

# A nagyalföldi neogén képződmények kronosztratigráfiai viszonyai szeizmikus és paleomágneses adatok összevetése alapján

POGÁCSÁS GYÖRGY<sup>1</sup>, JÁMBOR ÁRON<sup>2</sup>, ROBERT E. MATTICK<sup>3</sup>,  
DONALD P. ELSTON<sup>4</sup>, HÁMOR TAMÁS<sup>2</sup>, LAKATOS LÁSZLÓ<sup>1</sup>,  
LANTOS MIKLÓS<sup>2</sup>, SIMON ERNŐ<sup>1</sup>, VAKARCS GÁBOR<sup>1</sup>,  
VÁRKONYI LÁSZLÓ<sup>1</sup>, VÁRNAI PÉTER<sup>1</sup>

*A magnetosztratigráfiai és szeizmikus (reflexiós) kutatási eredmények korrelálása alapján úgy véljük, hogy a Pannon medencében a medence fejlődésének posztrift fázisa során (középsőmiocén-holocén) a medence peremek felől a medence centrum irányába (azaz dél, kelet és nyugat felé) prográdáló delták által lerakott üledékek halmozódtak fel.*

*A Békés medence viszonylag vékony (0–275 m) bádén-i szarmata (16,5–12 M éve) korú üledékei sekélytízi, partközeli marinbrakk fáciest képviselnek. A szarmata legvégén és az alsópannon kezdetén (12–9 M éve) a Békés medence éhez üledékgyűjtő volt. A folyók által szállított üledékek zömét a Pannon medence peremmedencéi viszatartották, így a centrális helyzetű Békés medencébe csak kis részük jutott el. Ebben az időszakban az alacsony üledékfelhalmozódási és a magas süllyedési ráta miatt a Békés medencében nagy vízmélység (1000–1500 m) alakult ki. A pannon közepére (6–7 M éve) a környező medencék a fokozatosan előrehaladó delták révén lassan feltöltődtek. A feltöltődés során kialakuló delta síkságokon keresztül folyó folyók képessé váltak arra, hogy üledékeiket közvetlenül a Békés medencébe szállítsák. Ettől kezdve felgyorsult a Békés medence feltöltődése, az üledékfelhalmozódási ráta elérte az 1000 m/M évet. A medence mélyebb részein több mint 6 km öszsvastagságú molasz sorozat halmozódott fel. A Pannon medence peremvidékén a paleomágneses és a szeizmikus adatok összevetésével négy üledékképződési hiátust (4,6–5,4; 5,7–6,8; 7,6–7,9; 10,5–11,5(?) M év) mutatunk ki. Ezen adatok arra utalnak hogy a Paratethys maradványának tekinthető Pannon beltenger vízszintjének változásai a világtengerektől történő fokozatos izolálódása ellenére azonos fázisban voltak a Haq et al (1987) által azonosított euszatikus tengerszintváltozásokkal. Az 5,7–6,8 M éves hiátus egybeesik a Mediterraneum messinai korú vízszint csökkenésével, amikor is a Földközi tenger medencéjében általános volt az evaporit képződés („Messinai sókrízis”).*

*На основании корреляции результатов магнитостратиграфии и сейсморазведки МОВ считаем, что в паннонском бассейне в процессе пострифтовой фазы развития бассейна (средний миоцен – голоцен) со стороны бортов бассейна в направлении его центра (т. е. на юг, восток и запад) отложились осадки, принесенные проградирующими дельтами.*

*Относительно маломощные (0–275 м) бадено-сарматские (16,5–12 М лет) осадки представлены мелководными, прибрежными маринбракскими фациями. В конце сармата и в начале нижнего паннона (12–9 М лет) бассейн Бекеш являлся голодающим осадконакопителем. Большую часть приносимых реками осадков задерживали краевые впадины Паннонского бассейна, таким образом в расположенный в центре Бекешский бассейн попадает только малая часть осадков. В этот период времени из-за низкого уровня осадконакопления и высокого уровня погружения глубина воды в Бекешском бассейне достигает 1000–1500 м. В середине паннона (6–7 М лет) окружающие впадины благодаря постепенно раздвигающимся дельтам медленно заполнились. Протекающие через образующиеся в процессе заполнения равнины дельты реки стали способны переносить осадки непосредственно в бассейн Бекеш. Начиная с этого момента заполнение бассейна ускорилось, уровень осадконакопления достиг 1000 м/М лет. В самой глубокой части бассейна скопился толща моласов с общей мощностью 6 км. Сравнивая полученные в краевых районах Паннонского бассейна палеомагнитные и сейсмические данные, можно было выявить 4 прерыва осед-*

<sup>1</sup> Geofizikai Kutató Vállalat 1068 Budapest, Gorkij fasor 42

<sup>2</sup> Magyar Állami Földtani Intézet 1143 Budapest Népstadion út 14

<sup>3</sup> U. S. Geological Survey 9th National Center Reston, Virginia 22 180 USA

<sup>4</sup> U. S. Geological Survey 2255 North Gemini Drive Flagstaff, Arizona 8601 USA.

конакопления (4.6–5.4; 5.7–6.8/7.6–7.9/10.5–11.5(?) М лет). Перерыв осодконакопления 5.7–6.8 М лет совпадает со снижением уровня моря Медитерран-мессинского возраста, когда в Средиземноморском бассейне образование эвапорито было всеобщим (Мессинский солевой кризис) Это указывает на то, что колебания уровня воды в паннонском внутреннем море, являющимся остатком Паратетиса, несмотря на постепенную изоляцию его от мировых морей, были в той же фазе как и эвстатические колебания уровня моря, выявленные Хагом и др. (1987 г.).

*In the Békés basin (a subbasin of the Pannonian Basin), the Badenian-Sarmatian (16.5–12 Ma) section is relatively thin (0–275 m) and represents shallow water, principally nearshore and marine to brackish water environments. During latest Sarmatian and early Pannonian time (12–9 Ma), the Békés basin was starved, as other subbasins located along the margins of the Békés basin captured most of the sediment load carried by rivers. During this time interval, a combination of relatively low deposition rates and high subsidence rate produced great water depths (1000–1500 m) in the Békés basin. By middle Pannonian time (6–7 Ma), subbasins on the margins of the Békés basin had become filled with sediments as deltas gradually prograded across them. As a result of this infilling process, a platform was constructed across which rivers transported their sediment loads into the Békés basin. Thereafter, deltaic infilling of the Békés basin proceeded rapidly and rates of sediment accumulation reached 1000 m/million years. More than 6 km of lacustrine sediments were deposited in the deeper parts of the basin.*

*Indirect evidence suggests that lake levels in the Pannonian inland sea (a remnant of the Paratethys), although isolated from the world's oceans, were affected by eustatic sea-level changes. Four hiatus identified by seismic profiles near the northern margin of the Pannonian Basin and inferred to represent non-deposition between 11.5 and 10.5, 7.9 and 7.6, 6.8 and 5.7, 5.4 and 4.6 million years ago. Comparing these hiatus with the eustatic sea level change curves (Haq et al 1987) the accordance is close and systematic. This may refer to the fact that the sea level of the Pannonian Inland Sea that became gradually isolated from the world oceans fluctuated in the same phase as the global sea level. The hiatus between 6.8 and 5.7 Ma is tentatively correlated with the Messinian global stage during which time evaporite deposition in the Mediterranean was widespread – the so-called “Messinian salinity crisis”.*

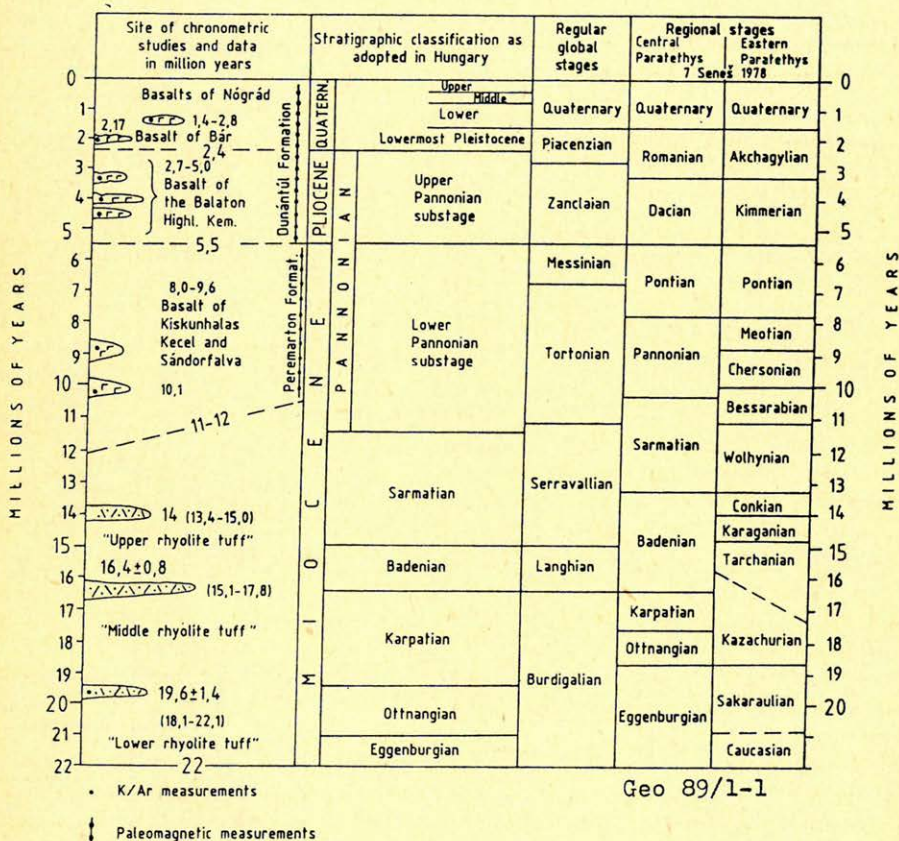
## Bevezetés

Fejlődéstörténetének posztrift fázisa során (középső miocén-holocén) a Pannon medence elsősorban kelet, délkelet, dél, délnyugat és nyugat felé progradáló üledékekkel töltődött fel (Lukács-Miksa et al 1983, Pogácsás 1984, Mattick et al 1985, Pogácsás és Révész 1985, Pogácsás et al 1987, Jámbor et al 1987). A szeizmikus adatok ősföldrajzi értelmezése arra utal, hogy a medence peremek felől a medence belseje felé haladva a progradációs posztrift üledékek egyre fiatalabbá válnak. Ezt a feltételezést azonban korábban közvetlenül nem lehetett ellenőrizni, mivel a posztrift üledékek fő tömegét kitevő pannon sorozatot az addig alkalmazott kronosztratigráfiai módszerekkel nem sikerült olyan részletességgel tagolni, hogy az elégséges lett volna a medence centrum irányában fellépő fiatalodás kimutatásához. Jelen dolgozatunkban a pannon összlet magnetosztratigráfiai vizsgálatának legújabb eredményeit (Elston et al in press) vetjük össze a szeizmikus sztratigráfiai adatokkal, abból a célból, hogy pontosabban tárhassuk fel a Nagyalföld posztrift üledékeinek időrétegtani összefüggéseit.

## Kutatástörténeti összefoglalás

Meglehetősen nehéz a magyarországi neogén képződményekre kifejlesztett időrétegtani beosztás összevetése a Föld más régióiban használatos kronosztratigráfiai beosztásokkal. A Pannon-medence szedimentológiai és tektonikai fejlődéstörténete eltér a környező európai területek fejlődéstörténetétől. A különbözőség főleg abból adódik, hogy a Centrál-Paratethys részét képező

Pannon térség olyan epikontinentális tenger volt, amely fokozatosan izolálódott a világoceánoktól. A Magyarországon alkalmazott miocén-holocén kronosztratiográfiai beosztást és ennek kapcsolatát a globális és regionális emelet beosztásokhoz Hámor et al (1987) nyomán mutatja be az 1. ábra. A Pannon-medence és a környező medencén kívüli területek tengeri miocén fauna együtteseinek hasonlósági foka a geológiai idő függvényében változott. A Pannon-medence faunája atlanti-boreális affinitást mutatott az alsómiocénben (eggenburgi-ottnangi), a kárpáti-alsóbádenit viszont mediterrán, míg a felsőbádeni-pannont kaspi affinitás jellemezte.

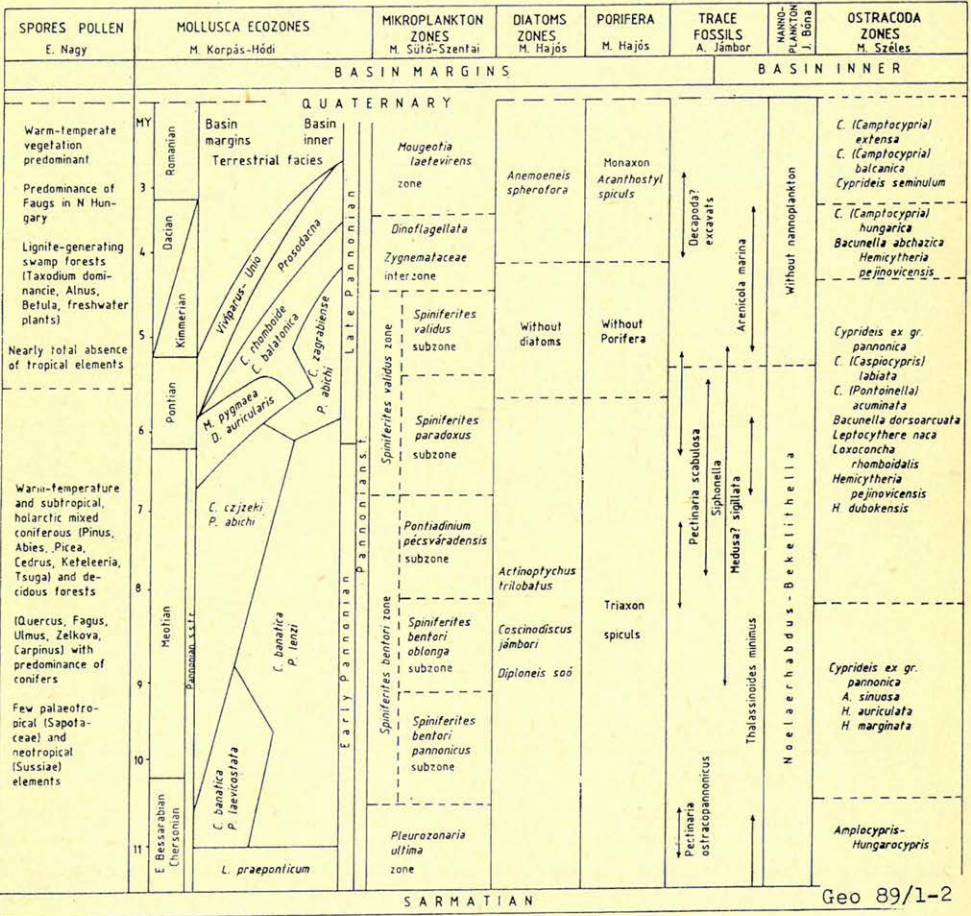


1. ábra. A Magyarországon használatos neogén rétegtani osztályozás a globális és egyes regionális emeletek feltüntetésével. A baloldali oszlopban feltüntetésre kerültek a K/Ar és a magnetosztratiográfiai módszerrel vizsgált szakaszok (Hámor et al 1987 nyomán).

Рис. 1. Применяемая в Венгрии стратиграфическая колонка неогена с обозначением глобальных и некоторых региональных этажей. В левом столбце выделены участки исследования методом К/А и магнетостратиграфическим методом. (Хамор и соавторы 1987 г.).

Fig. 1. Stratigraphic classification used in Hungary showing comparable global stages and regional stages. Ages established for volcanic rocks in Hungary by K/Ar measurements are shown in left-hand column. Figure from Hámor and other (1987).

A pannon sorozat részletesebb időrétegtani tagolását K/Ar és biosztratigráfiai módszerekkel egy bizonyos határon túl nem lehetett megoldani. A Magyarország egyes részein oly elterjedt bazaltokon és riolittufa rétegeken K/Ar módszerrel végzett abszolút kormeghatározások eredményeit szintén feltünteti az 1. ábra. A pannon s. 1. biosztratigráfiai tagolásának lehetőségeit és eredményeit Jámbor et al (1987) nyomán a 2. ábra táblázata foglalja össze. A medenceperemeken azonosított biosztratigráfiai időhorizontok kiterjesztése a medence mélyebb részeire rendkívül komoly nehézségekbe ütközött (Nagy-marossy 1981, Jámbor et al 1987). A medence mélyebb részeit kitöltő üledékek biosztratigráfiai tagolását a fúrás magminták kis számán és sporadikus elosz-



Geo 89/1-2

2. ábra. A magyarországi pannon képződmények biosztratigráfiai tagolása (Jámbor et al 1987 nyomán).

Рис. 2. Биостратиграфическое расчленение паннонских образований Венгрии. (Ямбор и соавторы, 1987 г.)

Fig. 2. Biostratigraphic subdivisions of the Pannonian in Hungary (from Jámbor and others, 1987).

lásán túlmenően az is akadályozza, hogy az endemikus, lakusztrikus pannon fauna sokkal inkább a lerakódási környezetet, semmint a lerakódás korát jelzi (*Magyar és Révész 1976*). Nem szabad azt sem elfelejteni, hogy a medence mélyebb részein nagyon kevés mélyfúrás mélyült, azok is csak szakaszos magmintavétellel. Emellett a mélymedencékben általában hiányoznak a K/Ar analízishez szükséges magmás közbetelepülések. Mindezek miatt nagyon is reális nehézségekbe ütközött a pannon képződmények részletesebb kronosztratigráfiai tagolása.

A pannon összlet felosztásában a magyar irodalomban használt „alsó-pannon” és „felsőpannon” kifejezések elsősorban litosztratigráfiai alapon tagolják a pannon sorozatot. *Dank és Kókai (1969)* szerint az alsópannon képződmények uralkodóan agyagból és aleuritből, míg a felső-pannon képződmények főként közép- és finomszemcsés homokkövekből állnak. A magyar olajipari gyakorlatban az alsópannon kőzeteket a felsőpannoniaktól tradicionálisan karotázs adatok alapján különítik el (*Völgyi 1976, Gajdos et al 1983*) a határt a mélyvízi fáciesű alsópannon és a sekélyvízi felsőpannon kőzetek érintkezéseivel jelölik ki. *Pogácsás (1984)* és *Mattick et al (1985)* kimutatták, hogy a karotázs markerek alapján kijelölt tradicionális alsó-felsőpannon határ erősen időtranszgresszív.

A Pannon medence szeizmikus sztratigráfiai és magnetosztratigráfiai adatait összevetve a radiometrikus (K/Ar) adatokkal (*Pogácsás 1985, 1987 Pogácsás et al 1987*) kimutatást nyert, hogy a Kiskunhalas-Ny-3 fúrásban harántolt bazalt (*Messzéna 1978*) K/Ar módszeren alapuló abszolút kora jól egyeztethető a Kaskantyú-2 fúrás rétegsorának paleomágneses koradataival. Az is kimutatást nyert, hogy a szeizmikus reflexiók horizontok, amelyek a Kiskunhalas-Ny-3, Kaskantyú-2, Vésztő-1 és Dévaványa-1 fúrások között követhetők a paleomágneses és a K/Ar mérések szerint azonos korú kőzetegységekben húzódnak. A Nagykozár-2 fúrásban harántolt felső riolittufa összlet kora K/Ar mérések szerint 11,6 millió év. A Nagykozár-2 és a Kaskantyú-2 fúrás biosztratigráfiai adatait is figyelembe véve, a prepannon miocén és a pannon közti hiátusra 11,6 millió év adódik.

### Jelen vizsgálataink eredményei

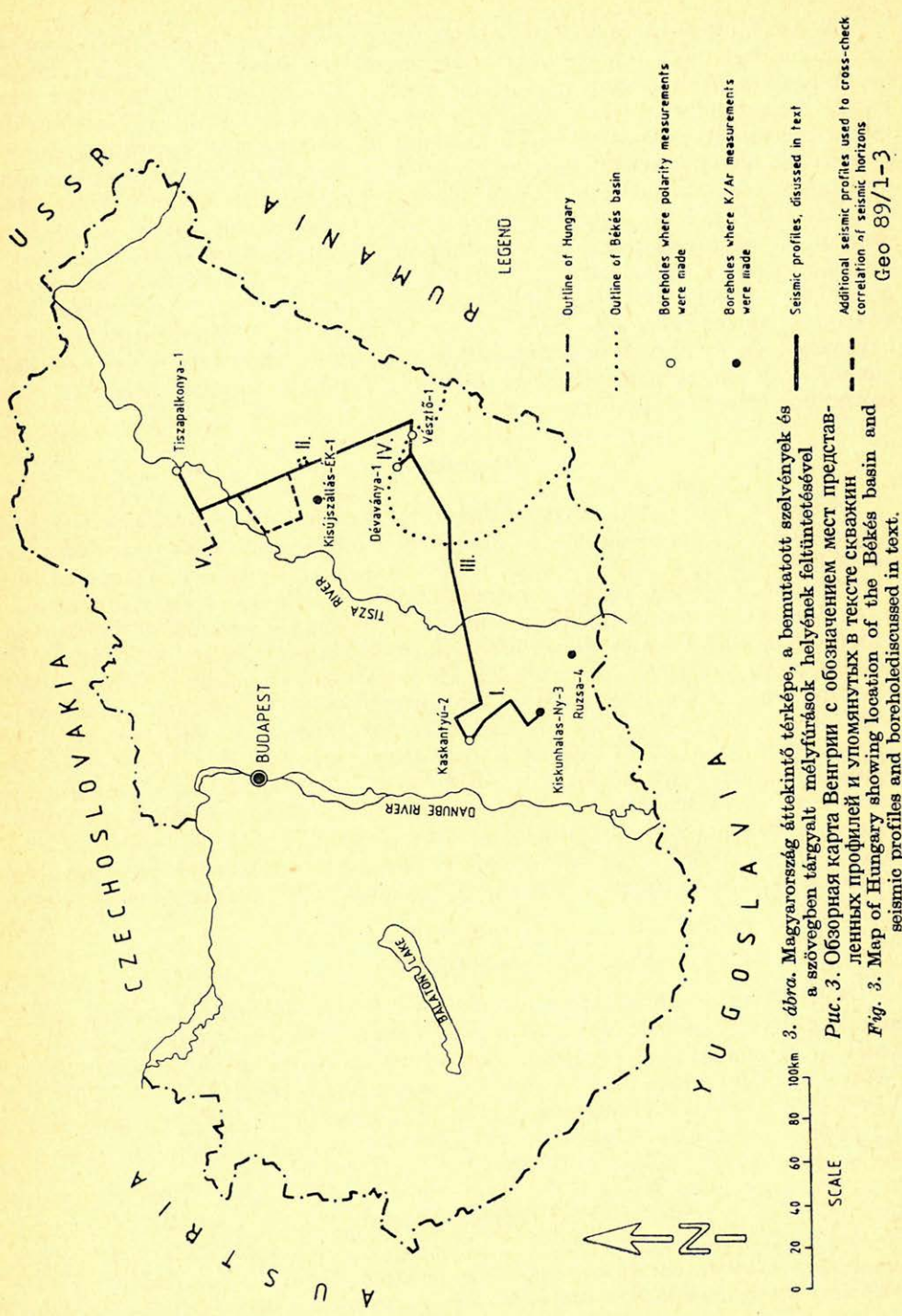
A Pannon medence szeizmikus reflexiók és paleomágneses polaritás adatainak további korrelálásához felhasználtuk a Magyar Állami Földtani Intézet és az USA Földtani Szolgálat (USGS) közti kooperációs program részeként a Tiszapalkonya-I fúrás magmintáin végzett mágneses polaritás vizsgálatok eredményeit (*Elston et al in press*). A Tiszapalkonya-I fúrásban (3. ábra) azonosított polaritás átfordulások kora – azokat a *Berggren et al (1985)*, illetve *Lowrie és Alvarez (1981)* féle paleomágneses korbeosztása egyeztetve – került meghatározásra. A Tiszapalkonya-I fúrásban azonosított paleomágneses epoch-ák korát és mélységét az 1. táblázat mutatja be. A paleomágnesesen vizsgált fúrásokra vonatkozó adatok kiterjesztéséhez az OKGT Geofizikai Kutató Vállalata által bemért szeizmikus szelvényeket használtuk fel. Négy (I–IV-el jelölt) regionális szelvényt állítottunk össze, ezek helyzetét a 3. ábra mutatja be. A szelvények a következő fúrásokat kötik össze: Kiskunhalas-Ny-3 és Kaskantyú-2 (I), Tiszapalkonya-I és Vésztő-1 (II), Kaskantyú-2 és Vésztő-1 (III), valamint Dévaványa-1 és Vésztő-1 (IV). Vizsgálataink

kiterjedtek a korábban közölt eredmények újraértékelésére (*Elston et al in press*), beleértve a Dévaványa – 1 és Vésztfő – 1 fúrásban (4. ábra), illetve a Kaskantyú – 2 és a Tiszapalkonya – I fúrásban (5. ábra) azonosított polaritás átfordulások korábnál részletesebb korrelációját.

1. táblázat

Polaritásváltás a mélyfúrásban	Kor (M évben)		Mélység	
	Berggren et al (1985)	Lowrie és Alvarez (1981)	(m)	(ms)
	referencia skálája szerint			
<b>Tiszapalkonya – I</b>				
R/N .....	6.37	6.34	401	435
R/N .....	6.70	6.68	506	530
N/R .....	7.41	7.38	863	915
M/N .....	7.90	7.77	1059	1085
N/R .....	8.21	8.09	1221	1159
M fedi N-t .....	8.92	8.80	1571	1435
Talpmélység .....			2000	1785
<b>Kaskantyú – 2</b>				
N/R .....	5.89	5.87	295	330
M/R .....	6.50	6.47	406	430
R/N .....	6.70	6.68	491	515
R/N .....	6.85	6.83	510	530
N/R .....	7.41	7.38	579	590
N/R .....	8.21	8.09	705	690
R/N .....	8.92	8.27	827	795
Talpmélység .....			1185	1040
<b>Vésztfő – 1</b>				
N/R .....	0.75		162	110
R/N .....	2.47		480	435
N/R .....	3.40		750	705
R/N .....	3.87		970	960
N/R .....	3.97		1050	1010
R/N .....	4.10		1090	1055
N/R(?) .....	4.25		1200	1125
Talpmélység .....			1200	1125
<b>Dévaványa – 1</b>				
N/R .....	0.75		120	70
R/N .....	2.47		420	370
N/R .....	3.40		675	620
R/N .....	3.87		865	825
N/R .....	3.97		925	935
R/N .....	4.10		985	985
N/R(?) .....	4.25		1085	1100
Talpmélység .....			1120	1125

A nagyalföldi mélyfúrások azonosított korú polaritás-váltásainak mélysége méterben és szeizmikus időmélységben (ms). Az időmélység konverzió a Hajdúnánás – 1, Komádi – 5, Páhi – 1, Dévaványa – 5 fúrásokban végzett szeizmokarotázs mérések adatain alapul (R fordított polaritású, N normál polaritású, M kevert polaritású szakasz)



3. ábra. Magyarország áttékinthető térképe, a bemutatott szeizmikus és a szögben tárgyalt mélyűrésok helyének felüntetésével  
 Рис. 3. Обзорная карта Венгрии с обозначением мест представленных профилей и упомянутых в тексте скважин  
 Fig. 3. Map of Hungary showing location of the Békés basin and seismic profiles and boreholes discussed in text.

Seismic profiles, discussed in text  
 Additional seismic profiles used to cross-check correlation of seismic horizons  
 Geo 89/1-3

LEGEND

- Outline of Hungary
- ..... Outline of Békés basin
- Boreholes where polarity measurements were made
- Boreholes where K/Ar measurements were made

## I. szelvény

A Kaskantyú-2 és a Kiskunhalas-Ny-3 fúrásokat összekötő kompozit szeizmikus szelvényt és a szeizmikus események értelmezését a 6. ábra mutatja be. A K/Ar adatok szerint a Kiskunhalas-Ny-3 fúrásban 1162 és 1167 méter között harántolt bazalt kora  $9,61 \pm 0,38$  millió év (Balogh et al 1983). A bazalt minta mélységét szeizmikus időbe átszámítva, megjelöltük a szeizmikus szelvényen (6. ábra). Látható, hogy a bazaltláva szintjét reprezentáló szeizmikus horizont a postrift üledékek talpán húzódó diszkordancia felületen kiemelkedik (Pogácsás 1987). A szelvény északi részén feltüntettük a Kaskantyú-2 fúrásban azonosított mágneses polaritás átfordulások (Elston et al in press) időadatait. Legalább három a Kaskantyú-2 fúrás alapján azonosított korú szeizmikus horizont – a 8,9; 7,4 és 6,7 millió éves szint – követhető a szeizmikus szelvényen a Kiskunhalas-Ny-3 fúrásig (6. ábra). A többfajta módszerrel meghatározott és kiterjesztett krono szintek egyezése bizonyítja, jó egyezésben vannak a K/Ar, a paleomágneses polaritás váltások alapján számított és a szeizmikus rétegtani adatok.

## II. szelvény

Elston et al (in press) szerint a Vésztő-1 fúrás talpán harántolt összlet kora 4,2 millió év, a Tiszapalkonya-I fúrás szelvényében azonosított paleomágneses események kora 6,4–8,9 millió év közé esett. A két fúrás közötti szeizmikus szint korreláció igazolja ezeket a megállapításokat (7. ábra). A Tiszapalkonya-I fúrás 7,9; 8,2 és 8,9 millió éves szintjeit reprezentáló szeizmikus horizontok a szelvény középső részén rálapolódnak (downlap) a postrift sorozat alját alkotó diszkordancia felületre. Ami minimum azt jelenti, hogy a náluk idősebb postrift üledékek vastagsága a szeizmikus felbontóképesség alá csökken (kondenzált rétegsor). A Tiszapalkonya-I fúrásban a 400–1000 ms közötti mélységintervallumban húzódó 6,4; 6,7 és 7,4 M éves szeizmikus szintek a Vésztő-1 fúrás térségében 2200–2600 ms között húzódnak. A Vésztő-1 fúrás 4,2 millió éves szintjét reprezentáló szeizmikus horizont nem követhető a szeizmikus szelvényen egészen a Tiszapalkonya-I fúrásig. E szint a közvetlenül alatta levő szintekhez hasonlóan onlap-pal (vagy offlap-pal) elvégződik a medenceperem irányában a Tiszapalkonya-I fúrás térségében jól azonosítható diszkordancia felületen (7. ábra).

## III. szelvény

A Kaskantyú-2 fúrást és a Vésztő-1 fúrást összekötő kompozit szeizmikus szelvény értelmezése látható a 8. ábrán. Egyes szeizmikus horizontok korát a Kaskantyú-2 fúrásban azonosított polaritás átfordulások alapján (Elston et al in press) meg lehetett határozni. Ezek megfelelnek az 5,9; 6,5; 6,7; 7,4; 8,2 és 8,9 millió évnak. Vésztő-1 térségében a fúrásban azonosított 4,2 millió éves szint mellett a II. sz. szelvényt alapul véve ismert a 6,4 és 7,4 millió éves szintek helyzete. A 4,2 M év a fúrás magmintáin végzett paleomágneses vizsgálatok eredményén, míg a másik két koradat a Tiszapalkonya-I fúrás 6,4 és 7,4 millió éves szintjeinek szeizmikus szint korrelációján alapul. Az eredményeket összegző 8. ábra alapján úgy véljük, a szeizmikus szintkövetés alkalmas a Pannon medence különböző helyein meghatározott paleomágneses polaritás átfordulások távkorrelálására és a korreláció eredményei önmagukkal



konzisztensek. A Kaskantyú–2 és a Tiszapalkonya–I fúrásokban végzett magnetosztratigráfiai vizsgálatok eredményeit közelítően 250 ill. 140 km távolságra extrapoláltuk szeizmikus szelvényeken egymástól függetlenül a Vésztő–1 fúrásig. Korábban ezen fúrás magmintái alapján végezték el a Pannon sorozat magnetosztratigráfiai beosztását (*Rónai és Szemethy 1979, Cooke et al 1979, Rónai 1981*). Mint a 8. ábrán látható, az üledék rétegek (pontosabban az őket reprezentáló szeizmikus horizontok) kora alátámasztja azt a korábbi modellt (*Lukács-Miksa et al 1983, Pogácsás 1984*), mely szerint a Pannon medencét Kelet-Magyarországon a medenceperemek felől a medence belseje felé progredáló üledékek (üledék ékek—sediment wedges) töltötték fel. Megjegyezzük, a szeizmikus sztratigráfiai és a magnetosztratigráfiai adatok annyiban nem függetlenek egymástól, hogy a paleomágneses adatok értelmezéséhez felhasználásra került azon szeizmikus sztratigráfiai megfigyelési eredmény, mely szerint a Tiszapalkonya–I fúrásban harántolt üledékes sorozat felső része idősebb, mint a Vésztő–1 fúrásban harántolt összlet legalsó része (7. ábra). *Elston et al* (in press) ezen megfigyelés figyelembe vételével korrelálták a Tiszapalkonya–I fúrásban azonosított paleomágneses polaritásváltozásokat *Berggren et al (1985) Lowrie és Alvarez (1981)* paleomágneses referencia skáláihoz.

#### IV. szelvény

A 9. ábrán látható (kompozit) IV. szelvény a Dévaványa–1 és a Vésztő–1 fúrásokat köti össze. Az ábrán bemutatjuk az egyes szeizmikus események geokronológiai értelmezését. Az e két fúrásban *Elston et al* (in press) által azonosított paleomágneses polaritás váltások mélységét szeizmikus időléptékbe transzformáltuk. Bár ezen a területen — különösen a felső 500 ms-os tartományban — a szeizmikus reflexiók gyenge folyamatosságúak, mégis úgy véljük, a kijelölt reflexiós szintek jól reprezentálják a fúrások paleomágneses rétegsora alapján azonosított korú üledékes horizontok, ill. rétegek térbeli helyzetét a szelvény mentén. Az 5,9; 6,4; 6,7; 7,4 millió éves szintek a II. és III. sz. szelvény segítségével kerültek korrelálásra. A két fúrás paleomágneses időrétegtani oszlopa úgy tűnik jó egyezésben van az őket összekötő reflexiós horizontokkal.

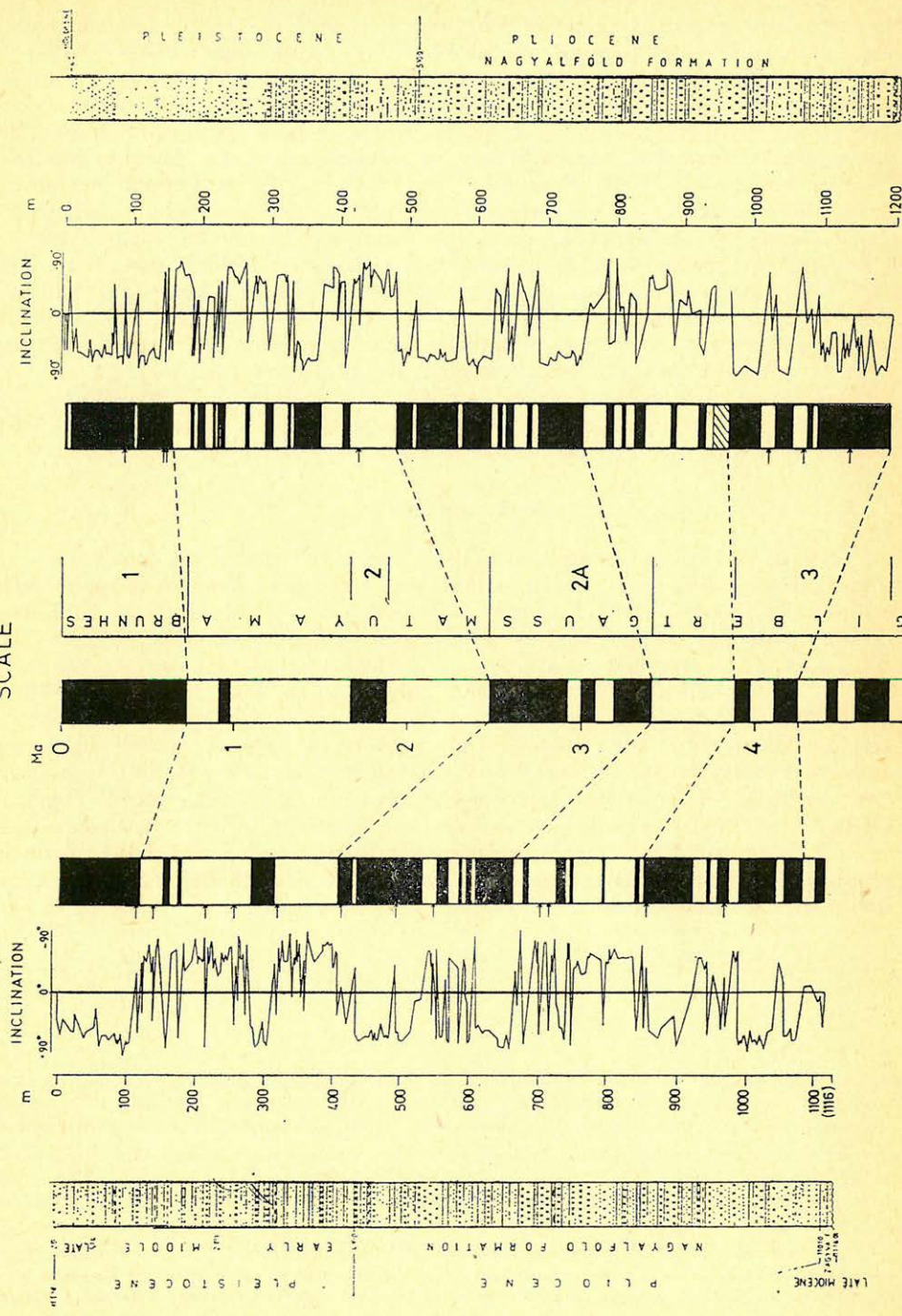
Ez azt bizonyítja, hogy a szeizmikus reflexiók a szelvény felső részén is időrétegtani szinteket követnek, azaz az egykori üledékfelhalmozódási térszín helyzetét reprezentálják.

4. ábra. A Dévaványa–1 és Vésztő–1 fúrások generalizált paleomágneses polaritás szelvényeinek korrelációja a fúrások litológiai oszlopainak feltüntetésével. A fekete szín a normál, a fehér pedig a fordított polaritású szakaszokat jelöli. A méterben megadott mélységadatok a felszíntől értendők

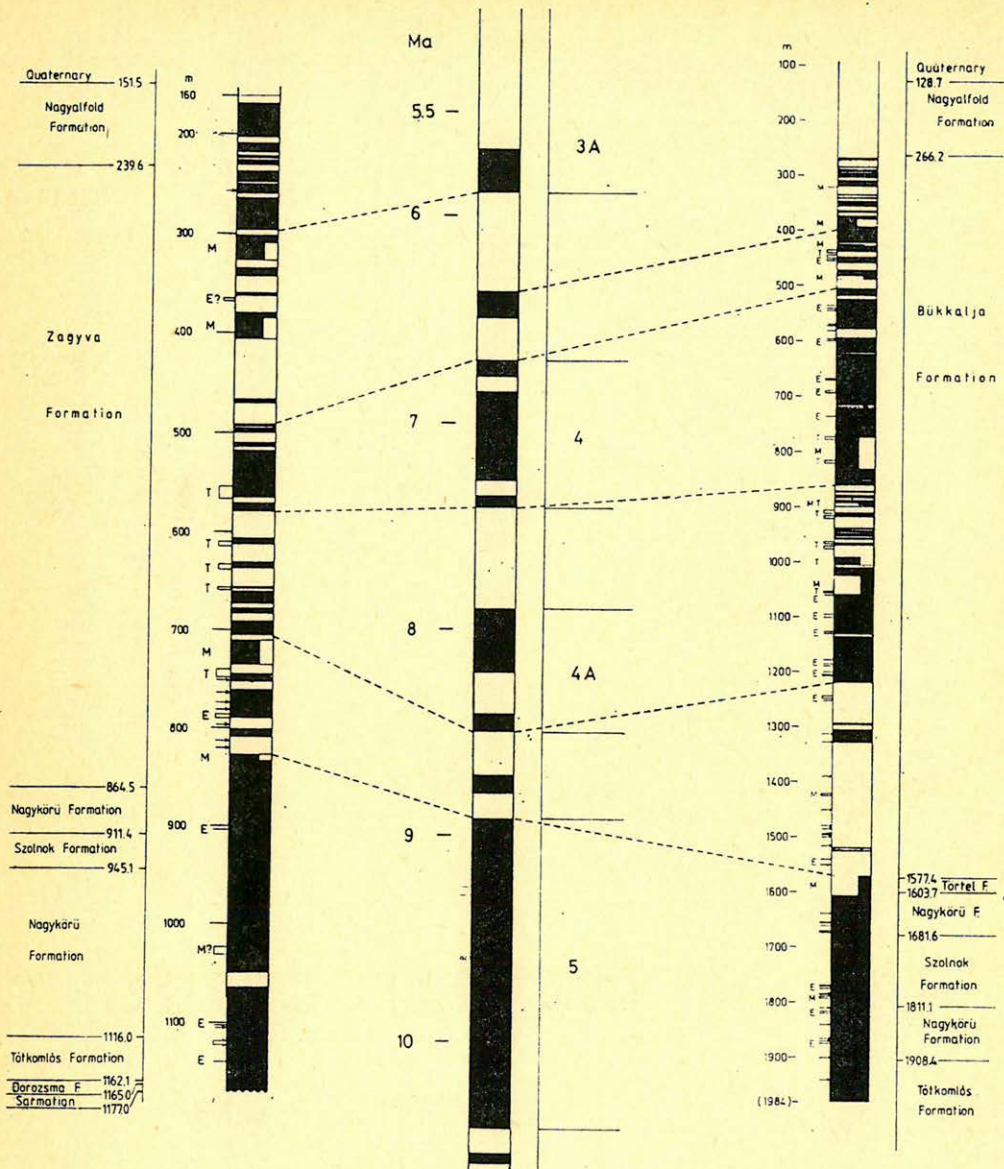
Рис. 4. Корреляция профилей генерированной палеомагнитной поляря екважин Деваваня-1 и Вестё-1 с литологическими колонками скважин. Чёрным цветом обозначены нормальные, а белым цветом участки с обратной полярностью. Значения глубин в метрах даны от поверхности

Fig. 4. Correlation of generalized polarity records and lithostratigraphic units in the Dévaványa–1 and Vésztő–1 boreholes. Black-normal polarity, white-reversed polarity, black and white mixed polarity with dominant polarity on left, arrow-short reversal, slashed-no control. Depth in meters from surface.

DÉVÁNYA-1 POLARITY TIME SCALE VÉSZTŐ-1



Geo 89/1-4

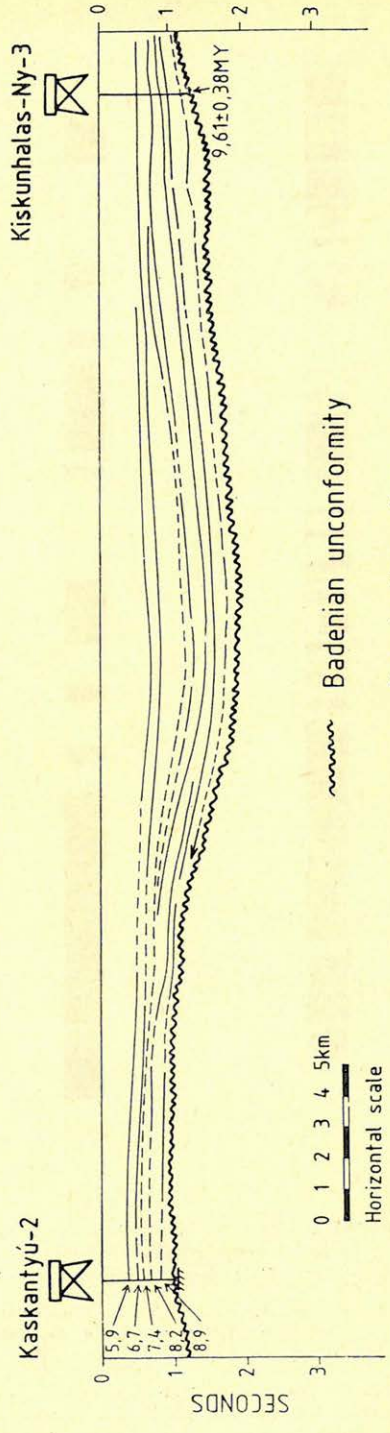
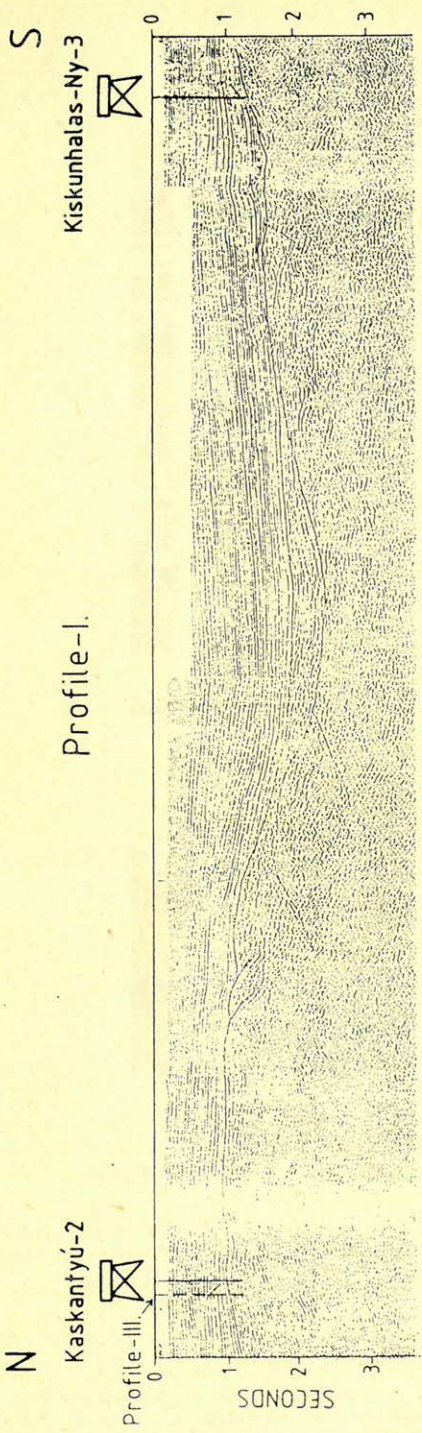


Geo 89/1-5

5. ábra. A Kaskantyü-2 és a Tiszapalkonya-1 fúrás generalizált polaritás szelvényeinek korrelációja, a fúrások litosztratigráfiai szelvényeinek feltüntetésével. M, T, E polaritás intervallumok vegyes (M), átmeneti (T). A fúrások földrajzi helye a 3. ábrán látható

Рис. 5. Корреляция профилей генерированной поляр. в скважинах Кашкантию-2 и Тисапалконя-1 с литостратиграфическими колонками скважин. М и Т интервалы полярности Е, М (смешанная), Т(переходная). Расположение скважин дано рисунке 3.

Fig. 5. Correlation of generalized polarity records and geologic formations in the Kaskantyü-2 and Tiszapalkonya-1 boreholes. M, T and E show locations of intervals, mixed polarity (M), transitions (T), and excursions. Location of boreholes is shown in Figure 3.



- ~~~~~ Badenian unconformity
- Termination of reflection by downlap or onlap
- Poor data

## Az eredmények diszkussziója

### a) A Békési medence feltöltődéstörténete

*Szentgyörgyi* (in press) szerint a Békési medencében mélyült fúrások által feltárt legidősebb neogén üledékes kőzetek középsőmiocén (bádeni és szarmata) korúak. A bádeni és a szarmata emeletek együttesen a földtani múlt 16,5 és 11,5 millió év közti szakaszát jelentik (*Steininger et al 1985, Hámor et al 1985*). A Békés medence mélyfúrásai által feltárt bádeni és szarmata sorozat vastagsága 0–275 méter között változik. Ezen üledékek sekély vízi, partközeli, normális és brakkvízi millióiban rakódtak le. Jellegzetes, szeizmikusan jól azonosítható diszkordanciával települnek a mezozoos és idősebb medencealjazati képződményekre.

A szarmata képződmények felett lakusztrikus pannon üledékek települnek. A medence peremein a szarmata és a pannon kőzetek között diszkordancia felület húzódik, míg a medence belsejében folyamatos volt az üledékképződés (*Mattick et al in press*). *Hámor et al (1985)* szerint a szarmata-pannon határa 11,5 millió évre tehető. Vitatott kérdés a vízmélység a Békési medencében a szarmata és a pannon határán. E kérdésben adott válasz alapján lenne eldönthető, mikor volt a medencében a fő süllyedési fázis. *Szentgyörgyi* (in press) szerint a Békés medence felnyílása a styriai orogén fázisra (alsóbádeni) esett. A bádeni üledékek szerinte partközeli, sekély vízi fáciesre utalnak és a vízmélység a szarmata során a bádenihez képest kisebb volt. Ezzel szemben *Lukács-Miksa et al (1983)* és *Mattick et al (in press)* szerint az „eltérő dőlésű reflexiókkal” jelentkező pannon turbiditék mély vízi környezetben (1000–1500 méteres vízmélység mellett) rakódtak le. A különböző szerzők egyetértenek abban, hogy a bádenitől a pannon végéig a Békési medencében folyamatos üledékképződés folyt. *Szentgyörgyi* (in press) szerint a bádeni-szarmata üledékképződési sebessége 0–55 m/M év volt. A pannon során ezzel szemben az üledékképződés sebessége elérte az 1000 m/millió évet (*Pogácsás et al 1988*).

A vízmélység és az üledékfelhalmozódás sebességének alakulása a Békési medencében a szarmatától a pannonig véleményünk szerint az alábbiakban foglalható össze: a szarmatában és a pannon elején a Békés medence éhező üledékgyűjtő volt, mivel a folyók által szállított hordalékanyagot a Békés medencén kívüli üledékgyűjtő medencék fogadták magukba. Ugyanebben az időszakban gyorsult fel a Békési medence süllyedése és ez 1000–1500 méteres vízmélységet eredményezett. Ezzel a feltételezéssel összhangban van *Mattick*

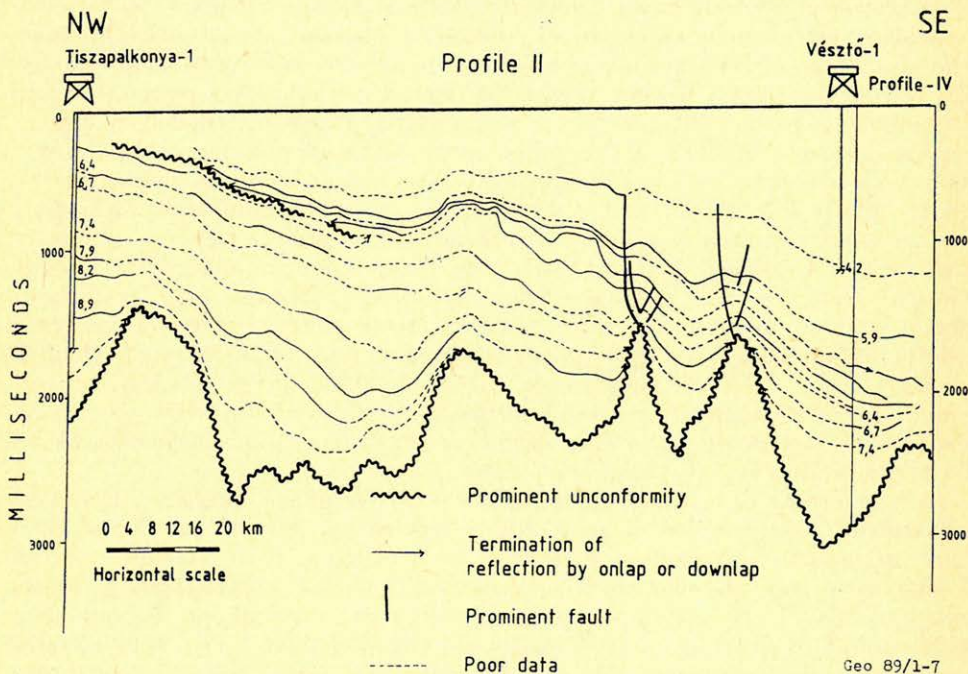
6. ábra. A Kaskantyú–2 és a Kiskunhalas-Ny–3 fúrást összekötő kompozit szeizmikus szelvény és annak időrétegtani értelmezése. A Kaskantyú–2 fúrásban azonosított paleomágneses polaritásváltások kora millió évben a szelvény bal oldalán került feltüntetésre. A szelvény jobb oldalán látható Kiskunhalas-Ny–3 fúrásban 1162–1167 méter között harántolt bazalt láva kora a K/Ar mérések szerint  $9,61 \pm 0,38$  millió év. A szelvény nyomvonala a 3. ábrán látható

Рис. 6. Составной сейсмический профиль связывающий скважины Кашкантию–2 и Кискунхалаш–3 и его время-литологическая интерпретация. Возраст выявленного в скважине Кашкантию–2 палеомагнитного изменения полярности дано в миллионах лет на левой стороне профиля. На правой стороне профиля выведен возраст базальтовой лавы, вскрытой скважиной Кискунхалаш–Запад–3 на глубине 1162–1167 метров, возраст которой по К/Ар равен  $9,61 \pm 0,38$  миллионов лет. Местоположение профиля дано на рис. 3.

Fig. 6. Seismic profile (above) between the Kiskunhalas-Ny–3 borehole and the Kaskantyú–2 borehole. Interpretation of seismic profile shown below. Labels on seismic horizons indicate inferred age (millions of years) of corresponding magnetic polarity epoch at the Kaskantyú–2 borehole. Horizons dashed where quality of seismic record is poor. Location of profile shown in Figure 3

*et al* (in press) azon megállapítása, mely szerint a Békési medence feltöltődése a Pannon-medence feltöltődésének egyik utolsó epizódja volt. A Békési medencében végzett legújabb tektonikai vizsgálatok (*Grow et al* in press) szerint a syn-rift üledékek vastagsága a Békés medencében rendkívül kicsi, sőt sok helyen hiányoznak.

Ezzel a modellel összhangban vannak az e cikkben közölt szeizmikus eredmények. A leírt eseményeket legjobban a II. és a III. szelvény példázza (7. és 8. ábra). A Békési medence északi részén mélyült Vészttö-1 fúrás mindkét szelvényre ráesik. A Tiszapalkonya-I fúrás 115 km-re mélyült a medence északi peremétől. A 7. ábrán látható, hogy a legidősebb polaritás váltásokkal egybeeső szeizmikus szintek (8,9; 8,2 és 7,9 millió év, I táblázat 1. oszlop) a szelvény közepén az aljzati kiemelkedések szárnyain kiemelkednek. A 6,4



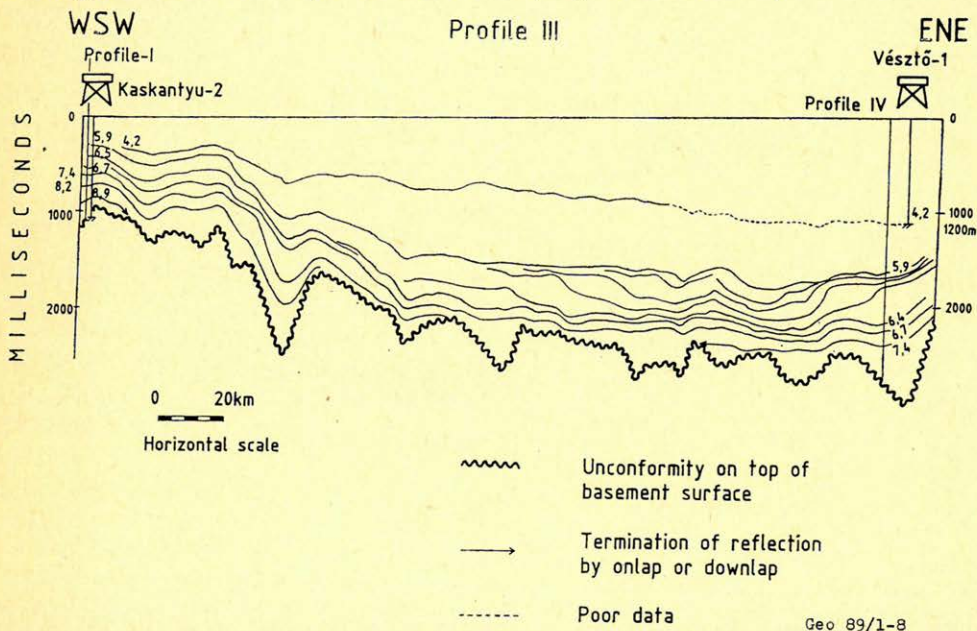
7. ábra. A Tiszapalkonya-1 és a Vészttö-1 fúrást összekötő (II) kompozit szeizmikus szelvény értelmezett változata. A szeizmikus horizontokra írt számok – 4,2 és 5,9 kivételével – millió évben megadják a Tiszapalkonya-1 fúrásban paleomágneses polaritásváltások alapján azonosított korokat. A 4,2 és az 5,9 millió éves szint a Kaskanytű-2 fúrás segítségével került azonosításra. A szaggatott horizontok rosszabb szeizmikus anyagminőséget jelölnek. A szelvény nyomvonala a 3. ábrán látható

Рис. 7. Интерпретированный вариант составного сейсмического профиля (II), связывающего скважины Тисапалконя-1 и Вёстё-1. Надписанные над сейсмическими границами числа – за исключением 4,2 и 5,9 – дают возраст в миллионах лет в скважине Тисапалконя-ё, установленный на основании палеомагнитных изменений полярности. Пунктирные границы обозначают более плохое качество сейсмического материала. Расположение профиля видно на рис. 3.

Fig. 7. Interpretation of seismic profile II between the Tiszapalkonya-1 and the Vészttö-1 boreholes. With the exception of 4.2 and 5.9, labels on seismic horizons indicate inferred age (million of years) of corresponding magnetic polarity epoch at the Tiszapalkonya-1 borehole. The horizons labeled 4.2 and 5.9 refer to polarity epochs identified in the Vészttö-1 and Kaskanytű-2 boreholes, respectively. Horizons dashed where quality of seismic record is poor. Location of profile is shown in Figure 3.

és 7,4 millió éves szintek a szelvény mentén délkelet felé haladva a mélybe süllyednek. A szelvény délkeleti részén egész közel kerülnek az aljzathoz. A 4,2 millió évnél fiatalabb (ezt az értéket mérték a Vésztői – 1 fúrás alján) üledékek nagymértékben kivastagodnak délkeleti irányba haladva.

A szeizmikus szinteket összevetve a polaritás mérések eredményeivel hasonlóak voltak az üledékfelhalmozódási folyamatok a Békési medencétől nyugatra eső területeken is (8. ábra). Vizsgálataink alapján úgy véljük, 12 és 9 millió év között kevés hordalék jutott be a Békési medencébe, mivel a medence peremén túli medencék fogadták be magukba az üledékek zömét. Ugyanezen idő alatt a süllyedés folytatódott és gyorsan nőtt a vízmélység a Békési medencében. Körülbelül 6–7 millió évvel ezelőtt érkezett el a pillanat, amikor a környező medencéket a dél és kelet felé progradáló üledékek annyira feltöltötték, hogy az üledékek tetején folyó folyók elérhették a Békési medencét. Ekkortól alakultak ki delták a Békési medence peremén, majd azok fokozatosan keresztül haladtak a Békési medencén, miközben az üledékfelhalmozódás rátája elérte, ill. meghaladta az 1000 m/millió év értéket (Pogácsás et al 1988).



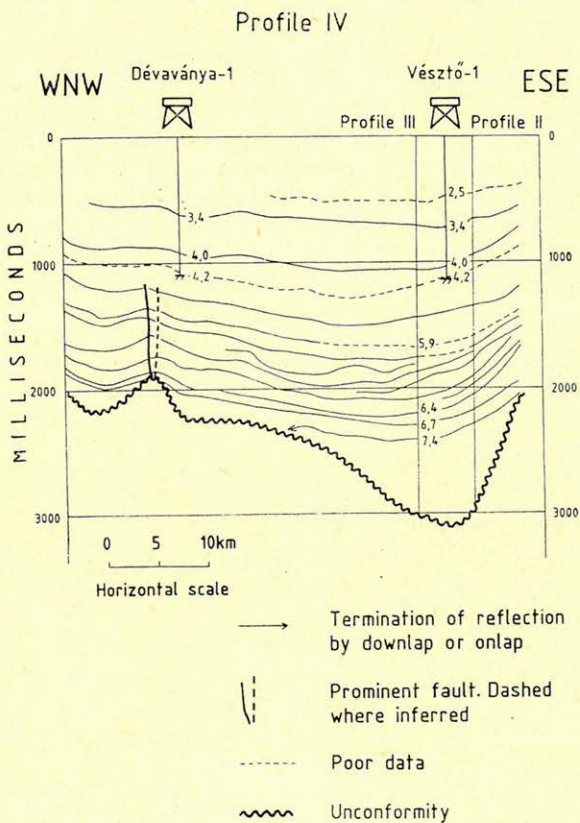
8. ábra. A Kaskantyú – 2 és a Vésztő – 1 mélyfúrást összekötő (III) kompozit szeizmikus szelvény értelmezett változata. A szelvényre eső mélyfúrások magnetosztatigráfiai rétegsora alapján feltüntettük az egyes szeizmikus horizontok korát (millió évben). A szaggatott szintvezetés gyengébb szeizmikus anyagminőséget jelez. A szelvény nyomvonala a 3. ábrán látható

Рис. 8. Интерпретированный вариант составного сейсмического профиля (III), связывающего скважины Кашкантию – 2 и Вестё – 1. По магнитостратиграфической колонке скважин на профиль нанесен возраст некоторых сейсмических горизонтов (в миллионах лет). Пунктирной линией обозначен сейсмический материал более слабого качества. Положение профиля дано на рис. 3.

Fig. 8. Interpretation of seismic profile III between the Kaskantyú – 2 and Vésztő – 1 boreholes. Labels on seismic horizons indicate inferred age (millions of years) of corresponding magnetic polarity epochs. The 4.25 Ma polarity epoch was identified in the Vésztő – 1 borehole. Polarity epochs 5.89, 6.50, 6.85, 8.21, and 8.92 Ma were identified in the Kaskantyú – 2 and Tiszapalkonya – 1 borehole. Horizons dashed where quality of seismic record is poor. Location of profile is shown in Figure 3.

b) A Pannon beltenger vízszintváltozásai

A Békési medence szeizmikus szelvényeit értelmezve *Mattick et al* (in press) arra a következtetésre jutott, hogy a pannon összletben levő lokális diszkordancia felületek a vándorló deltalebenyekhez kapcsolódnak. Ezen állítás helyességét nagy vonalakban elfogadva, e dolgozat szerzői úgy vélik, hogy a Pannon medence peremein a diszkordanciafelületek egy része a pannon tó vízszint változásaihoz kapcsolódik.

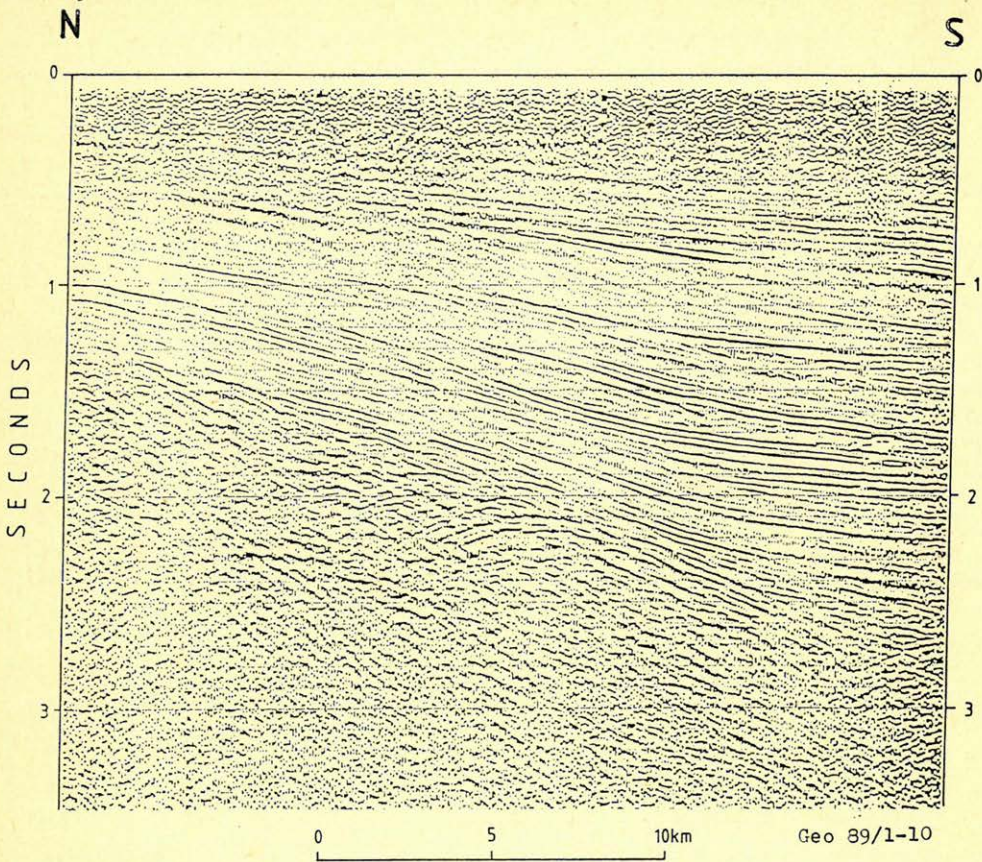


9. ábra. A Dévaványa-1 és a Vésztő-1 fúrást összekötő kompozit szeizmikus szelvény értelmezett változata. Az egyes szeizmikus horizontok paleomágneses rétegsorok alapján meghatározott kora millió években került feltüntetésre. A szelvényen feltüntetett fúrások talpánál mélyebb szeizmikus szintek a II. és III. szelvény segítségével kerültek azonosításra. A szelvény nyomvonala a 3. ábrán látható

Рис. 9. Интерпретированный вариант составного сейсмического профиля, соединяющего скважины Деваваня-1 и Весте-1. В миллионах лет отмечен определенный по палеомагнитной колонке возраст отдельных сейсмических горизонтов. Сейсмические горизонты, располагающиеся глубже забоя, расположенных на линии профиля скважин, были отождествлены с помощью профилей II-III. Линия профиля видна на рис. 3.

Fig. 9. Interpretation of seismic profile IV between the Dévaványa-1 and Vésztő-1 boreholes. Numbers at borehole sites indicate inferred ages (millions of years) of polarity epochs represented by rocks penetrated in the boreholes. Labels on seismic horizons below bottom of boreholes show inferred ages of corresponding polarity epochs identified in other boreholes. Horizons dashed where quality of seismic record is poor. Location of profile is shown in Figure 3.





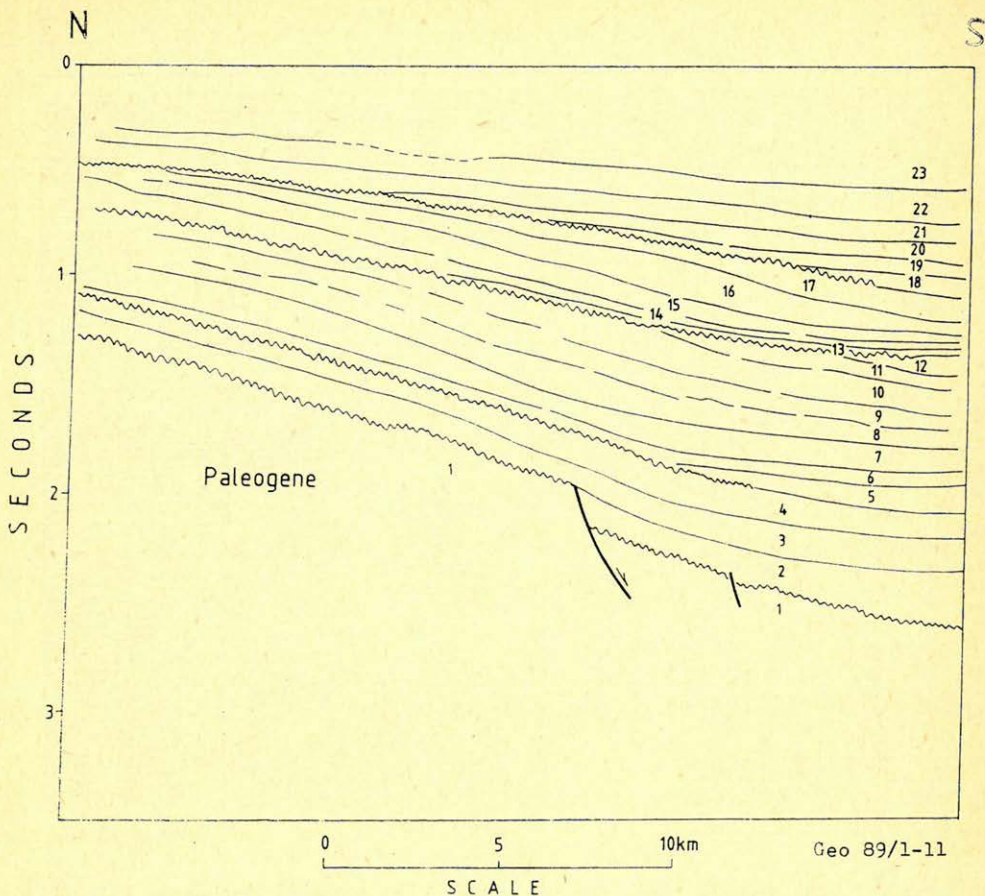
10. ábra. A Pannon medence északi peremén bemért V. sz. szelvény. Értelmezése a 11. ábrán, nyomvonala a 3. ábrán látható

Рис. 10. Профиль номер V, наблюдаемый на северном борту Паннонского бассейна. Его интерпретация дана на рис. II, а ориентация на рис. 3.

Fig. 10. Seismic profile V. Location of profile is shown in Figure 3. Interpretation is shown in Figure 11.

A 10. ábrán látható V. számú szeizmikus szelvény a Tiszapalkonya – I fúrástól kb. 20–30 km-re DK-re, a Pannon medence északi pereméhez közel került bemérésre. A szelvény értelmezése a 11. ábrán látható, a prominens szeizmikus reflexiók közötti intervallumokat – szeizmikus paraszekvenciákat – a legidősebbtől a legfiatalabb felé haladva számoztuk meg. A szelvényen minimum 4 jelentős diszkordancia azonosítható: az (1) sz. az 1-es (alaphegység) és a 2-es, a (2) a 4-es és 5-ös, a (3) a 12-es és a 13-as, valamint a (4), amely a 17-es és 18-as számmal jelölt egységek között húzódik.

A 11. ábrán látható sztratigráfiai értelmezést felhasználva, abból megszerkesztettük a 12. ábrán látható kronoztratigráfiai szelvényt. A szelvényen a függőleges tengely reprezentálja a geológiai időt. A kronoztratigráfiai szelvényt a Mitchum et al (1977) javasolt eljárással készült.



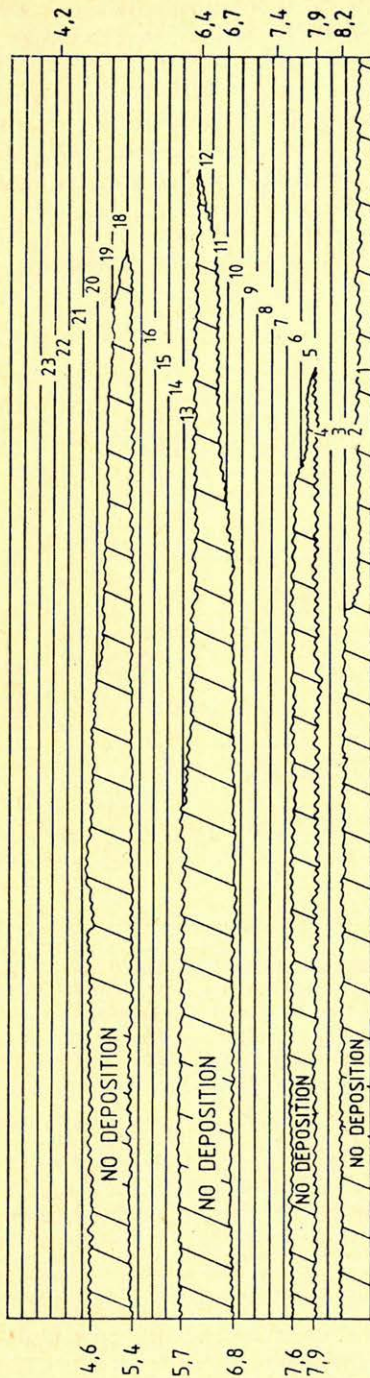
11. ábra. A 10. ábrán látható V. sz. szeizmikus szelvény értelmezése. A markáns szeizmikus reflexiók közé eső intervallumokat (amelyek időrétegtani ill. kvázi-időrétegtani egységeket reprezentálnak) a legidősebbtől a legfiatalabb felé haladva számoztuk. Az 1. egység a medencealjzatot reprezentálja

Рис. 11. Интерпретация представленного на рис. 10 сейсмического профиля номер V. Интервалы между маркирующими сейсмическими отражениями, которые представляют временные или квазивременные единицы, были пронумерованы от более древних в направлении самых молодых. Единица по номером 1 является основанием бассейна.

Fig. 11. Interpretation of seismic profile V. Location shown in Figure 3. The intervals, representing rock stratum, between the principal seismic events are labeled sequentially from oldest to youngest. Interval 1 represents rocks of the basement complex.

A szeizmikus szekvenciákat hiátusok (üledékképződési szünetek) választják. A hiátusok által reprezentált időintervallumok dél felé, a medence irányába csökkennek. A Tiszapalkonya – I fúrás magnetosztratigráfiai rétegsorát (Elston et al in press) egy kapcsolódó szeizmikus szelvény (szaggatott vonallal jelölve a 3. ábrán) segítségével vetítettük be az V. sz. szelvénybe. Ez lehetővé tette, hogy az V. szelvényen elkülönített sztratigráfiai intervallumokat elhelyezhessük a standard kronosztratigráfiai rendszerben. A fúrásban polaritás váltások alapján azonosított időadatokat a 12. ábrán látható krono-szelvény jobb oldalán

N



12. ábra. A 11. ábrán látható szeizmikus rétegtani szelvény kronostratigráfiai transzformációja. A földtani időt a függőleges tengely reprezentálja. A szelvény jobb oldalán látható (millió évben) a Tiszapalkonya – I fúrásban azonosított magnetostratigráfiai egységek kompozit szeizmikus szelvények alapján bevetített mélysége. A szelvény bal oldalán az egyes diszkordancia felületek által reprezentált hiátusok hossza látható (millió évben)

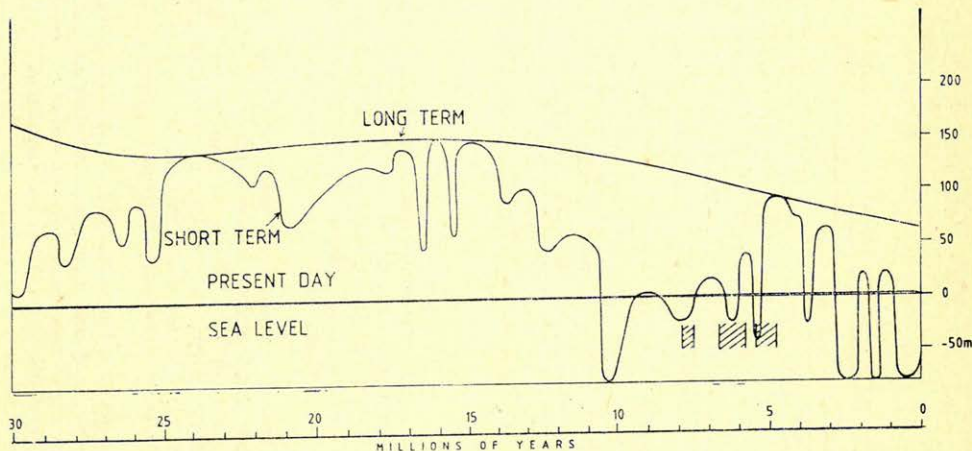
Рис. 12. Хроностратиграфическая трансформация сейсмического стратиграфического профиля рисунка 11. На вертикальную ось нанесено геологическое время. На правой стороне профиля (в миллионах лет) даны глубины спроектированных на основании основных сейсмических профилей, магнитостратиграфических единиц, выделенных в скважине Тисапалкonya – I. На левой стороне профиля выделена (в миллионах лет) продолжительность перерывов, представленных отдельными поверхностями несогласий.

Fig. 12. Chronostratigraphic chart constructed from data of Figure 11. Geologic time is the ordinate. Numbers on the right side of figure indicate ages of stratum (millions of years) inferred from extrapolation, along seismic profiles, of the results of magnetostratigraphic studies. Numbers on left side of figure show inferred ages of periods of non-deposition.

Geo 89/1-12

tüntettük fel. A medencealjzat felszínét reprezentáló legalsó diszkordancia felület kivételével az egyes diszkordanciák által képviselt hiátusok kezdetének és befejeztének korát a 12. ábrán látható szelvény bal szélén tüntettük fel.

A Földközi tenger medencéjében a miocén végén kiterjedt evaporit képződés folyt az ún. „Messinai sókrízis” (Hsu et al 1973). Moissette és Puoyet (1987) szerint a sókrízis vagy a Földközi tenger felső messinai kiszáradásával, vagy (és ez a valószínűbb) a Földközi tenger és az Atlanti óceán közötti tengeri kapcsolat időszakos megszakadásával magyarázható. Hag et al (1987) eusztatikus tengerszint változási görbéje szerint a világtengerek szintjében négy jelentős csökkenés mutatható ki a felsőmiocénben. Ezek paroxizmusának kora közelítően 10,9; 7,8; 6,3 és 5,2 millió év (13. ábra). Bár a pannon beltenger ezen időszak



LATE	EARLY	MIDDLE	LATE	E	L	
OLIGOCENE			MIOCENE		PLIOC.	PLE.

Geo 89/1-13

13. ábra. Eusztatikus tengerszintingadozások a földtörténet utolsó 30 millió éve során a tengerszint-változások hozzávetőleges nagyságával (Hag et al 1987 nyomán). A 4 és 12 millió év közötti globális tengerszint minimumokat (5,2; 6,3; 7,8; 10,4) összevetve a Pannon-medence északi shelfjén azonosított hiátusokkal (4,6–5,4; 5,7–6,8; 7,6–7,9 millió év) ill. a synrift és postrift üledékeket elválasztó regionális diszkordancia felület által reprezentált (helyről-helyre változó hosszúságú) hiátus korával (≈10,5 millió év), szembevetendő a korreláció

Рис. 13. Эвстатическое колебание уровня моря с приблизительными величинами колебания уровня моря в течение последних 30 миллионов лет истории земли (Хаг и соавторы, 1987 г.). Сравнимая располагающиеся между 4. и 12 миллионами лет глобальные минимумы уровня моря (5,2, 6,3, 7,8, 10,4) с выявленными на северном шельфе Паннонского бассейна перерывами (4,6–5,4; 5,7–6,8; 7,6–7,9 миллионов лет) или же с длиной перерыва (10,5 миллионов лет) представленного региональной поверхностью несогласия, разделяющей осадки синрифта и пострифта (с меняющейся от места к месту длиной) отмечаем корреляцию

Fig. 13. Tertiary and Quaternary eustatic fluctuations of sea level. Meters above or below present-day sea level are approximate. Figure modified from Hag et al (1987). The non deposition periods on the flanks of the Pannonian Basin are 7.9–7.6, 6.8–5.7, 5.4–4.6 Ma. The eustatic sea level shows minima of 7.8, 6.3 and 5.2 Ma according to the global sea level change curve. There appear to be good correlation between world wide sea level minima and the sea level falls in the Pannonian Basin.

alatt egyre nagyobb mértékben izolálódott a világtengerektől, vizsgálataink alapján úgy tűnik, a beltő vízszintjét is nagymértékben befolyásolták azok a felső-miocén földtörténeti események, amelyek a globális (eusztatikus) tengerszint ingadozásokat kiváltották. A 12. ábrán jelentős hiátusok jelentkeznek 7,9–7,6; 6,8–5,7 és 5,4–4,6 millió év között. Ezen, a Pannon medence szegélyzónájában kimutatott hiátusok korát összevetve a globális (eusztatikus) vízszintminimumokkal (amelyek 10,4; 7,8; 6,3; 5,2 millió évnél jelentkeznek, 12. és 13. ábra összevetése), azok szignifikáns korrelációban vannak. Ami azt bizonyítja, hogy a Pannon beltenger vízszintje a globális tengerszint emelkedésekkel és süllyedésekkel azonos fázisban változott a vizsgált (4–12 millió év közötti) időszakban.

## IRODALOM

- Berggren, W. A., Kent, D. U., Flynn, J. J., and Van Conving, J. A., 1985 Cenozoic geochronology: Geological Society of America Bulletin, v. 96, no 2, p. 1407–1418.
- Balogh, K., Jámor, Á., Partényi, L., Ravasz–Baranyai, L., Solti, G., and Nusszer, A., 1983, Petrography and K/Ar dating of Tertiary and Quaternary basaltic rocks in Hungary: Annulari Institutu de Geol. et Geoph., Bucuresti, v. 61, p. 365–373.
- Cooke, H. B. S., Hau, J. M., and Rónai, A., 1979, Paleomagnetic sedimentary and climatic records from boreholes of Dévaványa and Vészto, Hungary: Acta Geol. v. 22, no. 1–4, p. 89–109.
- Dank, V., and Kókai, J., 1969, Oil and gas exploration in Hungary, in Hepple, Peter, ed., The exploration for petroleum in Europe and North Africa: Institute of Petroleum, London, p. 131–145.
- Gajdos, I., Pap, S., Somfai, A., and Völgyi, L., 1983, Lithostratigraphic units of the Pannonian (s. l.) of the Great Hungarian Plain: (Az alföldi Tiszai Formáció csoport litosztratógráfiai egységei) MÁFI, Budapest, 70, p.
- Hámor, G., Jámor, Á., Lantos, M., Rónai, A., Elston, D. P., 1985, Magnetostratigraphic correlations of some Neogene strata of the Pannonian Basin Hungary: VIIIth Congress of the RCMNS, Abstracts p. 257.
- Hámor, G., Baldi, T., Bohn–Havas, M., Hably, L., Halmai, J., Hajós, M., Kókai, J., Kordos, L., Korecz–Laky, I., Nagy, B., Nagymarosy, A., and Völgyi, L., 1987, The bio-, litho-, and chronostratigraphy of the Hungarian Miocene: Ann. Inst. Geol. Publ. Hung. LXX. p. 351–353.
- Haq, B. U., J. Hardenbol, P. R. Vail, 1987, Chronology of Fluctuating Sea Levels since the Triassic: Science v. 235, p. 1156–1167.
- Hsu, K. J., Cita, M. B., and Ryan W. B. F., 1973, The origin of the Mediterranean evaporites, in Ryan W. B. F. and others eds., Report on Deep Sea Drilling Project: no. 13, p. 1203–1231.
- Jámor, Á., E. Balázs, K. Balogh, I. Bérczi, J. Bóna, F. Horváth, I. Gajdos, J. Geiger, M. Hajós, L. Kordos, A. Korecz, I. Korecz–Laky, M. Korpás–Hódi, J. Kóváry, L. Mészáros, E. Nagy, G. Németh, A. Nusszer, S. Pap, Gy. Pogácsás, I. Révész, J. Rumppler, M. Sütő–Szentai, Á. Szalay, K. Szentgyörgyi, M. Széles, L. Völgyi, 1987, General characteristics of Pannonian s. l. deposits in Hungary: Ann. Inst. Geol. Publ. Hung. LXX. p. 155–168.
- Lukács–Miksa, M., Pogácsás, Gy., and Varga, I., 1983, Seismic facies analysis and stratigraphic interpretation of the unconformably dipping Pliocene features in the Pannonian Basin. Proceeding of the 28th Int. Geophys. Symp. Balatonszemes p. 173–186.
- Lowrie, W., Alvarez, W., 1981: One hundred million years of geomagnetic polarity history: Geology v. 9. 392–397 p.
- Magyar, L., and Révész, I., 1976: Data on the classification of Pannonian sediments of the Algyő area: Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged, Hungary, no. 22. p. 267–283.
- Mattick, R. E., Rumppler, J., and Phillips, R. L., 1985: Seismic stratigraphy of the Pannonian Basin in Southeastern Hungary: Geophysical Transaction Special Edition, v. 31. n. 1–3. p. 13–54.
- Müchum, R. M., Jr., Vail, P. R., and Thompson, S., III. 1977: Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 2. The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis, in Payton, C. E., ed., Seismic stratigraphy – application to hydrocarbon exploration, American Association of Petroleum Geologists Memoir 26, p. 53–62.
- Moissette, P., and Pouyet, S., 1987: Bryozoan faunas and the Messinian salinity crisis: 8th Congress on Mediterranean Neogene Stratigraphy Ann. Inst. Geol. Publ. Hung. LXX. p. 447–453.

- Nagymarosy, A., 1981:* Chrono- and biostratigraphy of the Pannonian Basin. A review based mainly on data from Hungary. *Earth Evolution Sciences*, v. 1. no. 3–4. p. 183–194.
- Pogácsás, Gy., 1984:* Results of seismic stratigraphy in Hungary: *Acta Geologica Hungarica* vol. 27. 1–2. p. 91–108.
- Pogácsás, Gy., 1985:* Seismic stratigraphic features of Neogene sediments of the Pannonian Basin: *Geophysical Transactions*, v. 30. no. 4., p. 373–410.
- Pogácsás, Gy., 1987:* Seismic stratigraphy as a tool for chronostratigraphy: Pannonian Basin: *Proceedings 8th Congress on Mediterranean Neogene Stratigraphy*, Ann. Inst. Geol. Publ. Hung. LXX. p. 55–64.
- Pogácsás, Gy., Jámor, A., Mattick, R., Elston, D., Várkonyi, L., Lantos, M., Simon, E., Várnai, P., Hámor, T., Lakatos, L., 1987:* Correlation of seismo- and magneto-stratigraphy: Chronostratigraphy and the evolutionary sequence of rock units in the Pannonian Basin: CO – GEODAT International Workshop on Computerized Basin Analysis with special emphasis on hydrocarbon exploration Szeged, Hungary, Sept. '7–11. Abstracts p. 1–13.
- Pogácsás, Gy., Szalay, Á., Lakatos, L., Szanyi, B., Várnai, P., 1988:* Backstripping based on seismic stratigraphy in the Pannonian Basin: *Proceedings A (I) 33th International Geophysical Symp. Prága* 24–28. 10. 1988. p. 127–138.
- Rónai, A., A. Szemethy, 1979:* Latest results of lowland research in Hungary, paleomagnetic measurement on unconsolidated sediments: *MÁFI Évi Jelentése 1977*. p. 67–83.
- Rónai, A., 1981:* Magnetostratigraphy of Miocene-Quaternary sediments in the Great Hungarian Plain: *Earth. Evol. Sci.* 1. 3–4. p. 265–267.
- Steininger, F. F., Rogl, F., and Dermitzakis, M., 1987:* Report on the roundtable discussions: Mediterranean and Paratethys correlations: *Proceedings 8th Congress on Mediterranean Neogene stratigraphy*, Ann. Inst. Geol. Publ. Hung. LXX. p. 397–421.
- Steininger, F. F., Senes, J., Kleemann, K., and Rogl, F., 1985:* Neogene of the Mediterranean Tethys and Paratethys (Stratigraphic correlation tables and sediment distribution maps): *Institute of Paleontology*, University Press of Vienna, v. 1, 189 p., v. 2, 524 p.
- Senes, I., 1978:* Geochronologie des stratotypes des étages du Miocene inférieure et moyen de la Paratethys Centrale utilisables pour la corrélation globale. *Geol. Zborn Geol, Carpath.* 30. (1) 99–100 p.
- Völgyi, L., 1976:* Szénhidrogén-telepek előrejelzésének lehetőségei földtani meggondolások alapján. *Földt. Közl.* 106. p. 503–527.