanciája megközelíti a medencelajzatét. Az (*A*) szeizmikus fácies képe alapján nyugodt, alacsony energiaszinttel jellemezhető környezetben lerakódó pelites képződmények valószínűsíthetők.

A Derecskei mélyzónában bemért szelvényeken *(4., 5. ábra)* a legalsó (üledékes) szeizmikus fácieshez (*A'*) tartozó reflexiók kontinuitása gyenge, változó amplitúdó, a párhuzamosság szinte teljes hiánya és nagy dőlésszögek jellemzik őket. Az egyes reflexiós szintek a medencealjzat két oldalán, annak emelkedő szárnyaira rálapolódva ékelődnek ki. A medencealjzat töréses szerkezetére csupán a mélyzónák legmélyebb részén fellépő reflexiós kép utal. A *4.* és *5. ábrán* látható szelvények alapján elkülönített (*A'* jelű) összlet a *Derecskei mélyzóna* és a *Makói árok* centrális részén megtalálható medencebelseji fáciesű miocén összlet partközeli heteropikus fácieseként értelmezhető.

A *Makói árokban* az (A) jelű fáciesre (B_1) alfácies közbeiktatódásával, a Derecskei árokban pedig közvetlenül települ a (B_2) alfácies.

A közbetelepült (B_1) alfáciest vékony, zsindelyszerűen egymásra rakódó, kis amplitúdójú, gyenge kontinuitású reflexiók jellemzik. Valószínűleg a miocén-



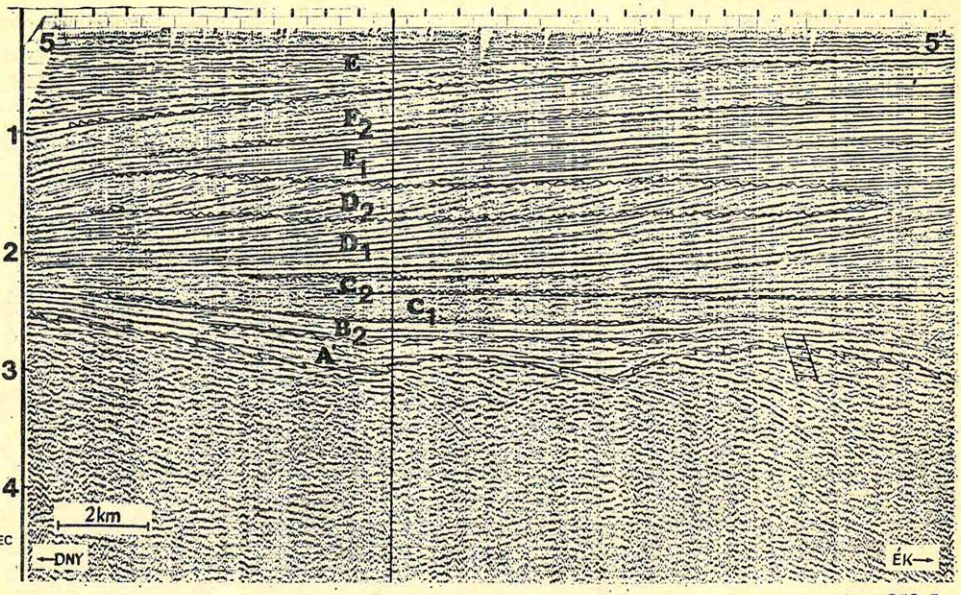
4. ábra. Harántirányú szeizmikus szelvény a Derecskei árok délnyugati emelkedő részén. Ábrajelölések azonosak a *2. ábra* jelöléseivel.

Рис. 4. Поперечный профиль на юго-западной восходящей части Деречковского грабена. Обозначения на рисунке соответствуют обозначениям *рисунка 2.*

Fig. 4. Seismic profile along broadside in the *SW* part of the Derecske depression. Symbols are the same as in *Fig. 2.*

pannon határon elsekélyesedő (de feltehetőleg mindvégig vízzel borított) üledékgyűjtőben felhalmozódott képződmények képviselik. A (B_2) fáciest az *A* fáciesnél kevésbé hullámos, erős kontinuitású, viszonylag nagy és egyenletes amplitúdóval jelentkező, egymáshoz igen hasonló párhuzamos reflexiók alkotják. A reflexiók a medence lejtőkön (annak elérése előtt) jórészt megszűnnek, az azt elérők arra rálapolódnak. A paleo medence szegélyén a medencebelseji kifejlődésű képződményeket reprezentáló (*B*) fácies átadja helyét a medenceperemi vele heteropikus (*B'*) fáciesnek.

A derecskei területen *(4. ábra)* e fácies reflexiói, laterálisan heterotropikus fácies fellépte nélkül az árok két oldalát alkotó törészónákra lapolódnak rá. A (*B*) fácies mindkét területen a depressziók viszonylag szűk belső mélyzónájára korlátozódó képződményeket képvisel. Hosszan követhető, határozott párhuzamos reflexiókból álló reflexiós képe alacsony energiaszinteken, nyugodt körülmények közt végbemenő üledékképződésre utal, melynek során viszonylag nagy laterális elterjedésű rétegcsoportok rakódtak le. A (B_2) szeizmikus fáciest valószínűleg agyag, agyagmárga és márga túlsúlya jellemzi. Benne kisebb (a szeizmikus hullámhossz felbontóképességénél kisebb) vastagságú homok, homokkő közbetelepülések is előfordulhatnak. A *B* fáciesegységre éles határral és tőle markánsan különböző reflexiós képpel települ a kétosztatú (C_1, C_2) fácies. A (*C*) fácies felső határát a *Makói árok* centrális részén hosszan követhető, erős



5. ábra. Hosszirányú szeizmikus szelvény a derecskei árok délnyugati emelkedő részén. Ábrajelölések azonosak a *2. ábra* jelöléseivel. A D_2 fácies határai nem esnek reflexiós horizontokra.

Рис. 5. Продольный сейсмический профиль в юго-западной части Деречковского грабенае Обозначения на рисунке соответствуют обозначениям *рисунка 2.* Границы фации $Д_2$ н. совпадают с отражающими горизонтами.

Fig. 5. Seismic profile lengthwise in the *SW* part of the Derecske depression. Symbols are the same as in *Fig. 2.* Boundaries of facies unit D_2 are not paralell with the seismic reflection horizonts.

reflexió képviseli. A *4.* és *5. ábrán* látható (a Derecskei árokban bemért) profilokon a *C* fácies felső részét alkotó reflexiók balról jobbra, fokozatosan megváltoztatva dőlésszögüket, a *D* fáciesben is folytatódnak. (A C_2 és D_1 fácies határa a derecskei árokban nem esik egybe reflexiós fázistengellyel.) A *C* fáciest az összes szelvényen felismerhető, hosszan követhető, közepes amplitúdóval jelentkező, közel szintes reflexió két részre osztja. Az alsó (C_1) alfácies reflexiói a medenceperemi lejtőkre rálapolódva ékelődnek ki.

A (C_2) fácies a *Makói árok* centrális részét szegélyező hátságok felett is folytatódik. A (C_1, C_2) alfáciesek reflexiós képe mindkét területen rendkívül hasonló egymáshoz. Hosszan követhető, nagy amplitúdójú reflexiókat – az alfácieseket elválasztó reflexiókötegeket kivéve – nem tartalmaz. A szeizmikus kép (az előző fáciesektől erősen különböző) magas energiaszinten, szeszélyes, változó körülmények között, viszonylag kiegyenlített térszínen lezajló üledékképződésre utal. A szeizmikus kép – alátámasztva *Szalay – Szentgyörgyi (1979)* mélyfúrásokra alapozott interpretációját – sekélyvízi környezetre, változó erősségű áramlások által szállított és lerakott, uralkodóan homokos, törmelékes jellegű képződményekre utal. A *C* fáciesegység az ismertetett formában csak a depressziók belső területein mutatható ki. A depressziók szegélyén a mélyzónákat elválasztó hátságok felett ez a fácies közepes amplitúdóval, változó kontinuitással jelent-

kező, párhuzamos reflexiókból álló kiegyenlítettebb (feltehetően pelitesebb) fáciesbe vált át (*C'* fácies).

A *C* fáciest határozottan két részre osztó reflexiós horizont valószínűleg az általános alsó pannon transzgresszió kezdetéhez kapcsolódik.

A *derecskei* profilokon a *B* és *C* fácieseket érintő – valószínűleg e fáciesegységek lerakódásával színgenetikus – törések mentén történő besüllyedés figyelhető meg.

A reflexiós kép alapján könnyen elválasztható *D* fácies két alfáciesre osztható (D_1, D_2). A D_1 fáciesre (a Makói árokban csak ez van meg) a *Derecskei árokban* viszonylag vékony, kis és változó amplitúdójú, gyenge kontinuitású, ferde reflexiókból álló, balról jobbra ékszerűen elvégződő fáciesegység települ (D_2).

A D_1 alfáciest a depressziók tengelyével közel párhuzamos szelvényeken erősen változó amplitúdójú és kontinuitású, meredeken (5–10°) dőlő, ferde, vagy hajlított reflexiók képviselik. A csapásirányú (az árkok hossztengelyére merőleges) szelvények kvázi párhuzamos reflexióinak amplitúdója és kontinuitása kisebb, mint a merőleges profilokén. A D_1 fácies általános elterjedésű (a mély depressziókat elválasztó hátságok felett is megvan).

A derecskei szelvényeken a *D* fáciesre a kétosztatú F_1 és F_2 (a Makói árokban hiányzó) fáciesegység települ. Az F_1 alfáciest hosszan követhető, viszonylag nagy és változó amplitúdójú, erős és változó kontinuitású, párhuzamos, ferdén dőlő (de egyenes) reflexiós struktúra képviseli. E fáciesegység *ÉK*-ről *DNy* felé fokozatosan elvégződő éket formál. Az F_2 fáciest alkotó reflexiók dőlésszöge és megjelenési módja az F_1-et alkotókhoz hasonló, azzal párhuzamos. A reflexiók amplitúdója és kontinuitása viszont sokkal alacsonyabb. Az F_1, F_2 fáciesek a dőlésirányú profilokon sem egymástól, sem az alattuk (D_2), illetve felettük elhelyezkedő (*E*) fáciesektől nem egyetlen határozott reflexiós horizonttal határolódnak el. Az 5. ábrán a *D* és *F* fácies határát a reflexiók töréspontjait összekötve vontuk meg. E vonal felett (F_1 fácies) nyugodt rétegzettségű üledékekre, alatta pedig zavart településű, törmelékesebb összletre (D_2) számíthatunk.

A $D-F_1$ határ DNy felé lassan emelkedik, ez relatív vízszint emelkedést jelezhet. Az *5. ábra* jobb oldalán kivastagodó *F* összlet párhuzamos, ferde reflexiói valószínűleg a paleolejtő felszínével párhuzamosan folyó üledéklerakódást reprezentálnak. Az F_2 összlet kisebb vízmélységben rakódott le, mint az F_1 fácies. A *D* és *F* fáciesek területrészenként eltérő jellegzetességei az alsó pannon transzgressziót követő regressziós feltöltődés menetéről szolgáltatnak információkat.

Az Alföldön bemért reflexiós profilok arra utalnak, hogy a feltöltődés északról dél felé haladt. A paleomorfológia a feltöltődés előrehaladását kis mértékben módosíthatta. Mindkét depresszióban a D_1 összlet dőlésiránya párhuzamos az árok hossztengelyével.

A neogén-quarter összlet zárótagját mindkét területen nagy amplitúdójú, változó kontinuitású, párhuzamos, vízszintes reflexiókból álló szeizmikus fácies képviseli (*E*). E fáciesegység a makói területen vastag vízszintes lemezt, a derecskei területen az F_2 fácies jobbról balra lejtő ferde felszínén kiékelődő éket képez. E fáciessel sekély vízben lerakodó fluvio-lakusztrikus képződmények – lencsés kifejlődésű homok, homokkő, agyag, agyagmárga rétegek – azonosíthatók.

Ősföldrajzi, fejlődéstörténeti interpretáció

Az egymásra települő szeizmikus fáciessorok alapján az ősföldrajzi, fejlődéstörténeti eseménysor főbb szakaszai a következők:

A mélydepressziók alján a felső miocénben feltöltődéses jellegű üledékképződés kezdődött, amely átnyúlt az alsó pannonba is (*A*, *B* fáciesek). (A mélyzónák centrumát metsző szeizmikus szelvényeken sem eróziós diszkordanciára, sem üledékhiányra utaló hiátus nem található a miocén-pannon határon.)

Az alsópannont fokozatosan előretörő, először a paleomorfológiai depressziókat, majd a mélyzónákat elválasztó hátságokat is birtokba vevő transzgresszió jellemezte (C_1, C_2 fáciesek).

Az alsópannon transzgressziós képződményekre északról dél felé haladó feltöltődést képviselő regressziós képződmények települnek (*D*, *F* fáciesek).

Az *5. ábrán* a *D* és *F* fáciesen ferdén keresztül haladó, hosszan követhető reflexiós horizontok két széle közt a szintkülönbség esetenként eléri a *300–500 msec*-t. Feltételezve, hogy a reflexiók az egykori medence térben vándorló paleolejtőinek helyzetét is reprezentálják, igen nagy (*5–600 m*-es) mélységkülönbségeket kell feltételeznünk a *D* fácies lerakódása idején. A *Makói árokban* ezek a különbségek – a szeizmikus reflexiók szintkülönbsége alapján – nem érték el a *2–300* métert. A *B* és *C* fáciesek szintes reflexiói kizárják az utólagos (tektonikus) mozgások (kibillenés) lehetőségét.

A *Makói árok* és a *Derecskei depresszió* fejlődésmenete az *A*, *B* és *C* fáciesek lerakódása idején igen hasonló. A *D* és *F* fáciesek alakja, településmódja viszont sokban különbözik a *Makói árok* centrális- és a *Derecskei depresszió* délnyugati részén.

Szalay–Szentgyörgyi (1979) a *Hód-I* és a *Derecske-I* fúrások alapján litológiai trendanalízissel kimutatták a *Hódmezővásárhelyi depresszióban* a pannon felső részének erősen törmelékes, a *Derecskei depresszió* ugyanazon képződményeinek pedig erősen pelites jellegét. Az *5. ábrán* látható profil *ÉK*-i részének közelében (néhány kilométerre a szelvény végétől) a pannonban (a *C* fácies lerakódását követően) aktívvá váló törészóna mentén lezajló mozgások kapcsán a nagy vízmélység különbség alakult ki. A terület megnövekedett üledékvisszatartó képessége és az egyébként is erős törmelékbeszállítás gyors ütemű feltöltődést eredményezett, amelyet jól illusztrál az *5. ábra* D_1 és F_1 fáciese.

Az általános alsó pannon transzgressziót (*C* fácies) követő medenceperemi lejtő vándorlására utaló eltérő dőlésű összlet általános elterjedésű a Pannon medencében *(Varga I. et al. 1978)*.

Völgyi és szerzőtársai *(Völgyi, 1975, Gajdos et. al, 1979)* regressziós, delta jellegű üledékképződéssel magyarázzák az algyői fúrások által feltárt, diszkordáns településű rétegcsoport (ennek feleltethető meg a Makói árok szeizmikus szelvényein *D*-vel azonosított fáciesegység) kialakulását. Az általuk megkülönböztetett deltafront és deltaháttér üledékcsoporttal azonban nem azonosítható mechanikusan a *4.* és *5. ábra D* és *F* jelű szeizmikus fáciesegysége. A neogén-quarter összlet zárótagját északon vékonyabb, délen nagyobb vastagságban kifejlődő tavi-mocsári, folyóvízi feltöltődés képviseli (*E* fácies).

Szeizmikus fáciesek és litosztratigráfiai egységek

Szeizmikus sztratigráfiai egységeinket kizárólag a reflexiós szeizmikus képre támaszkodva különítettük el. Az egyes szeizmikus fáciesegységekre jellemző szeizmikus paraméterek (intervallumsebességek, reflexiós együtthatók, akusztikus impedancia stb.) meghatározása további vizsgálatok feladata. Nyilvánvaló ezen paraméterek ismeretének fontossága a „nem szerkezeti típusú" *CH*-csapdák kutatása során.

Szeizmikus sztratigráfiai modellünket és a modellre alapozott ősföldrajzi következtetéseinket összevetettük a klasszikus (mélyfúrás) forrásokra alapozott mélyföldtani modellekkel. (Megjegyezzük, a derecskei területen bemért *4. és 5. sz. profil* közelében nem mélyült mélyfúrás. A *Derecske-I* fúrásra vonatkozó adatokat csak a *4. és 5. ábrán* közöltektől eltérő módon feldolgozott és megjelenített szeizmikus vonalakon keresztül „korrelálva" tudtuk figyelembe venni.)

A *2. és 3. ábrán* látható a szelvények metszéspontja közelében mélyült *Hód-I* fúrásban harántolt képződmények korbeosztása. Látható, hogy a miocén-pliocén határ a B_1 szeizmikus fácies közepén húzódik. Korrektnek fogadva el a határ felrakásához használt sebességfüggvényt, megállapítható, hogy a miocén-pannon képződmények e szelvényeken szeizmikusan nem választódnak el éles határral.

A pliocén-pleisztocén képződmények reflexiós képe kissé különbözik. Megjegyezzük, hogy a szeizmikus feldolgozás során a GKV munkatársai elsősorban a mélyebb (*CH*-földtani szempontból fontos) képződményekre vonatkozó információk megjelenítésére törekedtek. Szeizmikus sztratigráfiai beosztásunkat összevetettük *Szalay Á.—Szentgyörgyi K.* trendelemzésre alapozott litológiai tagolásával. Az általuk elkülönített egységek (Pa_1^{1a}, Pa_1^{1b}, Pa_1^2, Pa_2) határait a *2. és 3. sz. profil* metszésvonalának bal oldalán (nyilakkal) ábrázoltuk. A kétféle eljárással (szeizmika, illetve karotázs mérések alapján) végrehajtott tagolás egybeesése szembetűnő. Az eltérések egy fázison (a szeizmikus módszer felbontóképességének határán) belül vannak. (Szalayék a pannont osztották részekre és így a Pa_1^{1a} egység határának a miocén-pliocén határt tekintették.)

A Pa_2 egység az *E* a Pa_1^2 egység a C_2, D_1, a Pa_1^{1b} egység a C_1, a Pa_1^{1a} a B_1, B_2, fáciesekkel esik egybe. Nagyon hasonló a két modellre alapozott — az üledékfelhalmozódás menetére, az ülledékképződési körülmények alakulására vonatkozó — interpretáció.

Szeizmikus sztratigráfiai elemzésünk során elkülönített fácieseinket sikeresen azonosítottuk *Gajdos I.—Papp S.—Somfai A.—Völgyi L. (1979)* által (karotázs markerek alapján) elkülönített litosztratigráfiai egységekkel. (Publikálás alatt álló anyagaik rendelkezésünkre bocsátásáért ezúton is hálás köszönetünket fejezzük ki.)

Az általuk elkülönített formációk és tagozatok határai a szeizmikus szelvény felbontóképessége (és az alkalmazott sebességfüggvény pontossága) által megszabott határokon belül egybeesnek a szeizmikus fácies egységek határaival.

A különböző geofizikai-földtani eljárásokra (szeizmika, karotázs) alapozott, egymástól függetlenül végrehajtott rétegtani tagolás azonos eredménye ezen eljárások használhatóságát és korrektségét igazolja.

Szeizmikus sztratigráfia és CH-kutatás

A *Makói árkot* ás a *Derecskei depressziót* szegélyező magasvonulatokhoz több jelentős *CH*-kinccsel rendelkező szerkezeti csapda kapcsolódik. Ezek *CH*-telepei a depressziókat kitöltő üledékek által generált, a neogén képződmények települési viszonyai által meghatározott migrációs viszonyok közt vándorló szénhidrogénekkel töltődtek fel. Feltételezhető, hogy a már ismert szerkezeti csapdákba a depressziókat kitöltő üledékek által generált szénhidrogéneknek csupán egy része halmozódott fel. A többi valószínűleg a neogén-quarter összleten belül — annak litológiai változásaihoz és rétegtani felépítéséhez kapcsolódó telepekben — található. Megtalálásuk fontos kutatási feladat, melyhez a dolgozatban ismertetett eljárás is segítséget nyújthat.

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Geofizikai Kutató Vállalat vezetőinek a dolgozat elkészítéséhez nyújtott támogatásukért.

IRODALOM

[1] *Gajdos I. – Papp S. – Somfai A. – Völgyi L.*, 1979.: Az alföldi Tiszai Formáció csoport litosztratigráfiai egységei. KV Szolnok (kézirat).

[2] *Mitchum, R. M., Vail, P. R., Sangree, J. B.* 1977.: Statigraphic interpretation of seismic reflection Pattern in Depositional Sequences. AAPG Memoir 26 Tulsa, Oklahoma, USA p. 117 – 135.

[3] *Pogácsás Gy.*, 1980.: Neogén süllyedékeink fejlődéstörténeti viszonyai a felszíni geofizikai mérések tükrében. Föld. Közl. v. 110/3 – 4. p. 485 – 497.

[4] *Rádler B. – Sághy Gy. – Újfalusy A. – Varga I.*, 1978.: Seismic exploration of unconformly dipping neogene sediments. 23. Geophysical Symposium, Várna Proceedings Sofia.

[5] *Rich, J. L.*, 1951.: Three critical environments of deposition and criteria for recognition of rocks deposited in each of them. Geol. Soc. America Bull., V. 62. p. 1 – 20.

[6] *Sangree, J. B., Widmier, J. M.*, 1978.: Seismic Interpretation of Clastic Depositional Facies. AAPG Bulletin V. 62, No. 5. p. 752 – 771.

[7] *Szalay A., Szentgyörgyi K.*, 1979.: Adatok a szénhidrogénkutató fúrások által feltárt medencebeli pannon képződmények litológiai tagolódásának ismeretéhez trendelemzés alapján. Geonómia és Bányászat V. 12/4, p. 401 – 425.