

# A Pannon medence neogén mélydepresszióinak szeizmikus sztratigráfiai alapvonásai\*

POGÁCSÁS GYÖRGY\*\*

*A Geofizikai Kutató Vállalat modern, nagy felbontóképességű szeizmikus szelvényeinek sztratigráfiai értelmezése lehetővé teszi a medencefejlődést meghatározó tektonikai fázisok azonosítását és az egyes tektonikai eseményekhez kapcsolódó specifikus üledékfelhalmozódási egységek korrelálását.*

*A dolgozatban bemutatásra kerülnek a medenceszegélyi területek kiemelkedése kapcsán lerakódó delta és turbidit üledékeket (Pannon) a szinorogén molaszt (Felső-Bádeni-Pannon) és a fluvio-lakusztrikus képződményeket (Felső-Pliocén-Pleisztocén) reprezentáló – szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel azonosított – szeizmikus egységek.*

*Tárgyalásra kerül a fenti képződménycsoportok képződéstörténeti kapcsolata és kronosztratigráfiai helyzete.*

*Стратиграфическая интерпретация профилей МОВ Геофизического предприятия ГТНГП дает возможность отождествления определяющих развитие бассейна тектонических фаз и корреляции специфических, связанных с отдельными тектоническими движениями, единиц осадконакопления. На примерах показаны сейсмостратиграфические особенности, условия распространения и геохронологическое положение орогенного флиша (палеоген), синорогенного моласа (карпатский-нижнебаденский), посторогенного моласа (верёнебаденский-паннонский), дельтовых и турбидитных отложений, образовавшихся в период поднятия краевых частей бассейна, а также флувио-лакустрического ряда, представляющего последнюю фазу осадконакопления.*

*Stratigraphic interpretation of high resolution seismic section acquisitioned by GKV makes it possible to determine tectonic phases governing the basin development and correlation of specific depositional units related to various tectonic events. Examples are shown about delta and turbidite sediments due to basin flank uplifting in the synorogene Flysch (Paleogene), synorogene Molasse (Upper-Badenien-Pannonian) as well as Fluvio-lacustric layers as seen in seismic stratigraphy terms.*

*Extention and chrono-stratigraphy of these units are also discussed.*

## Bevezetés

A Pannon medence területén a neogén-quarter során számos mélymedence és depresszió alakult ki (Körössy, 1980, Pogácsás 1980, Bérczi et al. 1981, Dank 1981). A mélydepressziókat kitöltő üledékek jelentős mértékben különböznek a medenceperemeken feltárt hasonló korú képződményektől. A mélyfúrások sporadikus elrendeződése, a szakaszos magmintavételezés és a korjelző faunaelemek hiánya miatt (Jámbor 1980, Nagymarossy 1981) a neogén-quarter üledékfelhalmozódási egységek térbeli elterjedése és kapcsolata – különösen a mélydepressziók területén – nem határozható meg közvetlen (öslénytani és kőzettani) módszerekkel. E depressziókat kitöltő üledékek sztratigráfiai, ősföldrajzi és fáciesviszonyainak rekonstruálása azonban közvetett módszerek – mélyfúrási geofizikai és szeizmikus profilok – segítségével is megkísérrelhető.

A szeizmikus sztratigráfiának nevezett – a szeizmikus adatok földtani értelmezésére szolgáló új eljárás kifejlesztése az 1970-es évek elején a kontinentális talapatokon meginduló tengeri olajkutatásokhoz kapcsolódik. Sangree és Widmier 1974-ben ismertették az üledékfelhalmozódási környezet szeizmikus alapo-

\* A Magyar Geofizikusok 1984. évi vándorgyűlésén Sopronban elhangzott előadás

\*\* Geofizikai Kutató Vállalat Budapest VI., Gorkij f. 42.



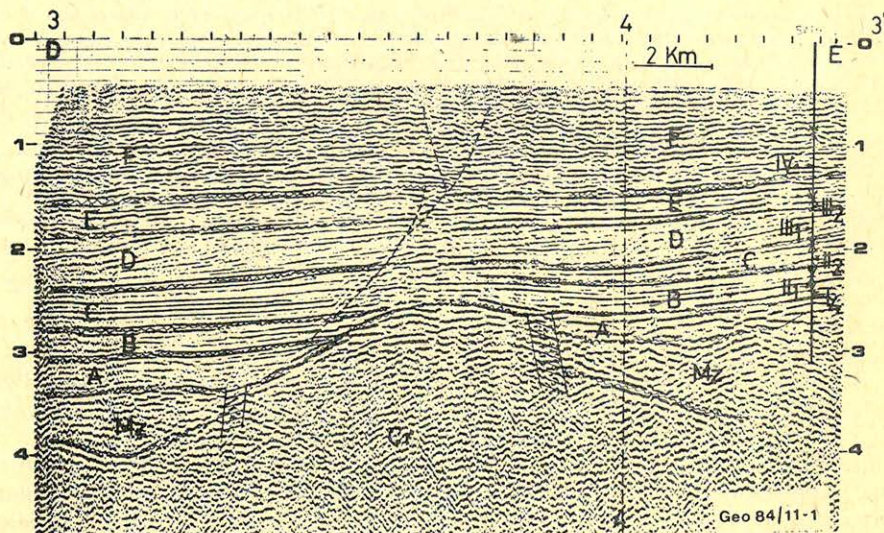
kon történő előrejelzésére kidolgozott eljárásukat. A szeizmikus rétegtan meg-  
alapozása *Sheriff (1975)*, a szeizmikus egységek kronosztratigráfiai értelmezése  
pedig *Vail et al (1977)* nevéhez fűződik.

*Szeizmikus sztratigráfiai egységek elkülönítése, szeizmikus fáciesek vizsgálata*

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Geofizikai Kutató Vállalata által  
1975 és 1983 között bemért szeizmikus szelvények szeizmikus sztratigráfiai  
vizsgálata szerint a Pannon medence területén 3 különböző struktúrával jelle-  
mezhető képződménycsoport különíthető el.

- A. A preneogén medencealjzat szeizmikus struktúrája elsősorban e kőzetek  
tektonikus deformációit, semmint eredeti üledékes rétegzettségét tükrözi.
- B. A pannonnál idősebb (alsó és középső miocén) képződmények szeizmikus  
reflexiók képe részben üledékes, részben tektonikus hatásokat tükröz.
- C. A pannon és quarter képződményeket a szeizmikus szelvényeken elsősorban  
primer üledékes eredetű rétegzettség jellemzi.

A szeizmikus struktúrák jól mutatják az összefüggést a specifikus tektonikai  
események, eseménysorok és a hozzájuk kapcsolódó üledékes szekvenciák között.



1. ábra. A Békés depresszió északi szárnyán bemért szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat: Cr –  
kristályos aljzat, Mz – mezozoós sorozat, A – Pannonnál idősebb miocén szeizmikus egység, B, C,  
D, E, F Pannon-Quarter szeizmikus egység I<sub>2</sub>, II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub> stb: kútgeofizikai markerek alapján azonosít-  
ott litosztratigráfiai egységek a Sark-I fúrásban. (*Pogácsás Gy. – Völgyi L., 1982*)

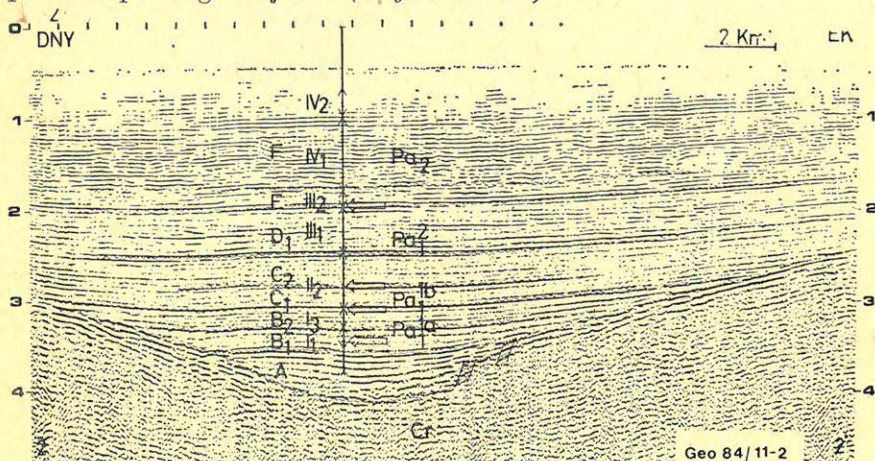
Рис. 1. Сейсмический профиль северного крыла депрессии Бекеш: Ср – кристаллический  
фундамент, Мз – мезозойский ряд, А – сейсмическая единица миоцена старше паннон-  
ского возраста, В, С, Д, Е, Г – сейсмические единицы паннонско-четвертичного возраста,  
I<sub>2</sub>, II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub>, и т. д.: литостратиграфические единицы, отождествленные маркерами скважи-  
ны Шарк – I.

Fig. 1. Seismic profile measured through the northern margin of Békés depression. Symbols: Cr –  
crystalline basement; Mz – Mesozoic sequence (in general); A – pre-Pannonian Miocene seismic  
unit; B, C, D, E, F Pannonian – Quaternary seismic units. I<sub>2</sub>, II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub>, etc.: lithostratigraphic  
units identified after well log markers in borehole Sarkadk – I. (after Völgyi et al.). See text for  
explanation



## A. Preneogén aljzat

A neogén üledékek medencealjzatát prekambriumi, paleozoós, mezozoós és paleogén képződmények alkotják. A metamorfizált (paleozoós) medencealjzati képződményeket kaotikus reflexiós konfiguráció jellemzi. A mezozoós és paleogén üledékes kőzeteket nagy amplitúdó, gyenge és közepes kontinuitás és kvázi kaotikus reflexió konfiguráció jellemzi (1. ábra). A felsőkréta-paleogén flis képződmények jellegzetes görbült reflexiókkal jelentkeznek (Varga és Pogácsás 1981). A preneogén képződmények eredeti üledékfelhalmozódási és sztratigráfiai jellemzőit a krétától a miocénig terjedő deformációk miatt nehéz meghatározni. E deformációs struktúrák az eredeti üledékes eredetű struktúrákra szuperponálódva elfedik azt. A medencealjzatban kimutatható reflexiós felületek nagyrésze tektonikus eredetű és elsősorban a miocén és premiocén kompressziós fázisokban (Somfai 1980, Dank 1981), valamint a Pannon medence süllyedésében nagy szerepet játszó miocén extenzióhoz (Horváth és Royden 1981) kapcsolódik. Délnyugat és kelet Magyarország területein a szénhidrogénkutató szeizmikus mérésekkel feltárt neogén üledékek szeizmikusan is jól kimutatható eróziós diszkordanciával települnek a preneogén aljzatra (Pogácsás 1982).



2. ábra. A Makói árkon keresztül bennért szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat:  $A_1, B_1$  stb. szeizmikus egységek (Késmárky et al nyomán),  $I_1, I_3$  stb. kutgeofizikai markerek felhasználásával azonosított litosztratigráfiai egységek (Völgyi et al nyomán),  $Pa_1^a, Pa_1^b$  stb. kőzettani kifejlődés trendanalízisével azonosított litogenetikai egységek (Szalay, Szentgyörgyi nyomán). A litosztratigráfiai egységek mélyfúrásban megvont határait  $x$ , a litogenetikai egységek határait pedig vízszintes nyilak jelzik. A szeizmikus sztratigráfiai egységek határait hullámos vonal jelöli. (Pogácsás Gy. – Völgyi L. 1982)

Рис. 2. Сейсмический профиль пересекающий макóiский грабен. Условные обозначения:  $A_1, B_1$  и т. д. – сейсмические единицы (Кешмарки и др.),  $I_1, I_3$  и др. литостратиграфические единицы отождествленные по маркерам скважин (Вельди и др.).  $Pa_1^a, Pa_1^b$  и т. д. литогенетические единицы отождествленные по анализу тренда породообразования (по Салаи и Сентлерди). Границы литостратиграфических единиц по скважинам обозначены знаком X, литогенетические границы горизонтальными стрелками. Границы сейсмостратиграфических единиц обозначены волнистой линией (Д. Погачам, Л. Вельди 1982г.)

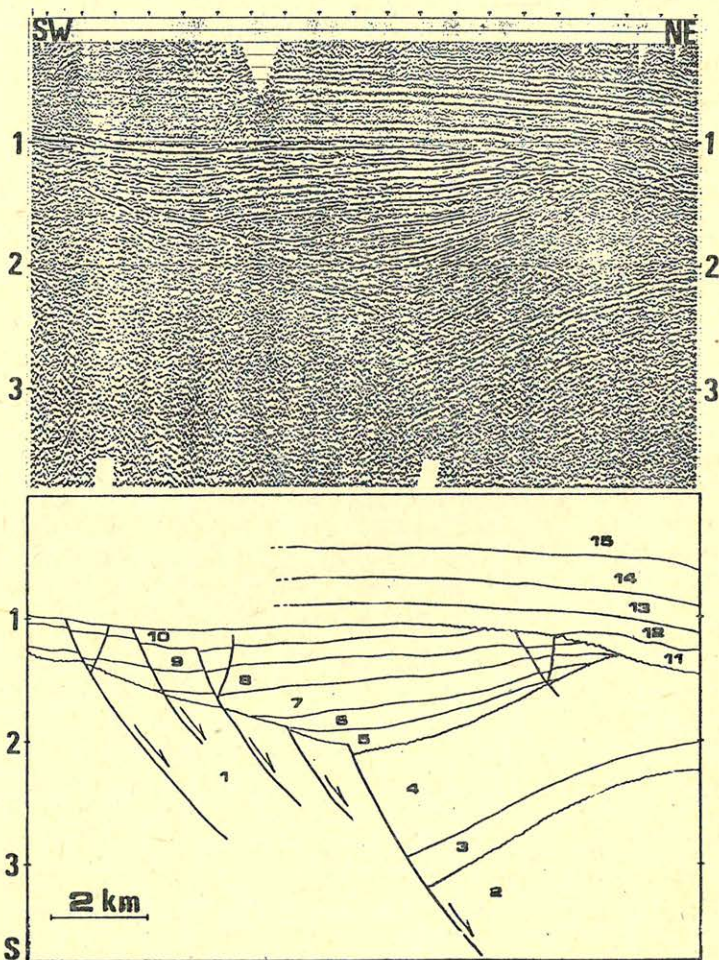
Fig. 2. Profile measured through the Makó Trench. The vertical scale is time-scale (sec). – Legend:  $A_1, B_1, B_2, C_1$ , etc. seismic facies (after Késmárky et al.);  $I_1, I_3, I_2$ , etc.: lithostratigraphic units identified after well log markers (after Völgyi et al.)  $Pa_1^a, Pa_1^b$ , etc.: lithogenetic units distinguished by trend analyses of the petrographic evaluation of microlaterolog profiles (after Szalay, A. and K. Szentgyörgyi). The boundaries of lithostratigraphic drawn in boreholes are marked by  $x$ , those of the lithogenetic units by horizontal arrows. The seismic facies are separated by undulatory line (Pogácsás, Gy. – Völgyi, L. 1982)



*B. Pannonnál idősebb miocén képződmények*

A Pannon medencében a pannonnál idősebb miocén képződmények – mint már említettük – részben primer üledékes, részben szekunder tektonikus eredetű deformációs struktúrával rendelkeznek.

1. A nagyvastagságú pannon (s. 1.) sorozattal kitöltött mélydepressziók (Makói árok, Békési árok, Derecskei depresszió, Dráva medence) területén a pannonnál idősebb neogén („A”) üledékfelhalmozódási egységet primer réteg-



Geo 84 / 11-3

3. ábra. Kiskun depresszióban bemért szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat: 1 – Prekambrium, 2 – Mezozoikum, 3, 4 – Kárpáti, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – Bádeni – Szarmata, 11, 12, 13, 14, 15 – Pannon – Quarter sorozat. A vastag miocén öszlettel kitöltött mélyzónákat délről isztrikus vetők határolják.

Рис. 3. Сейсмический профиль в депрессии Кишкун. Условные обозначения: 1 – докембрий, 2 – мезозой, 3, 4, – карпатские, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – баденские-сарматские, 11, 12, 13, 14, 15 – паннонско-четвертичный ряд

Fig. 3. Profile measured in the Kiskun Depression. Symbols: 1 – precambrian, 2 – Mesozoic, 3, 4 – Carpathyan, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – Badenien – Sarmatian, 11 – 15 – Pannonian to quaternary.



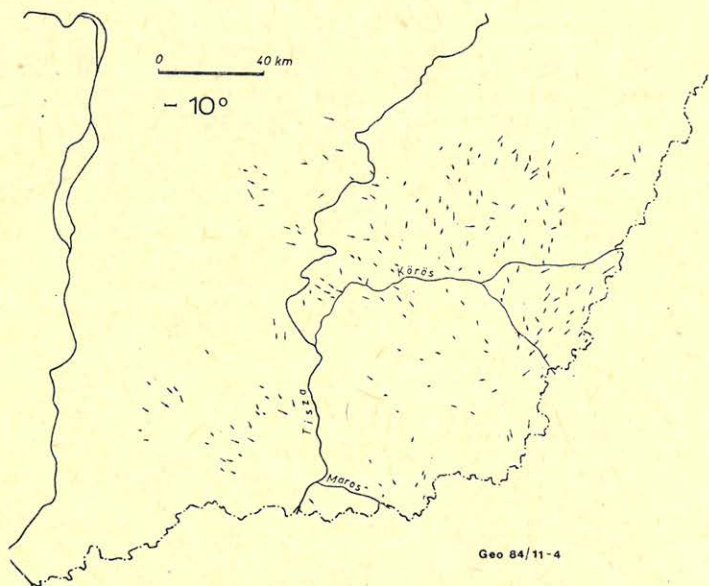
zettség jellemzi. Az erős kontinuitás, a közepes és nagy amplitúdó, nyugodt alacsony energiaszinten történő üledékfelhalmozódásra utal (2. ábra).

2. A gyűrt miocén üledékekkel kitöltött mélyzónák (pl. a Gyékényes – Inke árok DNy-Magyarországon, Kiskun-depresszió a Duna – Tisza közén) kaotikus reflexiós képpel jellemezhetők. A reflexiók, vagy reflexió-töredékek elsősorban tektonikus határfelületekről és/vagy törésekről származnak. E reflektorok segítségével – azok eltérő tektonizáltsága alapján – lehetőség nyílik a miocén üledékfelhalmozódási egységek elkülönítésére, valamint a deformációs mechanizmus tisztázására, (3. ábra).

### C. Pannon-quarter sorozat

A Pannon medence mélydepresszióiban a pannon-quarter sorozat szeizmikus jellemzők alapján három üledékfelhalmozódási egységre tagolható (Késmárky et al., 1981, Pogácsás and Völgyi 1982, Pogácsás 1982, Berkes et al. 1983.).

1. A legelső pannon üledékfelhalmozódási egységhez tartozó reflexiók világosan mutatják, hogy a sorozat a preneogén medencealjzatra diszkordánsan (onlap és downlap), a pannonnál idősebb miocén képződményekre pedig konkordánsan és/vagy diszkordánsan települ. A reflexiók párhuzamosak, vagy enyhén divergensnek a területenként eltérő sebességű süllyedés miatt. E sorozat gyakran két szeizmikus fáciesre („B” és „C”) osztható, amelyeket különböző intenzitású



4. ábra. Az eltérő dőlésű öszlethez tartozó rétegek dőlésirányainak térbeli eloszlását reprezentáló vektor térkép. A vektorok hossza a dőlésszöggel arányos. Látható, hogy a vektorok szisztematikus, centrális irányítotttságot mutatnak. (Lukácsné et al. nyomán)

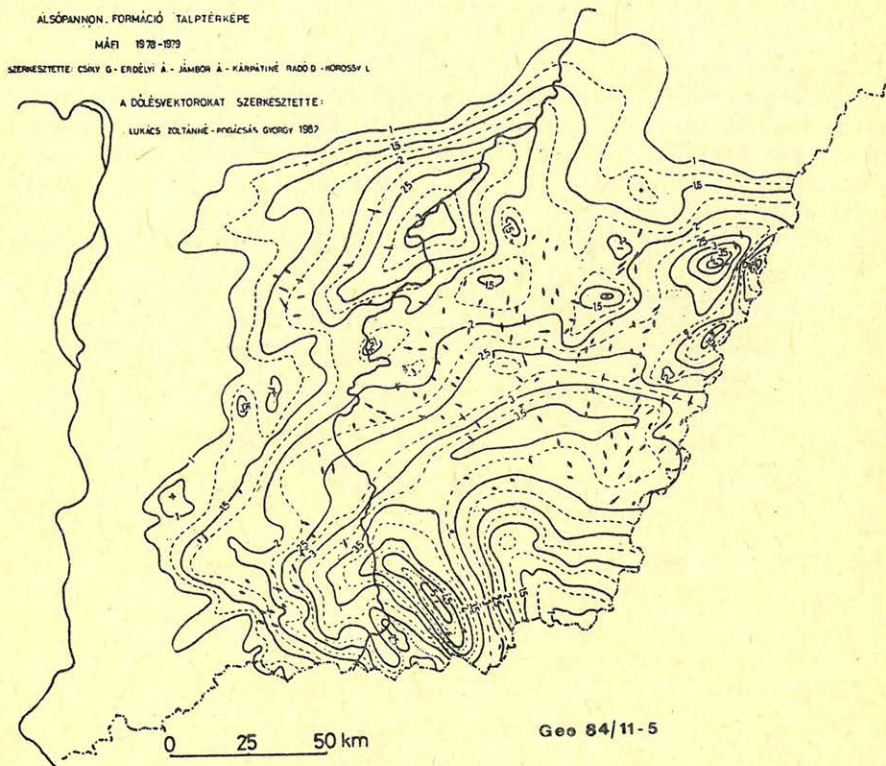
Рис. 4. Векторная карта распределения по площади векторов падения слоев относящихся к толще противоположной слоистости. Длина векторов пропорциональна углам падения. Видно, что векторы показывают систематическую центральную направленность

Fig. 4. Vector map demonstrating the dip directions of the strata belonging to the „D” seismic unit (unconformably dipping Pannonian sequence). The vector lengths are proportional to the dip angle. The dip vectors show systematic central orientation



és kontinuitású reflexiók jellemeznek. E fáciesek számos további, vertikálisan és laterálisan összefogazódó szeizmikus alfáciesre oszthatók.

2. A második pannon-quarter üledékfelhalmozódási egység („D” egység) számos szeizmikus alfáciesből áll, amelyek egymással összefogazódnak. Ezek közül legjellegzetesebbek az *oblique progradational* és *sigmoid progradational* (Sangree and Widmier 1974.) szeizmikus fáciesekkel azonosíthatók. Mindkettő *downlap* reflexiókkal jellemezhető. A sorozat relatíve sekély vízből a mélyvíz felé előrehaladó üledékfeltöltődést reprezentál. Az egykori mélyvíz irányában az egyes rétegek vastagsága fokozatosan a szeizmikus felbontóképesség alá csökken. Csapásirányú szeizmikus szelvényeken a reflexiók párhuzamosak a szekvencia-határokkal. A reflexiók kontinuitása és amplitúdója a sorozaton belüli helyzettől



5. ábra. A nagyalföldi Pannon képződmények talptérképe. Az izovonalakat Csiky, Erdélyi, Jámbor, Kárpátiné Radó, Körössy (1979), a vektorokat Lukácsné Miksa Mária és Pogácsás Gy. (1983) szerkesztette. A vektorok szisztematikus irányítotttsága nem mutat lényegesebb korrelációt a pannon mélyzónáknak (Makói árok, Derecske süllyedék, Békés depresszió) elhelyezkedésével

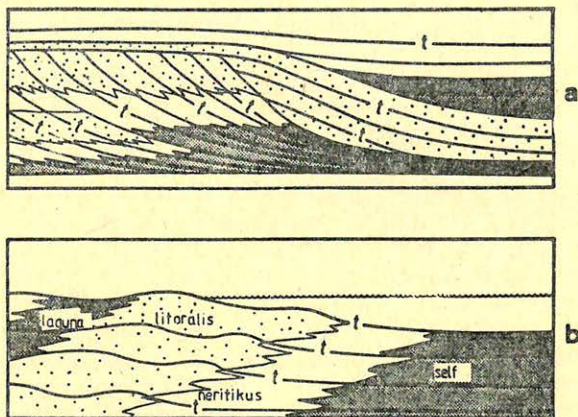
Рис. 5. Карта основания паннонских отложений Большой низменности. Изолинии были построены Чики, Эрдели, Ямбором, Карпатине Радо, Кереш и (1979г.), а векторы Лукачне Микша, Погачашем (1983г.). Систематическая направленность не показывает особой корреляции с расположением глубоких зон паннона (Макоийский грабен, погружение Деречке, депрессия Бекеш)

Fig. 5. Great Hungarian Plain. Isopath map of the footwall of the Pannonian. Isolines compiled by Csiky, Erdélyi, Jámbor, Kárpátiné, Radó, Körössy 1979, the dip vectors by Lukács and Pogácsás 1983. The orientation of the dip vectors show little correlation with the arrangement of the Pannonian deep zones (Makó Trench, Derecske depression, Békés depression),



függően (*fondaform*, *clinoform*, *undaform*) változik. E selfszegélyi, illetve prográdáló lejtőfáciések (*oblique* és *sigmoid* reflexiók) laterálisan a medencekitöltő szeizmikus fáciésekbe („C” egység) mehetnek át. A „D” egységekre különböző fáciések („E” és „F” egység) települnek. Mintegy 500 helyen (egymást metsző szeizmikus profilok alapján) meghatároztuk a „D” egységhez tartozó reflexiók valódi dőlésirányát és dőlésszögét (4. ábra). Az így nyert dőlésvektorok szisztematikusan orientáltak a pannon medence szegélyei felől a medence centrumának irányába mutatnak. E képződménycsoport szisztematikus dőlésviszonyait *Dicsia Oprea* bihari, valamint *Kirin* és *Trikulja* (1984) vajdasági vizsgálatai is megerősítik. Összehasonlítva e vektorok irányítottságát a pannon képződmények medencealjátának térképével (*Jámbor et al 1981*) megállapítható, hogy a dőlésvektorok orientációja nem mutat különösebb korrelációt a pannon aljzat lokális süllyedékeinek elhelyezkedésével (5. ábra).

Ez arra utal, hogy a korábban besüllyedt és már jórészt feltöltődött rész-medencék elhelyezkedése nem befolyásolta jelentős mértékben az üledékszállítás irányát, ill. a tenger alatti törmelékkúpok (submarine fans) elhelyezkedését a „D” egység lerakódása során. A „D” egységre a különböző depressziókban kétosztatú  $E_1$  és  $E_2$  egység települ, amelyet parallel, onlap és downlap reflexiók jellemeznek. Az  $E_1$  egység nagy amplitúdóval és kontinuitással jellemezhető, míg a rátelepülő  $E_2$  egység kis és közepes amplitúdóval és gyenge közepes kontinuitással jelentkezik. E sekélyvízi képződmények egymást helyettesítő mocsári



Geo 84/11-6

6. ábra. A lito- és kronostratigráfiai egységhatárok egymáshoz viszonyított helyzete. Az a ábrán az erősen dőlt izokronon felületek ( $t$ ) metszik a közel szintes litológiai határokat. A b ábrán enyhén dőlt izokronok és meredeken dőlt litológiai határok jelzik az üledékfelhalmozódási környezet változásához kapcsolódó fázisemigrációt

Рис. 6. Положение относительно друг к другу лито- и хроностратиграфических границ. На рис. а) сильно наклоненные изокроны пересекают почти горизонтальные литологические границы. На рис. б) изокроны небольшого наклона и круто наклоненные литологические границы указывают на миграцию фаций, связанную с изменением условий осадконакопления

Fig. 6. Sketches illustrating relationships between litho- and chronostratigraphic surfaces. Figure (a) gives an example of steep time parallel surfaces ( $t$ ) crossing nearly flat lithostratigraphic surfaces. Figure (b) gives an example of weakly dipping time-parallel surfaces crossing more steeply dipping lithologic units representing regression indicated by seaward migration of the littoral facies



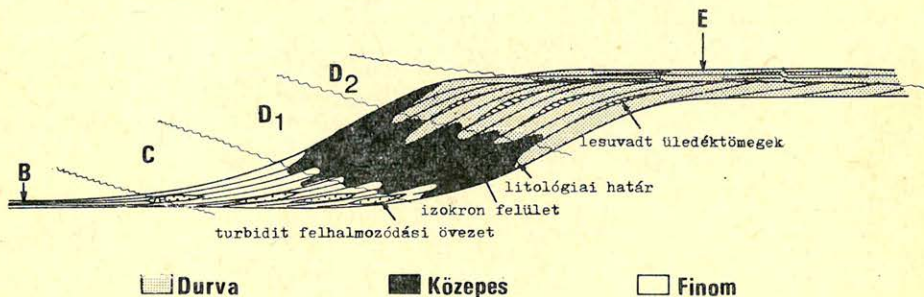
és terresztikus, valamint fluviális üledékekből állnak, amelyek váltakozva magas, ill. alacsony energiaszinten rakódtak le.

3. A harmadik, legfelső üledékfelhalmozódási egység az „F” egység alkotja a pannon-quarter ciklus legfiatalabb tagját. Ez diszkordánsan települ az idősebb pannon (s. 1.) képződményekre. A sorozatra paralel és enyhén divergens reflexiók jellemzők alacsony és közepes kontinuitással. Az „F” egység szeizmikus jellemzői fluvio-lakusztikus képződményekre utalnak.

### Szeizmikus sztratigráfia és litosztratigráfia

A szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel elkülönített szeizmikus egységek rétegtani és litológiai tartalmának megállapításához, ill. előrejelzéséhez szükséges részletes vizsgálatok elvégzése az országos számos neogén mélydépressziójában még a jövő feladata. A szakaszos magmintavételezéssel mélyülő CH kutató fúrások esetében, mivel „szabatos” biosztratigráfiai szintézishez általában nem áll rendelkezésre elég anyag, elsősorban a lyukgeofizikai szelvények és a magminták együttes elemzésére alapozott litosztratigráfiai (Gajdos, Pap, Somfai, Völgyi 1979, Németh 1980) és litogenetikai (Szalay, Szentgyörgyi 1979) beosztásokat lehet – és kell – összevetni a fúrások közelében bemért szeizmikus szelvényekkel.

Mint ismeretes a litosztratigráfiai egységek határai nem esnek törvényszerűen egybe a kronosztratigráfiai határfelületekkel, metszhetik a diszkordancia felületeket, sőt a réteghatárfelületeket is. A kvázi-izokron felületeket képviselő reflexiók fázistengelyek sem esnek egybe a litológiai változások által kijelölt határokkal.



Geo 84 / 11-7

7. ábra. Self régióból a mélyvíz felé progradáló delta sorozat délészirányú szelvénye. Az ábra az izokron felületek mellett feltünteti a különböző litológiai összetételű (durva, finom és közepes szemcsenagyságú) közettömegek határait, valamint a vízalatti lejtőn lesúvadt turbiditok felhalmozódási övét (mélyvízi legyezőkúpok) és lecsúszás előtti eredeti leülepedési zónáját. Az ábrán bejelöltük a „C”, a „D<sub>1</sub>”, a „D<sub>2</sub>” és az „E” szeizmikus faciések elvi határát Késmárky és szerzőtársai (Késmárky et al. 1981) eredeti értelmezését alapul véve.

Рис. 7. Профиль по падению дельтовых отложений проградирующих из шельфовой области в глубинную часть. На рисунке наряду с изохронами даны границы толщ различного литологического состава (крупно-, средне- и мелкозернистые), а также возникающие при подводных оползнях пояса отложений турбидитов (всерные конусы) и зоны их исходного дооползневого отложения. На рисунке отмечены теоретические границы сейсмofаций „C”, „D”, „D<sub>1</sub>” и „E”, принимая во внимание интерпретацию Кешмарки и соавторов (Кешмарки и др., 1981)

Fig. 7. Dip cross section of a prograding delta from the shelf into a deep basin. The sketch shows time parallel surfaces, the internal lithological composition (coarsegrained, medium-grained, fine-grained), the zone of deepmarine fans and the scars from which sediment for deepmarine fans was removed. We marked the “theoretical” boundary of the seismic facies „C”, „D<sub>1</sub>”, „D<sub>2</sub>”, „E” (as they were originally interpreted by Késmárky et al. 1981)



kal. A Pannon medencében előforduló szélsőségeket példázza a 6/a és 6/b. ábra. Egyik esetben a viszonylag sík litosztratigráfiai határokat metszik az előrehaladó feltöltődést képviselő delta komplexum erősen dőlő izokron felületei (6/a. ábra). Fordított helyzet alakul ki a kiegyenlített térszínen lerakódó regressziós (és tranzgressziós) rétegsorok esetében, ahol a kis dőlésű kronosztratigráfiai határ-felületeket metszik el az erősebben dőlő litosztratigráfiai határok (6/b. ábra).

A szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel jól tanulmányozható deltafeltöltés reprezentáló elvi üledékföldtani szelvényt (7. ábra) összevetve egy jellegzetes nagyalföldi szelvénnel (8. ábra), megállapítható, hogy a reflexiók fázistengelyek és diszkordancia felületek és diszkordancia felületek alapján kijelölhető szeizmikus szekvencia határok a kronosztartigráfiai, még a szeizmikus jellemzők (amplitúdó, folyamatosság) megváltozásában megnyilvánuló szeizmikus fácies-határok a litosztratigráfiai változásokkal esnek egybe.

A nagymélységű depressziók belsejében a szeizmikus fáciesek és szeizmikus sztratigráfiai egységek határai egymással és – miként a Tiszántúli mélydepressziókban végzett ezirányú vizsgálatok (Völgyi és Pogácsás 1982) igazolták – a lyukgeofizikai szelvények alapján elkülöníthető litosztratigráfiai és litogenetikai egységek határaival is igen jól korrelálhatók.

Ezt illusztrálja az 1. és 2. ábra amelyen mind a litosztratigráfiai és litogenetikai, mind a szeizmikus egységek határait feltüntették.

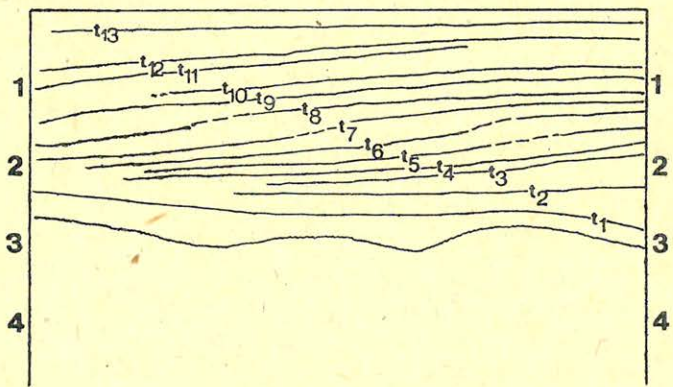
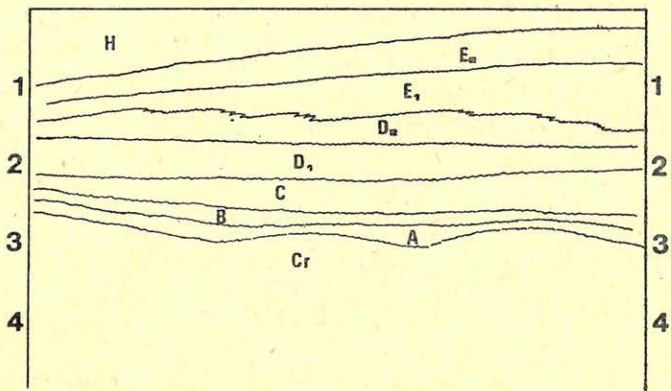
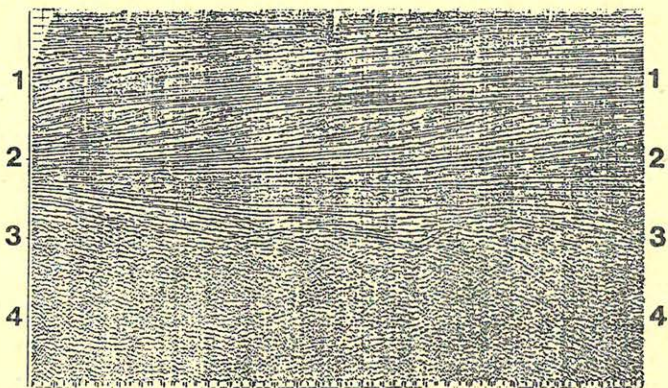
Az egységek azonosítására a Szalay és Szentgyörgyi (1979), ill. Völgyi és Pogácsás (1982) által alkalmazott betű és számkombinációkat alkalmaztuk.

### *Szeizmikus sztratigráfia és magnetosztratigráfia*

A vésztői fúrásból származó kőzetek mágneses jellemzőit megmérve és alapul véve az óceánfenéki képződmények mágnesezettségének függését a földtani kortól Rónai és Szemethy (Rónai és Szemethy 1980, Rónai 1981) megadták a fúrásban feltárt üledékek korát. A vésztői fúrás 0-tól 1100 m-ig terjedő szakaszán folyamatos mintavételezéssel nyert magmintákat felhasználva megállapították, hogy a fúrásban harántolt üledékek felhalmozódásának sebessége közel állandó volt az elmúlt 5 millió év során. Az átlagos felhalmozódási ráta 0,25 mm/év körüli. A fúrás 1100 m-ben 5,3 millió éves képződményekben fejeződött be. Vizsgálataik eredményét összevetve a fúrás közelében bemért szeizmikus profilok szeizmikus sztratigráfiai értelmezésével (9. ábra) megállapítható, hogy a vésztői fúrás az „F” egységben fejeződött be a „D” egység teteje pedig 1800 és 2000 m közötti mélységben húzódik.

Feltételezve, hogy az üledékfelhalmozódás sebessége a „D” egységre települő „E” és „F” egység lerakódása során konstans maradt – amelyet az „E” és „F” egység felső határa e térségben mintegy 9 millió éves. Ebből következik, hogy az idősebb pannon (s. 1.) képződmények („B”, „C”, „D” egység) lerakódásának sokkal gyorsabban kellett végbemenni mint az utolsó 5,3 millió évet képviselő üledékeinek. E konklúzió összhangban van a szeizmikus sztratigráfiai struktúrák alapján az üledékfelhalmozódás sebességének alakulására tehető becslésekkel és a mélydepressziókból származó kőzetminták szedimentációs vizsgálatának legújabb eredményeivel (Bérczi and Phillips). A „B” és „C” egység lerakódása során a süllyedés sebessége jelentősen meghaladta az üledékfelhalmozódását, a „D” egység lerakódása során viszont az üledékfelhalmozódás sebessége volt a nagyobb.





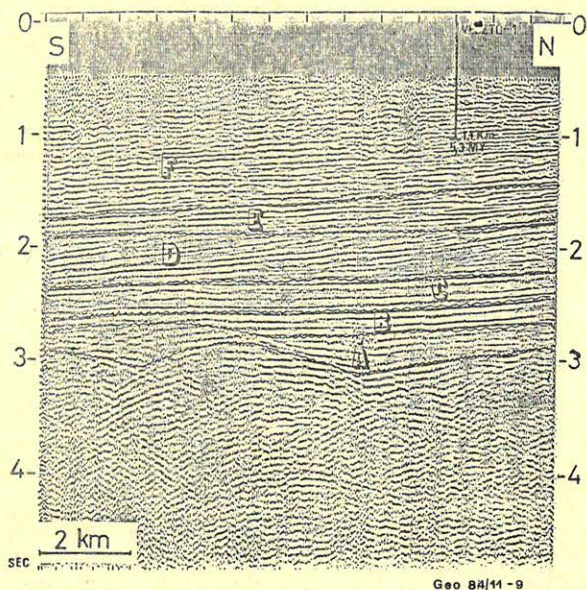
Geo 84/11-8



8. ábra. Dőlésirányú szeizmikus szelvény a Derecskei árok délnyugati részéről. A szelvény interpretált változatán az egyes szeizmikus egységek elkülönítése mellett megadtuk az egykori üledékfelhalmozódási térszín változását reprezentáló „kvázi-izokron” reflexiók szintek helyzetét a progradáló delta sorozaton belül

Рис. 8. Профиль по падению на юго-западной части грабена Деречке. На интерпретированном профиле наряду с выделением сейсмических единиц дано положение квази-изохрон отражающих границ, показывающих изменение зон осадконакопления в пределах проградирующих дельтовых отложений

Fig. 8. Dip seismic section measured in the south-western part of Derecske Through. Interpreted version shows stratigraphic relations of seismic units and the „quasiisochronous” lines (reflection surfaces) representing prograding depositional slope of the delta system



9. ábra. A békési medence északi részén a Vésztfő-1 fúrás közelében bemért szeizmikus profil. Jelmagyarázat: A, B, C, D, E, F Neogén szeizmikus egységek. A paleomágneses mérések alapján (Rónai és Szemethy 1979) bizonyítást nyert hogy az 1100 méterben befejeződő vésztfői fúrás 5,3 millió évet átfogó üledéksort harántolt. Az „F” fácies vastagsága alapján a progradáló delta sorozat lerakódása mintegy 9 millió évre tehető. Ebből következik, hogy a „B”, „C”, „D” szeizmikus egységekhez tartozó üledékeknek átlagos felhalmozódási rátája jelentősen nagyobb volt mint a vésztfői fúrásban harántolt rétegsorra („F” szeizmikus egység) Rónai és Szemethy által megadott 0,25 mm/év

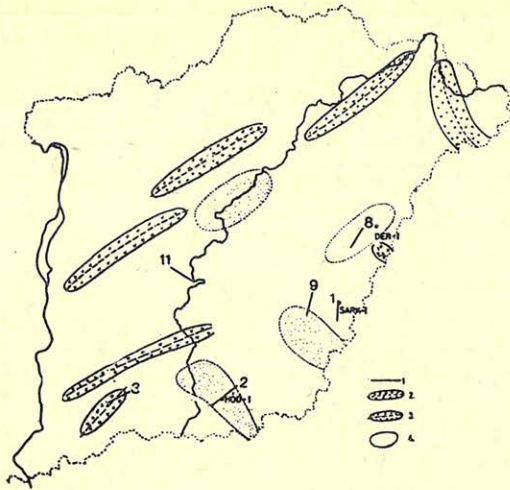
Рис. 9. Сейсмический профиль в депрессии Бекеш. Условные обозначения: А, В, С, D, E, F — сейсмические единицы неогена. По палеомагнитным данным Ронаи и др. показали, что в скважине Весте, расположенной вблизи профиля, возраст осадочных пород на глубине 1100 м 5,3 млн. лет.

Fig. 9. Seismic profile measured in the Békés depression. Symbols: A, B, C, D, E, F—Neogene seismic units. Using magnetic measurements Rónai et al. determined that borehole Vésztfő reached sediments dated at 5.3 Ma at a depth of 1100 m

### Diszkusszió és konklúziók

A Pannon medencében bemért szeizmikus szelvények és az azok alapján szerkesztett izopach térképek (Lukácsné et al 1983) alapján a következő fázisok különíthetők el a Pannon medence neogén besüllyedése során.





Geo 84/11-10

10. ábra. A neogén medence süllyedés első (kárpáti–bádeni) és második (pannon s. 1.) fázisában intenzíven süllyedő árkok, ill. depressziók területi elhelyezkedése. Jelmagyarázat: 1, 2, 3, 8, 9, 11 ábrákon bemutatott szeizmikus profilok nyomvonala. 2–3 törmelékes és vulkanoszediment üledékekkel kitöltött, megnyúlt, aszimmetrikus prepannon árkos süllyedékek. 4 a pannonban intenzíven süllyedő depressziók

Рис. 10. Схематическая карта Большой низменности. Условные обозначения: 1 – расположение сейсмических профилей, показанных на рисунках 1, 2, 3, 6, 2–3 – вытянутые допаннонские грабены, заполненные обломочными осадками, 4 – паннонские депрессии

Fig. 10. Great Hungarian Plain. 1 – Seismic profiles on Figs. 1, 2, 3, 6. 2–3 elongated Miocene trenches filled by detrital sediments. 4 – Pannonian depressions

1. Az alsó- és a középsőmiocénben északkeleti-délnyugati (alárendelten keletnyugati) irányú megnyúlt depressziók és árkok alakultak ki a Pannon régióban (10. ábra). Az árkok alatti paleozoós-mezozoós medencealjzathoz tartozó képződmények által alkotott fációsövek csapásiránya szintén északkelet-délnyugati irányú, a krétától a miocénig terjedő tektonikai aktivitás eredményeként (Dank és Bodzay 1971, Bérczi et al 1981, Báldy 1981). Az árkokat közeli lehordási területről származó törmelékes üledékek töltik ki. Az árkos struktúrák kialakításában nagy szerepet játszottak a szinszediment diszlokációs mozgások. Az árkokban (pl. Budafai árok, Kiskun depresszió) bemért szeizmikus szelvények jelzik a styriai fázisban az É–D-i kompresszió által kiváltott gyűrődéseket. E deformációk miatt az eredeti üledékes struktúrák és az üledékfelhalmozódási környezet nehezen rekonstruálható. Az árokkitöltő miocén képződmények alsó határát szintén nehéz szeizmikusan azonosítani, még magukat a képződményeket kaotikus reflexiós konfiguráció és kis amplitúdójú, gyenge kontinuitású reflexiók jellemzik (3. ábra). Az árokkitöltő üledékekre diszkordánsan felső miocén és pannon (s. 1.) képződmények települnek, sokszor igen jelentős sztratigráfiai hézaggal (3. ábra).

Vastag, deformált (kompressziós és/vagy extenziós) struktúrájú alsó- és középsőmiocén rétegösszlettel kitöltött árkok DNY-Magyarországon a Budafai, a Lovászi, az Inkei, a Gyékényesi és a Kadarkuti, a Duna–Tisza közén a Kiskun depresszió, a Nagyalföld északi részén a Vatta Maklári árok, K-Magyarországon



pedig a Fábianssebestyáni és a Nagykereki árok. Extrém vastag (4 km-t is elérő) prepannon miocén képződményekkel kitöltött miocén árkok találhatóak ezenkívül a Bécsi-, a Szávai- és az Erdélyi medencében, valamint a K-Szlovákiai depresszió területén (*Jiricek and Tomek 1981, Visarion and Velicia 1981*).

2. A medencefejlődés második fázisát (*felsőmiocén-pannonian s. l.*) új sülyyedési centrumok kialakulása és ezek relatíve gyors sülyyedése jellemezte. A kialakuló új depressziók izotermikusabbak, kevésbé elnyúltak mint az első fázisban kialakultak. Az új depressziók főcsapásiránya nem esik egybe sem az idősebb neogén depressziók, sem a preneogén medencealjzatot alkotó fációsövek főcsapásirányával (*10. ábra*). A leggyorsabban sülyyedő árkokban e fázis során több kilométernyi vastagságú üledéköszlet rakódott le („A”, „B” és „C” szeizmikus egységek). A szeizmikus profilok arra utalnak, hogy e képződmények mentesek a tektonikus deformációktól. A nagy vastagságú pannon (s. l.) üledékekkel kitöltött sülyyedékekben (Kisalföld, Órség, Dráva medence, Jászság, Derecskei árok, Békési medence, Makói árok) a neogén medencealjzat felszíne jó reflexióként jelentkezik és a reflexiós szelvényeken jól azonosítható. A nagymélységű pannon (s. l.) depressziókban a pannon képződmények konkordánsan települnek a prepannon miocén üledékekre és közöttük szeizmikusan nem mutatható ki üledékképződési hiátus. A „D” szeizmikus egység a Pannon medence gyors feltöltődését reprezentálja, a laterálisan összefogazódó delta és interdelta üledékek jól azonosíthatók a szeizmikus szelvényeken. A progradáló sorozat a Pannon medence nagy részén kimutatható, bár az öszlet nem követhető folytonosan az egyes részmedencék között.

A Nagyalföld magyarországi és Romániára eső részén kívül kimutatható a Kisalföldön, a Zala és Dráva medencében, sőt a Vajdaság északi részén (*Kirin és Trikulja 1984*). A Pannon medence feltöltődése a medenceperemek felől a medence centrumának irányába haladt, így a medence centrumában a „D” egység fiatalabb képződményeket reprezentál, mint a medenceszegélyeken. A Pannon medence gyors sülyyedése a „D” egység lerakódásával befejeződött. A „D” egységre rakódó „E” egység a deltafronttal egyidős deltasíksági (delta plain) fációséket reprezentálja és relatíve kiegyenlített üledékfelhalmozódási térszint jelez. Ez jellemzi a tipikus pannon beltavi, ill. fluviális üledékképződést a medencesülyyedés harmadik fázisa során.

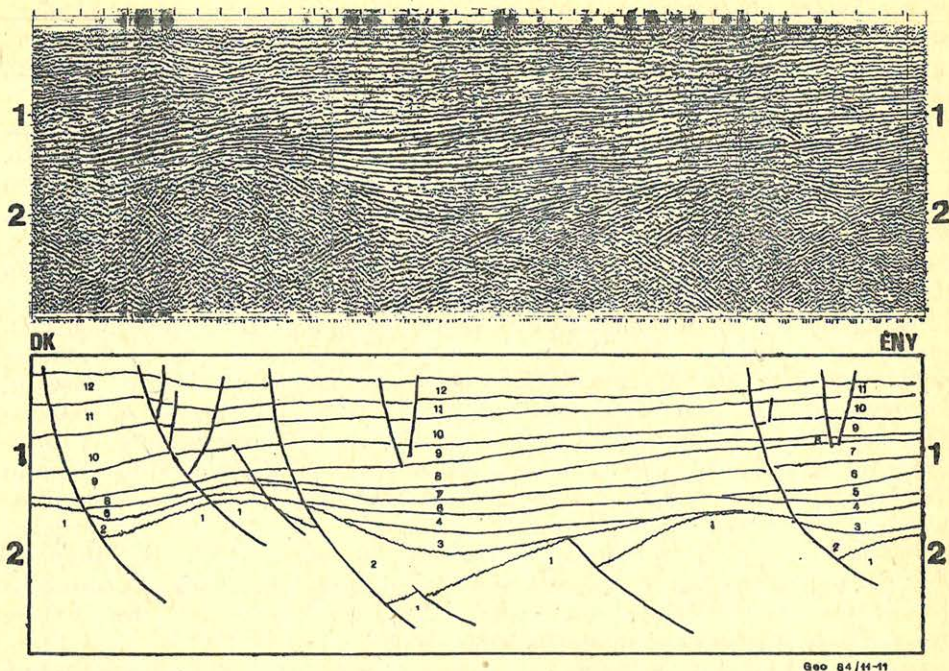
3. A medencefejlődés harmadik fázisában (*felsőpannon-quarter*) az egyes részmedencék és depressziók területén egységes üledékgyűjtő medence alakult ki. A Nagyalföldön a felsőpannon-quarter ciklus („F” egység) vastagsága eléri a 2 km-t. Egyes területrészekben az „F” egység enyhe diszkordanciával települ a alatta levő képződményekre, bár lerakódása időben és térben folyamatos volt.

### *Regionális korrelációs lehetőségek*

A pannon medencében bemért regionális, szeizmikus profilok jól mutatják, hogy az idősebb szeizmikus egységek (A, B, C, D) a medenceperemek felől a centrum irányába haladva egyre nagyobb mélységbe sülyyednek (*11. ábra*). A medencében folyó üledékfelhalmozódást kisebb-nagyobb mértékben befolyásolták medencealjzati kiemelkedések, megszabva a medencebeli áramlatok irányát és erősségét.

Hangsúlyozni kell, hogy – habár az egyes szeizmikus reflexiós horizontok kvázi időhorizontnak tekinthetők – a pannon medencében mért szeizmikus szelvényeken elkülönített szeizmikus egységek határai nem tekinthetők szigorú





Geo 84/11-11

11. ábra. A Duna–Tisza között bemért szeizmikus szelvény. Jól láthatók a neogén sorozatot is érintő görbült (lisztrikus) extenziós vetők. Az idősebb neogén képződmények nyugatról kelet felé haladva fokozatosan kiékelődnek a medencealjzat felszínén. Jelmagyarázat: 1 preneogén képződmények, 2 kárpáti üledékek, 3 bádeni üledékek, 4–11 bádeninél fiatalabb képződmények, az őket elválasztó határfelületek a szeizmikus felbontóképesség határain belül kvázi izokrónnak tekinthetők

Рис. 11. Сейсмический профиль из междуречья Дуная и Тисы. Хорошо видны искривленные экстензивные нарушения, продолжающиеся и в неогеновой толще. Более поздние неогеновые образования с запада на восток постепенно выклиниваются на поверхности фундамента. Условные обозначения: 1. донеогеновые образования, 2. карпатские осадочные отложения, 3. баденские осадочные отложения, 4.–11. образования моложе баденского возраста, разделяющие их границы в пределах сейсмической разрешенности, можно рассматривать как квази-изохроны

Fig. 11. Seismic section measured in the Duna-Tisza Interfluve. Seismic features indicate listric normal fault affected the Neogene sequence too. Reflections represented older Neogene sediments terminate eastward onto surface of the basement. Symbols: 1 – Preneogene Features, 2 – Carpathian, 3 – Badenian 4–11 Younger than Badenian (boundaries separated them can be taken into consideration – within the seismic resolution limits- isochronous

értelemben vett időhatároknak. A, „C”, „D” és „E” egységek lerakódása során az üledékfeltöltődés a Pannon medence peremei felől a centrum irányába haladt előre (ami a fáciesmigrációval is járt) és az idősebb egységekhez („C” és „D” egység) tartozó reflexiók délészíriányosan előrehaladva kiékelődnek a medence-centrum irányába lejtő medencealjzaton.

A „D” egységnek mind az alsó, mind a felső határa a medencecentrum irányába haladva fiatalodik. Az egyes mélydepressziókban (Makói árok, Derecskei árok, Békési depresszió, Dráva árok) az idősebb reflexiós szintek az emelkedő medencealjzaton kiékelődnek tehát nem folytonosak az egyes részmedencék



között. A hasonló jellegű szeizmikus fációsek, amelyek az üledékes összleten belül hasonló pozícióban helyezkednek el, nem szükségszerűen azonos korúak az egyes depressziókban. A szeizmikus reflexiós profilok szemléletesen tükrözik az üledékfelhalmozódás történetét, amely a Pannon medencében a sülyledés történetéhez hasonlóan nem volt egyenletes. A transzkurrens törések, az extenzió-lisztrikus vetők és az atektonikus deformációk (amelyek elsősorban a részmedencszegélyekre jellemzők) miatt az üledékek diszlokáltak, zavart települések a részmedencéket elválasztó medencealjzati kiemelkedések felett. Az eltérő mértékű sülyledést az egyes szeizmikus egységekhez tartozó reflexiók, részben divergens, részben görbült, hajlott volta jelzi.

Habár a Pannon medencében bemért szeizmikus szelvényekről hiányoznak a hosszú folytonos reflexiós horizontok és a folytonos szeizmikus fációs egységek, mégis megállapítható, hogy a medencefejlődési fázisok és azok sorrendje meglehetősen hasonló volt az egyes részmedencékben.

Az egyes részmedencéket vertikálisan és laterálisan összefogozódó fációsek töltik ki. A legkevésbé diszlokált felsőpannon-quarter üledékeket szeizmikus sztratiográfiai módszerekkel, a jelenleg alkalmazott mérési és jelfeldolgozási eljárások mellett nehéz további egységekre tagolni és távkorrelálni. Egyes területeken a mélyebb depressziókat elválasztó magasvonulatok feletti diszlokált zónákban zajló mozgások még ezeket az üledékeket is érintették.

\* \* \*

A szerző ezúton is köszönetet szeretne mondani a Geofizikai Kutató Vállalat vezetőinek a dolgozat elkészítéséhez nyújtott támogatásért, valamint a szeizmikus adatok földtani értelmezésével foglalkozó geológus és geofizikus kollegáknak a dolgozatban tárgyalt témáról folytatott értékes beszélgetésekért.

#### IRODALOM

- Báldi T., 1982: A Kárpát-Pannon rendszer tektonikai és ősföldrajzi fejlődése a középső terciérben (49–19 millió év között). Őslénytani viták f. 28. p. 79–155.
- Berkes Z. – Pogácsás Gy. – Szanyi B., 1983: Seismic Stratigraphic Interpretation of the Neogene Sediments in the Derecske Depression of Eastern Hungary: 28th Geophysical Symposium, Balatonszemes Proceedings, I. p. 158–172.
- Bérczi I. – Dank V. – Kókai J. – Somfai A., 1981: Some New Results for Petroleum Geology obtained by Hydrocarbon Exploration Wells Drilled in the Hungarian Part of the Pannonian Basin, Earth Evolution Sciences. v. 1. n. 3–4. p. 301–307.
- Dank V., 1981: Szénhidrogén-kutatási eredmények az V. ötéves tervben, feladatok a VI. ötéves tervre, perspektívák a távolabbi jövőre vonatkozóan. Földtani kutatás XXVI. évf. 2. p. 9–19.
- Dank V. – Bodzay I., 1971: A magyarországi potenciális szénhidrogén-készletek földfejlődéstörténeti háttere. MTA X. osztályának közleményei 2–4.
- Gajdos I. – Papp S. – Somfai A. – Völgyi L., 1979: Az alföldi Tiszai Formáció csoport litosztratiográfiai egységei. KV Szolnok (kézirat, megjelenés alatt)
- Jámbor A., 1980: A Dunántúli Középhegység Pannóniai képződményei. Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve LXII. kötet.
- Késmárky I. – Pogácsás Gy. – Szanyi B., 1981: Seismic stratigraphic interpretation in Neogene-Quaternary depressions of Eastern Hungary. Proceedings, 26th Geophysical Symposium Leipzig. p. 130–140.
- Komjáti J. – Hámor N. – Szanyi B., 1981: A Duna-Tisza köze déli részének földtani viszonyai. GKV Budapest (kézirat)
- Körössy L., 1980: Neogén ősföldrajzi vizsgálatok a Kárpát medencében. Földtani Közöny v. 110. p. 473–484.
- Lukács Z.-né – Pogácsás Gy. – Varga I., 1983: Seismic Facies Analysis and Stratigraphic Interpretation of the Unconformably Dipping Pliocene features in the Pannonian Basin: Proceedings I. 28th Geophysical Symp. Balatonszemes, p. 173–186.



- Molnár K.*, 1976: A felszíni geofizikai kutatások jelenlegi helyzete Magyarországon. Földtani Közlöny. v. 106. p. 528–536.
- Molnár K.*, 1982: Felszíni geofizikai módszerek a szénhidrogénkutatásban. Alkalmazott geofizika a földtani kutatás és a bányászat szolgálatában. MTA kiadvány 77–104. p.
- Pogácsás Gy.*, 1980: Neogén sülyedékeink fejlődéstörténeti viszonyai a felszíni geofizikai mérések tükrében. Földtani Közlöny 110. 3–4. p. 485–497.
- Pogácsás Gy. – Varga I.*, 1980: Characteristic evolution of the Cenozoic structure of the Pannonian Basin as proved by reflection seismic measurements. Proceedings of the 17th Assembly of the ESC. Budapest 1980. p. 639–647.
- Pogácsás Gy.*, 1982: A kelet-magyarországi miocén képződmények szeizmikus kutatása. Földtani Kutatás XXV. 1. p. 53–60.
- Pogácsás Gy. – Völgyi L.*, 1982: Correlation of East Hungarian Pannonian sedimentary facies on the of CH-prospecting seismic and well-log sections. Proceedings, 27th. Geophysical Symposium Bratislava, vol. A(1), p. 322–336.
- Rádlér B. – Sághy Gy. – Újfaluassy A. – Varga I.*, 1978: Seismic exploration of unconformably dipping Neogene sediments. Proceedings 23th Geophysical Symposium, Várna.
- Rónai A.*, 1981: Magnetostratigraphy of Miocene-Quaternary Sediments in the Great Hungarian Plain. Earth Evolution Sciences v. 1, n. 3–4. p. 265–267.
- Leigh Royden – Horváth F. – Nagymarosi A. – Stegena L.*, 1983: Evolution of the Pannonian Basin System 2. Subsidence and Thermal History. 1983. Tectonics, v. 2. n. 1. p. 91–137.
- Rumpler J. – Tóth J. – Varga I.*, 1982: A Geofizikai Kutató Vállalat főirányú szeizmikus méréseiről. Földtani Kutatás XXV. 1. p. 3–7.
- Rumpler J.*, 1982: A szeizmikus interpretáció elvi lehetőségei és hazai szénhidrogén-kutatási célú feladatai. Földtani Kutatás XXV. 1. p. 7–18.
- Sangree J. B. – Widmier J. M.*, 1974: Interpretation of depositional facies from seismic data, Paper presented at National Convention SEG, November 1974. Dallas, Texas.
- Sheriff R. E.*, 1975: Inferring stratigraphy from seismic data, Offshore Technology Conference, Preprints II. 253–263. (AAPG Bull., v. 60. p. 528–542.)
- Stegena L.*, 1973: A Pannon medence kanozoos evolúciója. MTE X. Osztályának közleményei 6/1–4.
- Szalay Á. – Szentgyörgyi K.*, 1979: Adatok a szénhidrogénkutató fúrások által feltárt medencebeli pannon képződmények litológiai tagolódásának ismeretéhez trendelemzés alapján. Geonomia és Bányászat v. 12./4 p. 401–425.
- Vail P. R. – Mitchum R. M. – Jr. Thompson S.*, 1977a: Seismic stratigraphy and global changes of sea level, pt. 4 : Global cycles of relative changes of sea level, in Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration: AAPG Mem. 26, p. 83–96.
- Vail P. R. – Todd R. G. – Sangree J. B.*, 1977b: Seismic stratigraphy and global changes of sea level, pt. 5 : Chronostratigraphic significance of seismic reflections, in Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration: AAPG Mem. 26. p. 99–116.
- Völgyi L.*, 1976: Szénhidrogéntelepek előrejelzésének lehetőségei földtani megfontolások alapján. Földtani Közlöny v. 106. p. 503–527.