

PLIOCÉN-QUARTER OLDALELTOLÓDÁSOK A NAGYALFÖLDÖN

Pliocene-Quaternary transcurrent faults in the Great
Hungarian Plain

POGÁCSÁS György - LAKATOS László BARVITZ Anna - VAKARCS Gábor -
- FARKAS Csilla

ÖSSZEFOGLALÁS

A nagyalföldi kőolajkutató szeizmikus szelvényeket elemezve négy pannon-quarter oldaleltolódási zónát mutatunk ki Tura-Tóalmás, Paks-Kiskőrös-Kisújszállás, Sáránd-Biharnagybajom és Bács-szentgyörgy-Tompa térségében. Szeizmikus szelvényeken azonosítható virágszerkezet struktúrák alapján feltérképezve az oldaleltolódási zónákat és a hozzájuk kapcsolódó extenziós, illetve kompressziós feszültség regimeket az oldaleltolódások többnyire balosnak bizonyultak. Az elmozdulás horizontális amplitúdója Kiskőrös térségében legalább nyolc kilométer. A Kaskantyú-2 fúrás magnetosztatigráfiai adatait /HÁMOR et al. 1985/ figyelembe véve ez az oldaleltolódási zóna 2,4 millió éve még aktív volt. BISZTRICSÁNY /1977/ szeizmikus in-

tenzitás térképével történő összevetése alapján egyértelmű, hogy a Kiskőrös-Kisújszállási oldaleltolódási zóna mentén jelentkeznek a legnagyobb szeizmikus intenzitás értékek Magyarországon. Az oldaleltolódási zónához kapcsolódó, konjugált nyírési zónák által határolt, kompressziósan kiemelkedő blokkokban Kengyel-É, Földes, Sáránd, Kokad térségében pannon földgáztelepeket tártak fel a kutatófúrások. Feltételezhető, hogy az oldaleltolódási zónák mentén regionális szénhidrogén felhalmozódási öv húzódik. Az oldaleltolódások geometriája és térbeli helyzete, a hozzá kapcsolódó deformációk egyértelműen észak-déli kompresszióra és kelet-nyugati irányú extenzióra engednek következtetni.

ABSTRACT

Analysing the seismic sections in the Hungarian Great Plain we could trace four Pannonian-Quarter strike-slip-fault zones: the area of

1. Tura-Tóalmás
2. Paks-Kiskőrös-Kisújszállás
3. Sáránd-Biharnagybajom
4. Bács-szentgyörgy-Tompa.

Mapping the strike-slip zones by identifying flowerstructures on the seismic sections and mapping the extensional and compressional zones, we found the strike-slip-zones to be left-lateral ones. The horizontal amplitude of the movement is at least 8 km in the area of Kiskőrös. Considering the magnetostratigraphic data of Kaskantyú-2 borehole /HÁMOR et al.,

1985/ 2,4 million years ago the strike-slip fault zone was still active. Comparing this with BISZTRICSÁNY's /1977/ seismic intensity map it is clear, that the seismic intensity maximum in Hungary occurs along the Kiskőrös-Kisújszállás strike-slip zone. In the area of Kengyel-É, Földes, Sáránd, Kokad there are Pannonian gasfields in the uplifted compressional blocks bounded by conjugate shear-zones of the strike-slip fault zone. Presumably there are regional hydrocarbon field zones along the strike-slip-fault zones. The geometry of the strike-slip faults and the connecting deformations can be explained by compression in north-south direction and extension in east-west direction.

¹Geofizikai Kutató Vállalat, 1068 Budapest, Gorkij fasor 42.
A szerzők előadták a Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani Szakosztályának 1986. márciusi ülésén.

BEVEZETÉS

Az OKGT Geofizikai Kutató Vállalatának szeizmikus mérései alapján posztmiocén transzkurrens vetőzónákat mutattunk ki a Nagyalföldön. Dolgozatunkban jellegzetes szeizmikus szelvényeket és azok tektonikai értelmezési eredményeit bemutatva ismertetjük a posztmiocén oldaleltolódások helyére, amplitúdójára és korára vonatkozó következtetéseinket.

Az oldaleltolódási hipotézis térnyeréséhez vezető hazai tanulmányokkal kapcsolatban - a teljesség igénye nélkül - hivatkozni szeretnénk a Dunántúli-középhegység 1:100 000 méretarányú bauxit-földtani térképére /CSÁSZÁR et al. 1978/, illetve MÉSZÁROS József /1983/ bakonyi oldaleltolódásokkal foglalkozó dolgozataira. A Pannon-medence extenziós jellegét, a kéregkivékonyodás illetve a miocén oldaleltolódások medencesüllyedésben játszott szerepét több tanulmány /STEGENA et al. 1975, HORVÁTH-ROYDEN, 1981/ elemezte. BALLA /1984/ oldaleltolódásokat és 100° -os rotációt magába foglaló modellt alkalmazott a Kárpát-medence miocénkori fejlődésének kinematikai rekonstrukciójához.

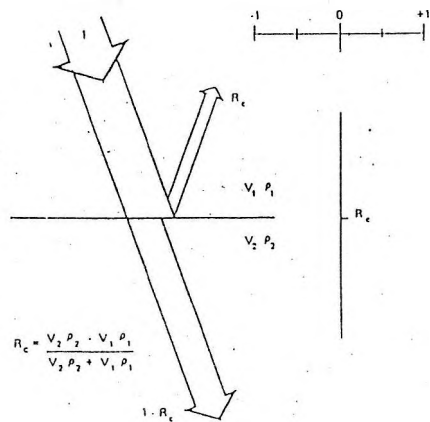
A pannon töréses szerkezet alakulását közvetett bizonyítékok alapján GAJDOS és PAP /1975/ meggyőzően valószínűsítette. A keleti országhatár mentén fekvő derecskei mélydepresszió /KÖRÖSSY 1980, POGÁCSÁS-VARGA 1983/ északi szárnyán a pannon üledékek rendellenes településére először a MÁELGI 1970-es évek végén végzett reflexiós mérései utaltak. E mérések alapján ALBU és POLCZ /személyes közlés/ egy "mobilis zónára" hívta fel a figyelmet. A KESZ-I kéregkutató szeizmikus szelvény mélyreflexióinak elemzésével a MÁELGI kutatói /POSGAY et al. 1981/ a mobilis zóna alatt mélyre lenyúló törészónát mutattak ki, amelynek mentén a "Moho rétegzett, lamellás struktúrával" jelentkezik. A kőolajkutató szeizmikus szelvények alapján a reflexió struktúrák részletesebb vizsgálatával igazolást nyert a mobilis zóna oldaleltolódásos jellege /POGÁCSÁS-VARGA 1983, VARGA-POGÁCSÁS 1981, POGÁCSÁS 1985, 1986, GAJDOS et al. 1982, HAJDU et al. 1982, RUMPLER-HORVÁTH 1984, SAMU 1985/.

A derecskei depresszióban végzett szeizmikus sztratifráfiai vizsgálatok /POGÁCSÁS-VÖLGYI 1982, 1987, BERKES et al. 1983, POGÁCSÁS 1984/ hívták fel a figyelmet az oldaleltolódási zóna két oldalának eltérő szeizmikus fációs viszonyaira. Az oldaleltolódáshoz kapcsolódó medencesüllyedés lehetőségét a Kiskun depresszióban RÉDLY /1987/, a Bükkalján TARI /1987/ elemezte.

A derecskei árok vizsgálata során került az érdeklődés homlokterébe az oldaleltolódások kőolajfelhalmozódásban játszott szerepe /MOLNÁR et al. 1985, VÖLGYI et al. 1985/. Az oldaleltolódási zónában közel-múltban mélyített sárándi, földesi, kokadi, kengyel-északi fúrásokban harántolt szénhidrogéntelepek messzemenően indokolják a jelenség további szisztematikus vizsgálatát.

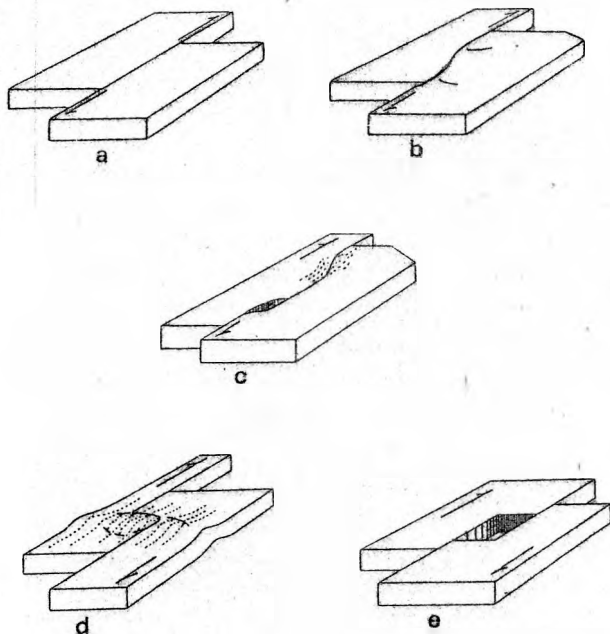
NEOTEKTONIKUS DEFORMÁCIÓK SZEIZMIKUS REPREZENTÁCIÓJA

A kellő felbontású modern szeizmikus szelvények reflexiós képe egyszerre tükrözi a földtani képződmények primer - elsősorban üledékes eredetű - rétegzettségét és a későbbi tektonikus hatások kapcsán kialakuló szekunder deformációs struktúráit.

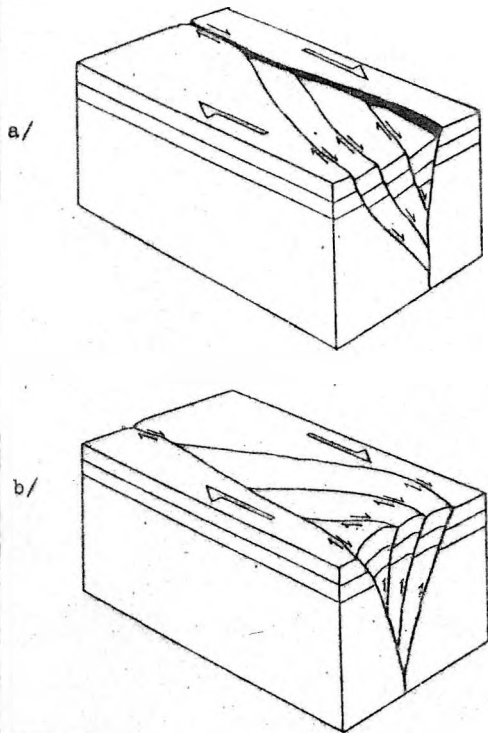


1. ábra. Szeizmikus hullám reflexiója réteghatáron. Az egyes rétegek szeizmikus hullámsebességét v_1, v_2 , azok sűrűségét ρ_1, ρ_2 jelöli, R_c a reflexiós koefficiens.

A szeizmikus mérés során a felszínen, vagy annak közelében mesterségesen gerjesztett rengéshullámok energiája az akusztikus impedancia /sűrűség x sebesség/ ugrásszerű változásával jellemezhető határfelületeknél megoszlik a visszavert és a továbbhaladó hullám között /1. ábra/. A felszínre visszaérkező hullámok alakja, beérkezési ideje, amplitúdója, frekvenciája hordozza az alapvető információkat a mélybeli képződmények struktúrájáról. Az erősen dőlő felületekről, legyenek azok réteghatárok, vagy tektonikus határfelületek, visszaverődő szeizmikus hullámok a mégoly hosszú /gyakran 2-3 km-t is elérő/ mérővonal mentén elhelyezett geofonokon túl érkeznek vissza a felszínre és így számunkra elvesznek. A szeizmikus szelvényeken ezért a meredek töréseket, különösen a közeli vertikális transzform törése-



2. ábra. Kéregblokkok oldaleltolódás menti elmozdulásának alapesetei. Sík felület menti oldaleltolódás során nem halmozódnak fel feszültségek /2.a. ábra/, így a litoszférblokkok elmozdulása nem eredményez deformációkat. Ha az elmozdulási zóna gyengén görbült, úgy a konvex görbület mentén térrövidülés, tömörödés megy végbe és az érintett terület kiemelkedik, a konkáv görbületű zóna viszont széthúzódva besüllyed /2.b. ábra/. Markáns kettős görbületű transzkurrens vető mentén az ütközési zóna képződményei deformálódnak és kiemelkednek az egymástól távolodó szegélyek közti rész pedig szét szakad és lesüllyed /2.c. ábra/. Az ütköző zónában a deformáció olyan erős lehet, hogy a kőzettestek meggyűrődnek, illetve egymásra torlódhatnak /2.d. ábra/, az egymástól távolodó blokk-szegélyek között rombusz alakú, ún. "pull-apart" silllyedék alakul ki /2.e. ábra/. /CROWELL, 1974 nyomán/



3. ábra. Oldaleltolódáshoz kapcsolódó vetőrendszer tömbvárlata. Az oldaleltolódásra merőleges szelvényben jól látszik, hogy a konjugált nyírási zónákkal határolt blokkok kisebb-nagyobb mértékű rotációt szenvednek. Extenzió esetén /a/ a rotációs blokkok besüllyednek, kompresszió esetén /b/ feltorlódnak /WOODCOCK és FISCHER, 1986 nyomán/.

ket nem reprezentálják primer reflexiók. Jelenlétükre közvetett úton diffrakciós beérkezésekből, a reflexiók geometriájából és a szeizmikus fáciesattribútumok markáns változása alapján lehet következtetni /amplitúdó, frekvencia, reflexió-kontinuitás/.

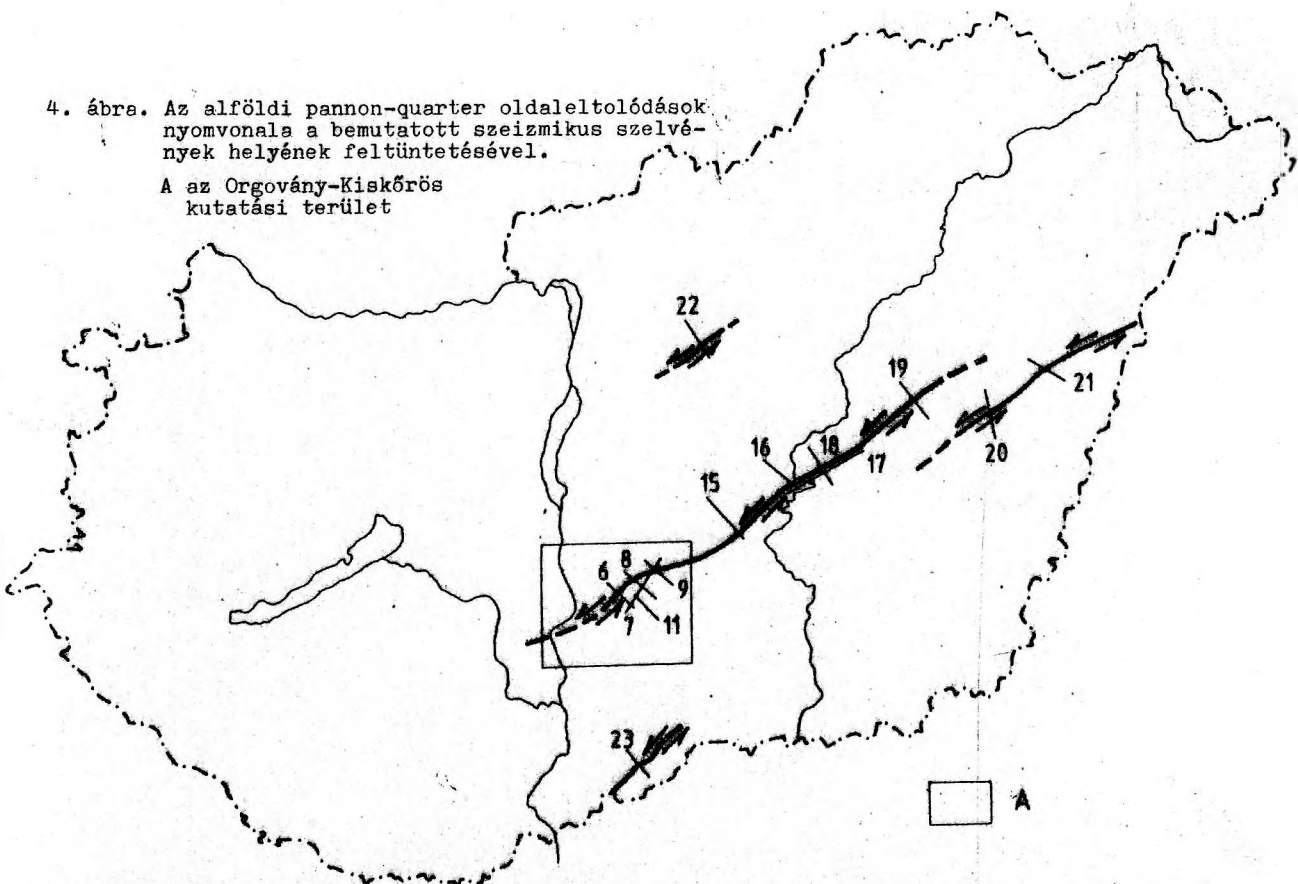
A nagyalföldi szeizmikus szelvényeken a pannon üledékekre erős folyamatosságú, jól korrelálható szeizmikus fáciesattribútumok markáns változása alapján lehet következtetni /amplitúdó, frekvencia, reflexió-kontinuitás/.

Azokban a zónákban, ahol utólag tektonikusan a pannon üledékek is deformálódtak, ott a szeizmikus szelvényeken a reflexiók folyamatossága megszakad.

Az oldaleltolódási zóna görbülteinél extenziós és kompressziós deformációs

4. ábra. Az alföldi pannon-quarter oldaleltolódások nyomvonala a bemutatott szeizmikus szelvények helyének feltüntetésével.

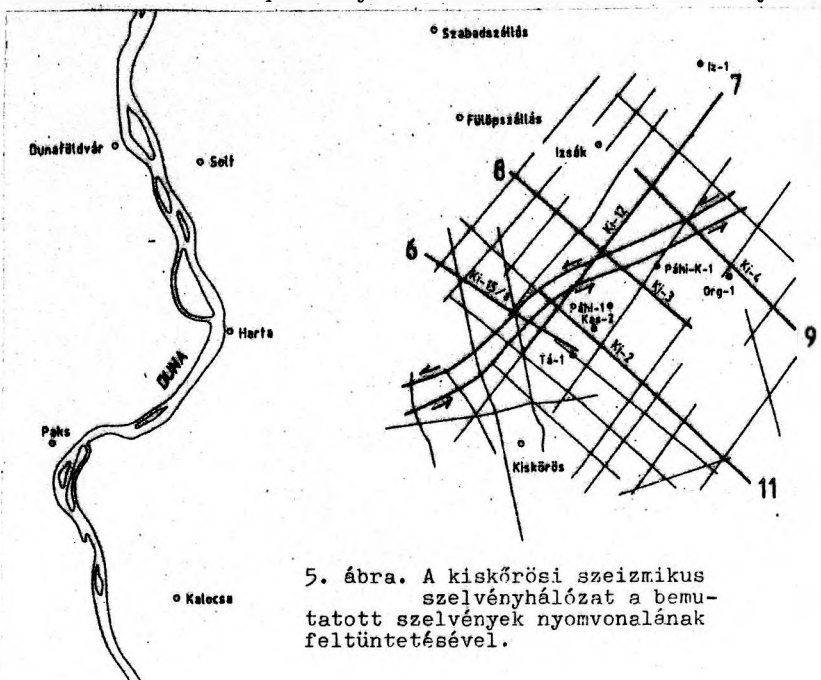
A az Orgovány-Kiskőrös kutatási terület



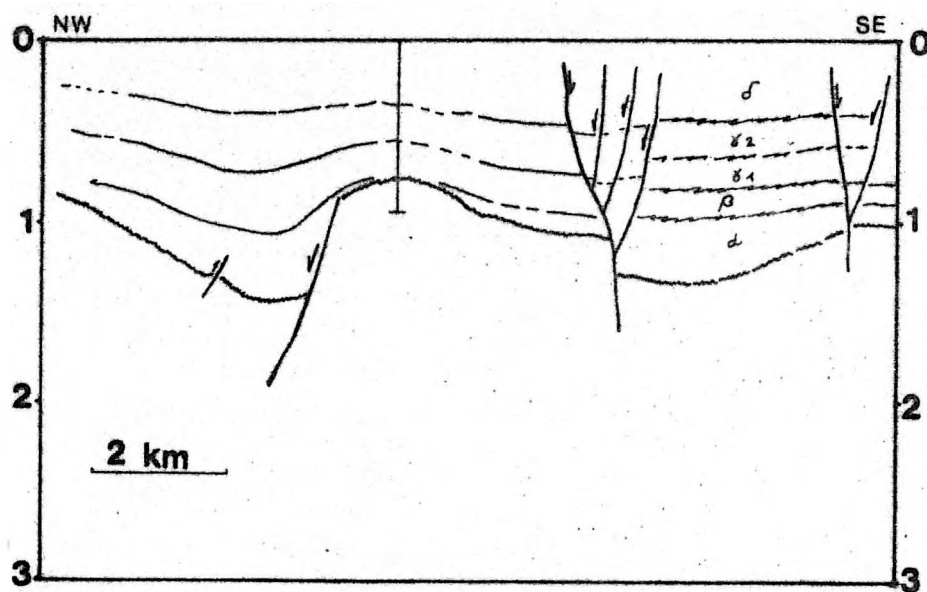
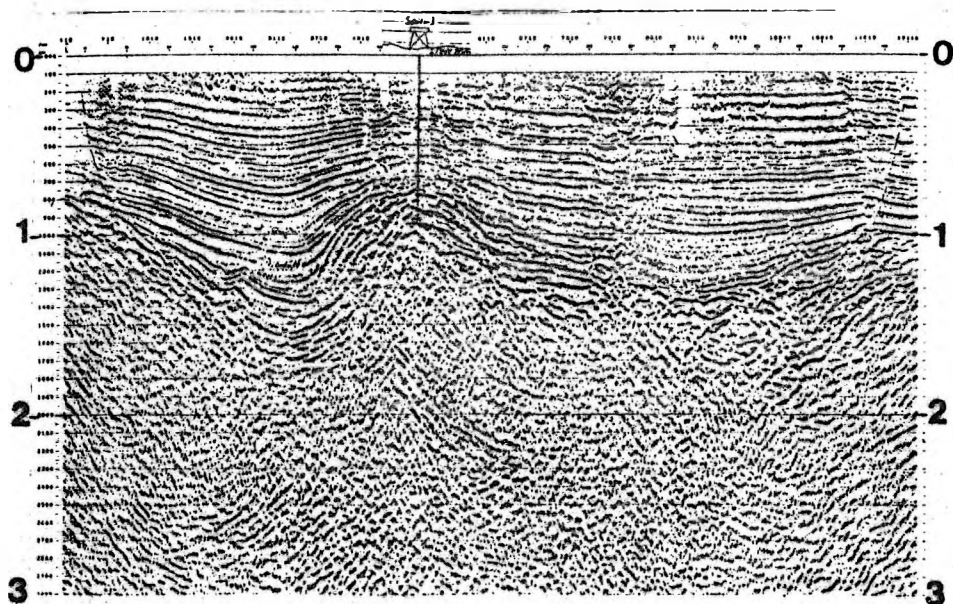
övezetek/CROWELL, 1974/ jönnek létre /2. ábra/. Az oldaleltolódási zónára merőleges szelvényeken /3. ábra/ a tranz-form törészónákhoz kapcsolódóan a konjugált nyírési zónákkal határolt blokkok

kisebb-nagyobb mértékű rotációt is szenvednek /WOODCOCK - FISCHER, 1986/. Extenzió esetén a rotációs blokkok besüllyednek /negatív virágszerkezet/, kompresszió esetén pedig feltorlódva kiemelkednek /pozitív virágszerkezet/. A pálmafa-, virág-, tulipán- stb. szerkezet elnevezés onnan származik, hogy a blokkok határait jelző törésfelületeket kiserkesztve jellegzetes elágazó vonalrendszer, ún. virágszerkezet rajzolódik ki a szeizmikus szelvényeken. A Nagyalföldön szeizmikus szelvények alapján Orgovány-Kiskőrös-Kengyel-Kisújszállás, Biharnagybajom-

Kokad, Bácsszentgyörgy-Kisszállás, Tóalmás-Tura térségében jellegzetes oldaleltolódásra utaló virágszerkezeteket mutattunk ki a pannon-quarter képződményekben. A pannon képződményeket érintő oldaleltolódások nyom-



5. ábra. A kiskőrösi szeizmikus szelvényhálózat a bemutatott szelvények nyomvonalának feltüntetésével.



6. ábra. Ki-15/A szeizmikus profil. Szeizmikus időlépték. A szelvény bal oldalán ívelt liszttrikus vetővel határolt "fél-árok" /half-graben/ látható. A szelvény közepén a medencealjzati kiemelkedés felett a neogén üledékek települt boltzatat formálnak. Ettől jobbra mintegy 2 km széles zónában a reflexiók folytonossága lecsökken. A zavarzóna mentén a medencealjzat mélységkülönbsége 400 m. A zónán belüli töredékes reflexiók struktúrája extenzióra utal.

vonalát a 4. ábrán látható térkép-vázlat tünteti fel. Az oldaleltolődési zónák jellegzetes szeizmikus struktúráit a kiskőrösi szeizmikus mérések példáján vesszük elemzés alá.

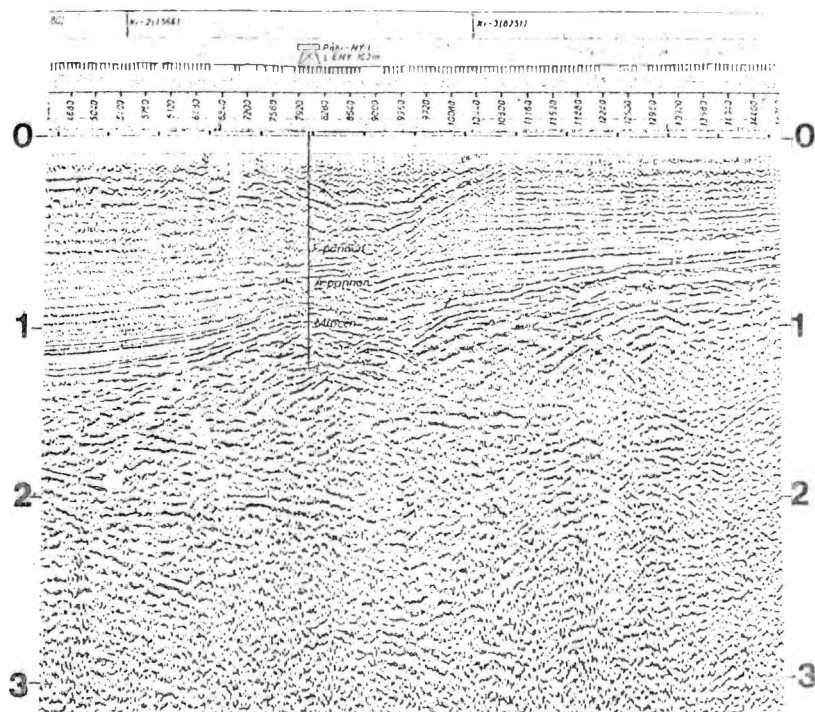
OLDALELTÖLŐDÁSHOZ KAPCSOLÓDÓ SZEIZMIKUS STRUKTURÁK

Az Orgovány-Kiskőrösi szeizmikus szelvények lehetőséget adtak az oldaleltolődésos mozgások korának és amplitúdójának meghatározására. E térségben /5. ábra/ mind az ÉNy-DNy-i, mind pedig az

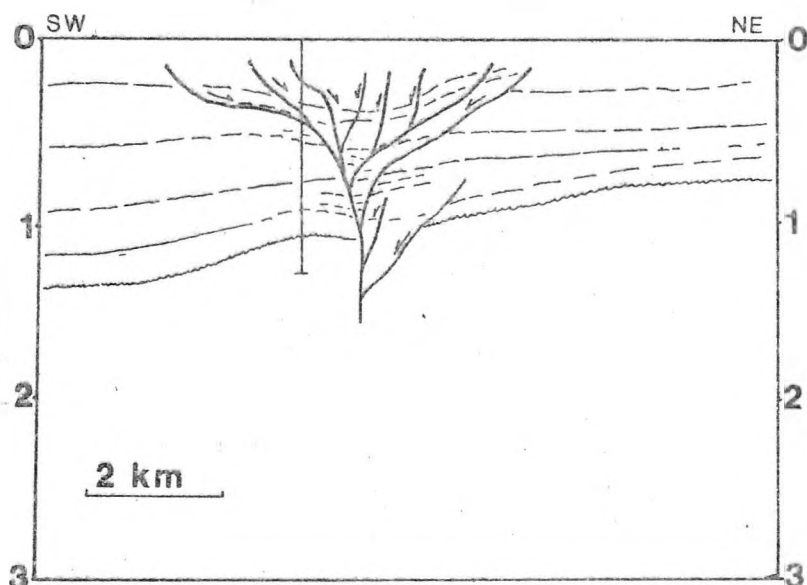
ÉNy-DK-i irányú szelvényeken jellegzetes zavarzóna látható.

A Ki-15/a szeizmikus szelvény /6. ábra/ bal oldalán extenziós ívelt "liszt-rikus" vetővel határolt, jellegezetes aszimmetrikus fél árkot /half-graben-t/ formáló depresszió rajzolódik ki. Az árkot kitöltő pannonnál idősebb miocén és pannon képződményeket erős folyamatosságú reflexiók reprezentálják. A szelvény közepén a /Solti-3 fúrással kutatott/ kiemelt medencealjzati blokkok települt pannon boltozat gyangébb folyamatosságú reflexiókkal jelentkezik. A reflexiók gyenge folyamatossága az aljzatblokk feletti és melletti képződménysor eltérő kompaktációjával magyarázható, a kiemelt blokkra települő vékonyabb üledékösszlet kisebb mértékben kompaktálódott, mint a jobb és bal oldali mélyzónát kitöltő vastagabb üledéksor. A Solti-3 fúrástól három km-re jobbra, mintegy 2 km széles sávban a reflexiók folyamatossága átmenet nélkül hirtelen leromlik. A szeizmikus kép egyértelműen arra utal, hogy ebben a zónában a pannon üledékeket, azok eredeti struktúráját deformáló utólagos hatás érte. A sáv mindkét oldalán jobb a reflexiók folyamatossága, mint a sávon belül, de a reflexiók összességében összeálló szeizmikus fácieskép a sáv jobb és bal oldalán erősen eltérő.

A Solti-3 fúrás és a zavarzóna közötti szakaszra közel homogén nagy amplitúdójú reflexiókból álló kép jellemző. A zavarzónától DK-re a pannon üledéksor kezdőtagja



7. ábra. Ki-12 szeizmikus profil. Szeizmikus időlépték. A szelvény közepén húzóó zavarzóna behajló reflexiós szintjei széthúzóó extenziós feszültségtérre utalnak. A szelvény felső szakaszán elhelyezkedő igen fiatal képződményeket is érintettek az oldaleltolódásos mozgások. A szelvényre eső Páhi-Ny-1 fúrás alsó szakaszán a kútkönyvi dokumentáció szerint a fúrási szelvényben tektonikus hatásra utalva miocén és jura korú képződmények váltakoznak.

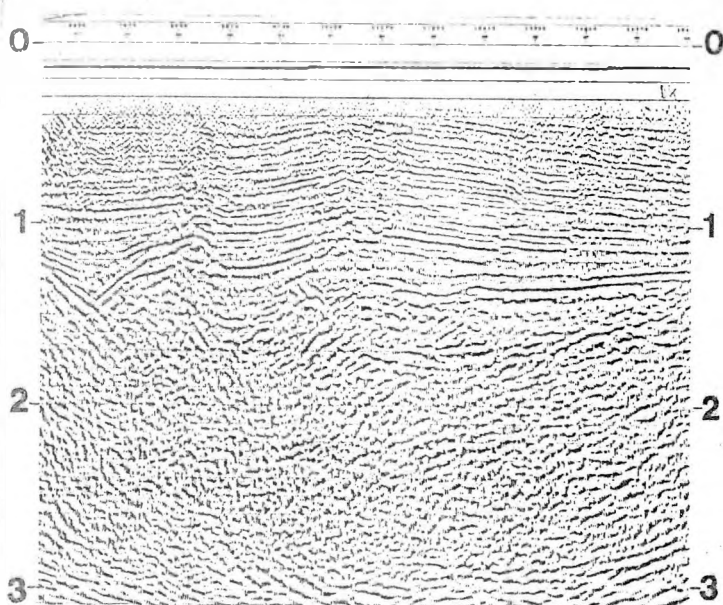


igen kis amplitúdójú reflexiócsoporttal kezdődnek / α szeizmikus fácies/, amelyre enyhén divergens / β szeizmikus fácies/, majd jellegzetesen kétosztatú parallel reflexiókból álló összlet települ / γ, δ szeizmikus fácies/. A felső szakaszon négy nagy amplitúdójú reflexió reprezentálja a következő / δ / szeizmikus fáciést. E fáciéseknek nyoma sem látszik a zavarzóna ÉNy-i oldalán. Szemügyre véve a zónán belüli reflexiókat megállapítható, hogy azok extenziós feszültségmezőre utalva egyértelműen behajlanak, berogynak. A zavarzóna két oldalán a medencealjzat mélységkülönbsége mintegy 400 m.

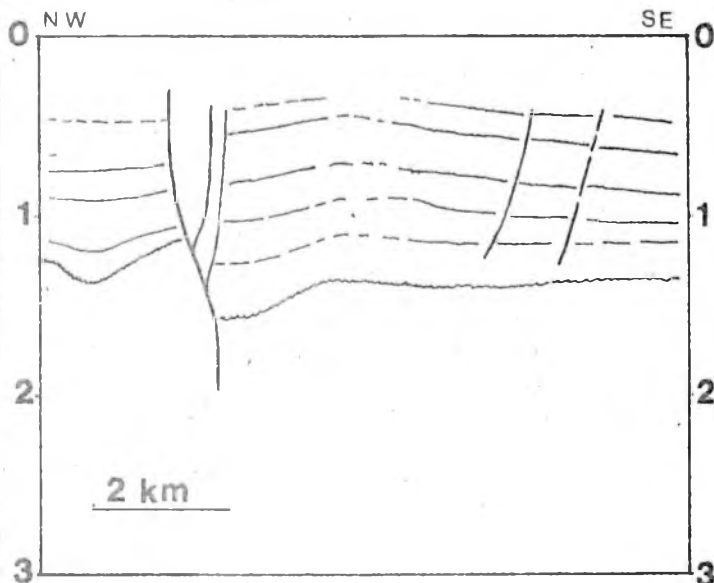
A reflexiókat figyelmesen szemlélve megállapítható, hogy semmilyen, a szelvény síkjában történő elmozgatással sem illeszthetők össze a zóna két oldalához tartozó reflexiók. A 400 méteres magasságkülönbséget tehát olyan mozgás hozta létre, amelynek nincs /vagy nagyon kicsi/ a szelvény síkjába eső komponense. Azaz extenziós normál, illetve extenziós lisztikus vető jelenléte éppúgy kizárható, mint kompressziós feloldódás.

Az ÉK-DNy-i irányú Ki-12 szeizmikus szelvény /7. ábra/ az előző ábrán bemutatott szelvénytől kissé keletebbre metszi a zavarzónt. E szelvényen az előző profilhoz hasonlóan a neogén üledékek erős folyamatoságú reflexiókkal jelentkeznek. A szelvény közepén elhelyezkedő mintegy 3 km széles, felfelé szélesedő zavarzónában a reflexiók folyamatosága erősen lecsökken. A zónához tartozó behajló reflexiók széthúzódnak /extenziós/ jellege nyilvánvaló. A szelvény közepén nélyült Páhi-Ny-1 fúrás pannon alatti szakaszán - az OKGT kútkönyvi dokumentáció szerint - miocénbe és jurába sorolt üledékek váltakoz-

nak a fúrási szelvényben. A rétegismétlődés egyértelműen tektonikus hatásra utal, jelezve, hogy a pannonban látható zavarzóna a neogén aljzatban is folytatódik. A szelvényen a zavarzóna határai egyértelműen azonosíthatók, akárcsak a 6. ábrán bemutatott profil esetében. A zónahatárok azonosíthatósága biztosította annak lehetőségét, hogy a szeizmikus szelvényhá-



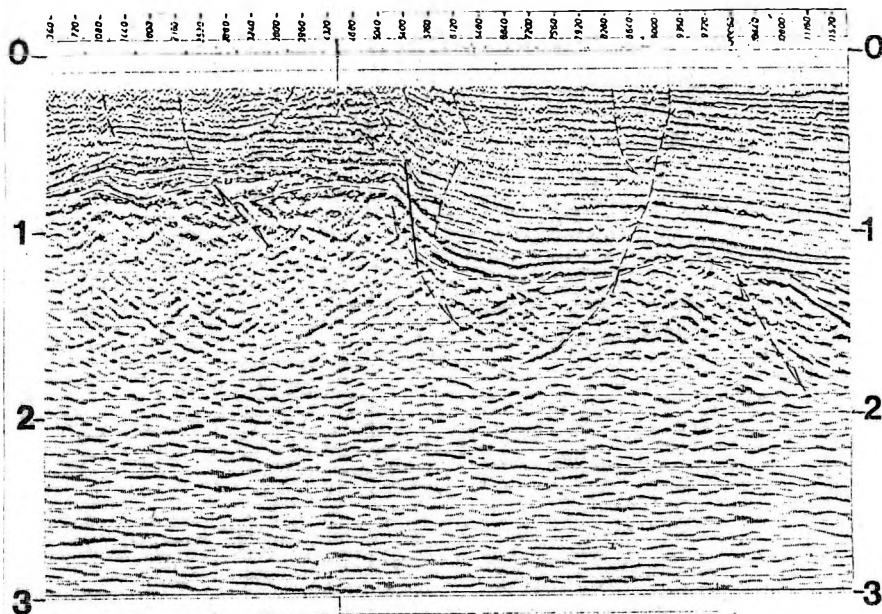
8. ábra. Ki-3 szeizmikus szelvény. Szeizmikus időlépték. A szelvény jobb oldalán a pannon és fiatalabb szintek boltozatot formálnak. Mivel a felboltozódás alatt nincs alaphegységi kiemelkedés, biztosak lehetünk abban, hogy nem települt, hanem kompressziós boltozattal állunk szemben. A szelvény közepén látható zavarzóna két oldalán a neogén aljzat mélységkülönbsége 600 m.



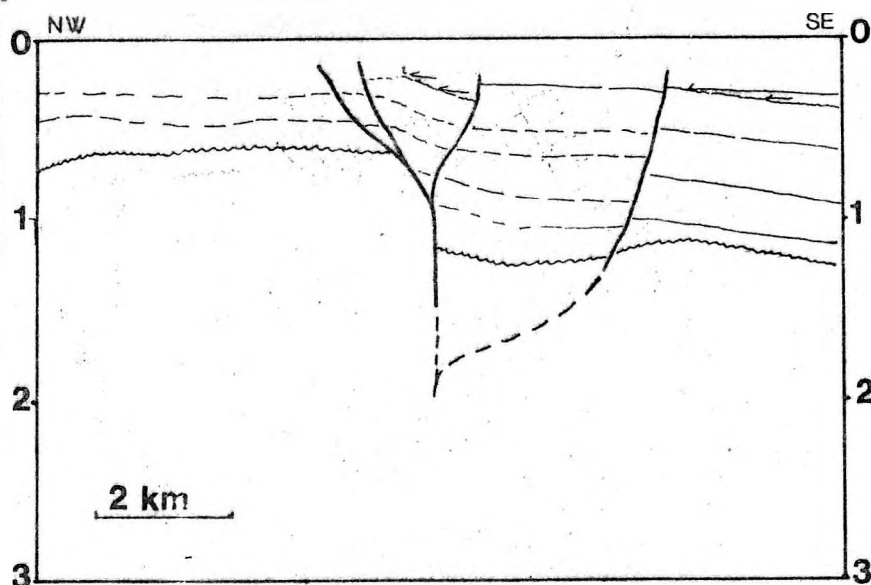
lőzat alapján a zavarzóna térbeli helyzetét, geometriai jellemzőit feltérképezzük.

A Ki-3-as szelvényen /8. ábra/ a zavarzóna két oldalán a medencealjzat mélységkülönbsége 600 m. A zavarzónához kapcsolódó pannon és a fiatalabb üledékek kompressziós boltozatot formálnak. Az aszimmetrikus boltozat mintegy 6 km szélességű. A boltozat amplitúdója a különböző rétegtani szintekben azonos és a szelvény síkjában mintegy 200 m-re becsülhető. Érdeemes megfigyelni, hogy a szelvény közepén látható pannon boltozat alatt a medencealjzat felszíne nem formál kiemelkedést. A pannon szintekben jelentkező antiklinális forma tehát semmiképpen sem sorolható az aljzati kiemelkedések felett kialakuló települt boltozatok közé. Megfelelő rezervoárok és zárókőzetek esetén óriási mennyiségű szénhidrogén tárolódhat egy 6 km széles 200 m etázmagasságú csapdában.

A még keletebbre eső Ki-4-es szelvény közepén /9. ábra/ egy keskenyebb kb. 1,5 km széles zónában a reflexiók folyamatossága megszakad. A medencealjzat mélységkülönbsége e zóna két oldalán 700 m.

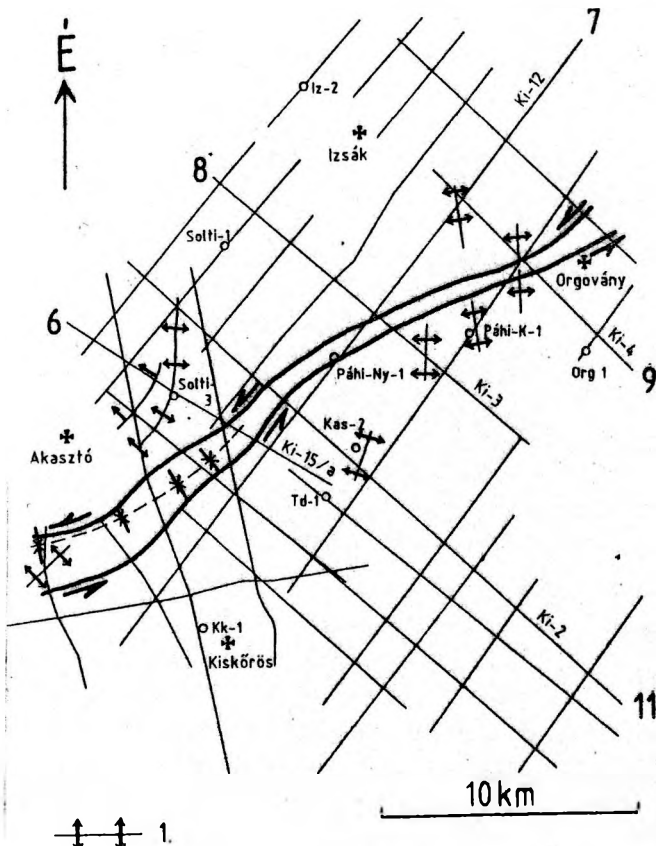


9. ábra. Ki-4 szeizmikus szelvény. A szelvény bal oldalán kirajzolódó zavarzóna két oldalán a medencealjzati mélységkülönbség 700 m.



A DEFORMÁCIÓS ZÓNÁHOZ TARTOZÓ FESZÜLTÉGTEREK

A bemutatott szelvényekéhez hasonló módon elvégezve a kutatási terület összes szeizmikus tektonikai értékelését kijelöltük a zavarzóna határait. A 10. ábrán a zóna északi és déli határát vastag fekete vonal jelöli. Jól látszik, hogy a zóna határai nem egyenesek, hanem ívelt lefutásúak. A térkép feltünteti az extenziós szinklinálisok és a kompressziós



10. ábra.

1. Az oldaleltolódásos zóna térbeli elhelyezkedése a szeizmikus szelvénykép alapján azonosított extenziós /1/ besüllyedések és kompressziós /2/ felboltozódások feltüntetésével. Az ívelt zavarzóna nyugati részére extenziós, a keletre pedig kompressziós feszültség rezsím jellemző. Ilyen feszültségeloszlás a szeizmikus szelvények alapján azonosított geometria/görbület/ mellett csak akkor alakulhat ki, ha a zavarzónától északra eső blokk nyugat felé, a déli rész pedig keleti irányba mozgott.

boltozatok tengelyirányait. A szelvényeken mint láttuk, az extenziós regime-re behajló, a kompressziósra pedig felboltozódó reflexiók jellemzők a pannon és fiatalabb szintekben. A kitérképezett boltozatok tengelyirányai a 10. ábrán a fő zavarzónával $55-75^\circ$ közötti szöveget zárnak be.

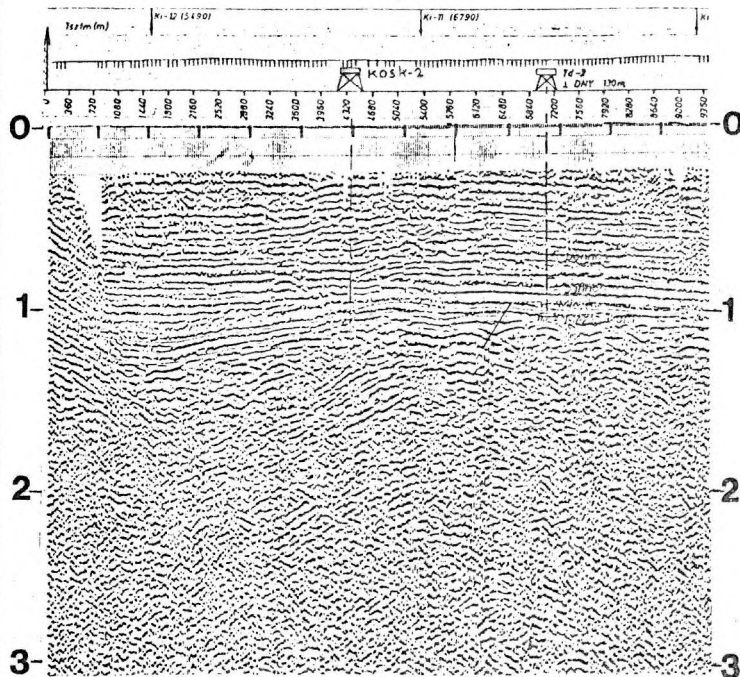
Az oldaleltolódásos mozgás irányja könnyen meghatározható, hiszen az ívelt lefutású deformációs zóna keskenyebb keleti részéhez kompressziós boltozatok, szélesebb nyugati szakaszához pedig extenziós struktúrák kapcsolódtak. Belátható, hogy a zóna ívelt geometriájához ilyen módon kapcsolódó feszültségelrendeződés csak akkor jöhet létre, ha az

északi tömb nyugat, a déli tömb pedig kelet felé mozgott /ill. mozog/. A deformációs zóna jelzi e két ellentétes irányba mozgó litoszfératömb ütközési zónáját.

A kiskőrösi oldaleltolódás tehát balos. Az elnevezés azt jelenti, hogy ráállva a deformációs zónára az előttünk levő litoszféra tömb a bal kezünk, a hátunk mögötti pedig a jobb kezünk irányába mozdult el. Természetesen 180° -kal elfordulva szintén az előttünk fekvő kéregtömb mozgott a bal, a hátunk mögötti pedig a jobb kezünk irányában.

A KISKÖRÖSI OLDALELTOLÓDÁS KORA ÉS AMPLITUDÓJA

A Kiskőrös-Orgovány térségében végbemenő oldaleltolódás kezdetének és befejeződésének időpontjára az oldaleltolódásos mozgásokhoz kapcsolódó deformációk által érintett és igénybevett üledékek kronosztratigráfiai helyzete alapján lehet következtetni. Szerencsére a 11. ábrán látható Ki-2 szeizmikus szelvény közelében az oldaleltolódási zóna déli szegélyétől 3 km-re mélyített Kaskantyú-2 MÁFI alapfúrás magnetosztratigráfiai adatai /HÁMOR et al. 1985, ELSTON et al. 1985, ELSTON et al. in press/ ehhez igen jó kiindulási alapot adnak. A Ki-2-es szelvény bal oldalán töredékes reflexiók alapján azonosítható oldaleltolódási zónához a Kaskantyú-2 fúrás térségében a pannon képződményekben enyhe kompressziós boltozat kapcsolódik. A zavarzónára utaló első reflexió 250 msec-nál jelentkezik. Ez a szeizmikus időérték kb. 250 m-es felszín alatti mélységnek felel meg. Az ennél sekélyebb képződmények struktúrájáról sajnos nem rendelkezünk szeizmikus információkkal. A 250 msec-nál jelentkező reflexió a Kaskantyú-2 fúrásig követhető. A Kaskantyú-2 fúrás magnitáinak paleomagnesezettségét összevetve LOWRIE és ALVAREZ /1981/ polaritás-idő skálájával, a fúrást feldolgozó MÁFI/USGS csoport /HÁMOR et al. 1985, ELSTON et al. 1985/ szerint a 240 m

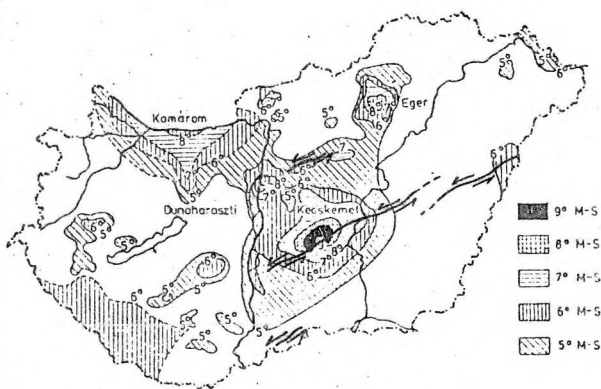
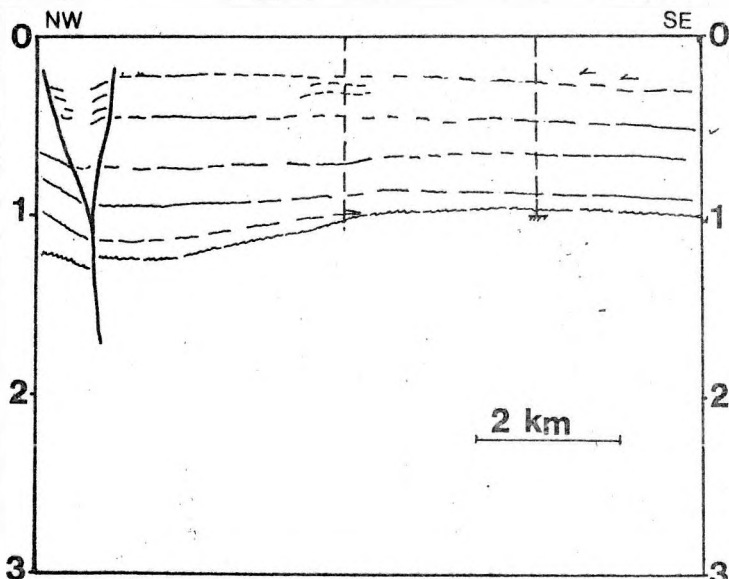


11. ábra. Ki-2 szeizmikus szelvény. A szelvény bal oldali részén elhelyezkedő oldaleltolódási zónában az első reflexió 250 msec-nál jelentkezik. A zónától 3 km-re mélyült Kaskantyú-2 MÁFI alapfúrás magnetosztratigráfiai adatai /HÁMOR et al. 1985/ alapján a 250 msec-nál jelentkező képződmények kora 2,4 millió év. Az oldaleltolódási zónában a 2,4 millió éves rétegek is deformálódtak, tehát akkor még aktív volt. A mozgások csak később fejeződtek be, de az sem tekinthető kizártnak, hogy jelenleg is tartanak.

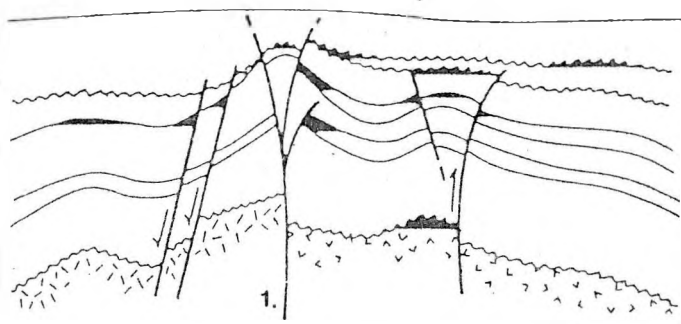
mélységben harántolt összetett 2,4 millió éves. Eszerint a transzkurrens vető 2,4 millió éve még aktív volt. Mivel a fiatalabb rétegekről a kőolajkutató szeizmikus szelvények sajnos nem szolgáltatnak érdemi információkat, nem dönthető el egyértelműen, hogy befejeződtek-e már az oldaleltolódásos mozgások. A viszonylag keskeny deformációs zóna, valamint az a tény, hogy a depressziós zóna a mélyebb szintekben sem szélesedik, arra utal, hogy az oldaleltolódás Kiskőrös környékén - egyetlen fázisban folyamatosan történt illetve történik ma is.

Az oldaleltolódásos mozgások kezdetének időpontját a zavarzóna két oldalán a neogén szintek részletes szeizmikus sztratigráfiai, szeizmikus fácies analízise és ehhez kapcsolódó kronosztratigráfiai vizsgálata alapján lehetne meghatározni. E vizsgálatok elvégzése a jövő feladata.

BISZTRICSÁNY /1977/ 12.



12. ábra. Magyarország földrengés/szeizmikus intenzitás maximum/ térképe /BISZTRICSÁNY, 1977/ a pannon-quarter oldaleltolódások feltüntetésével. A kiskőrösi oldaleltolódási zóna egybeesése a szeizmicitás intenzitás maximumával arra utal, hogy e zóna mentén halmozódnak fel a legnagyobb recens kéregfeszültségek Magyarországon.



13. ábra. Oldaleltooldási zónához kapcsolódó szénhidrogéncsapdák /HARDING - LOWELL, 1979 nyomán/.

1. Oldaleltooldást jelző virágszerketet.

ábrán bemutatott "Magyarország szeizmikus intenzitás maximum térképén" a tárgyalt oldaleltooldási zóna kiugró szeizmikus intenzitás maximum értékkel jelentkezik. Ez arra utal, hogy az oldaleltooldási zóna mentén hatalmas feszültségek halmozódhatnak fel jelenleg is, és nem kizárt, hogy az oldaleltooldási zóna mentén a jövőben is a kecskeméti földrengésekhez hasonló nagyságú rengések fognak kipattanni. E lehetőség ipartelepítési, építési-szerelési konzekvenciáit nem szabad figyelmen kívül hagyni. A 4. ábrán jól látszik, hogy mind a Duna, mind a Tisza medre irányt vált az oldaleltooldási zónában.

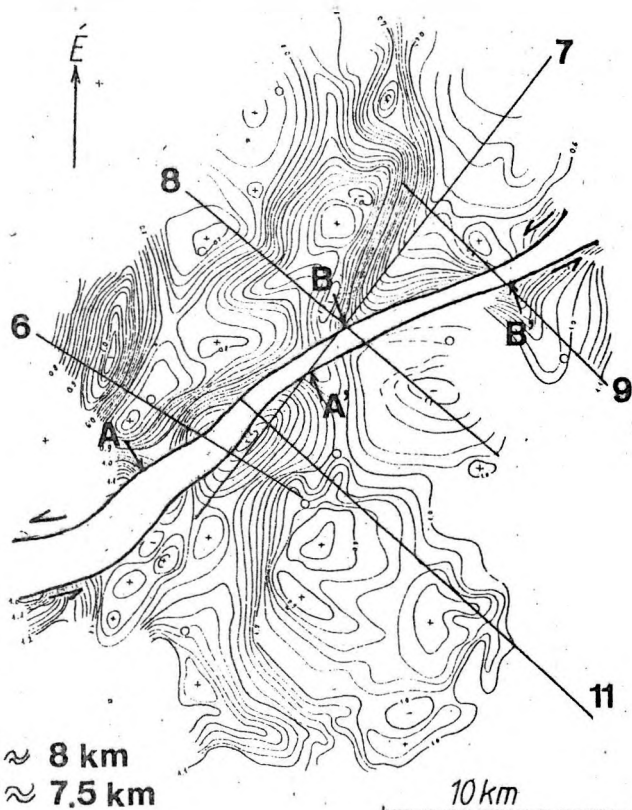
Nagy figyelmet érdemel a pannon-quarter oldaleltooldás szénhidrogén migrációban és a szénhidrogén felhalmozásban játszott szerepe. A 13. ábrán láthatók az oldaleltooldáshoz kapcsolódó szénhidrogén csapdák leggyakoribb típusai. Az oldaleltooldási zónában a közelmúltban felfedezett sárándi, kakasdi és kengyel-É-i szénhidrogénlepek bizonyítják, hogy perspektívus szénhidrogénfelhalmozódási övezetek kapcsolódhatnak az oldaleltooldási zónákhoz. A pannon feké szeizmikus időtérképé-

nek /14. ábra/ morfológiáját elemezve megvizsgáltuk az oldaleltooldás amplitúdóját. Az oldaleltooldási zóna két oldalán az egykor összetartozó morfológiai elemek jelenlegi távolsága becslést tesz lehetővé arra vonatkozóan, hogy azok mennyire távolodtak el egymástól. A becslés természetesen csak akkor helytálló, ha az elmozdulás mértéke nem haladja meg a térképezett terület kiterjedését. A pannon feké térképen a karakterisztikus süllyedékek közötti távolság /A,A'/ 8 km. A jellegzetes gerincvonulatok távolsága /B,B'/ 7,5 km.

A pannon kezdete óta tehát legalább ekkora elmozdulás ment végbe.

Amennyiben az oldaleltooldás a pan-

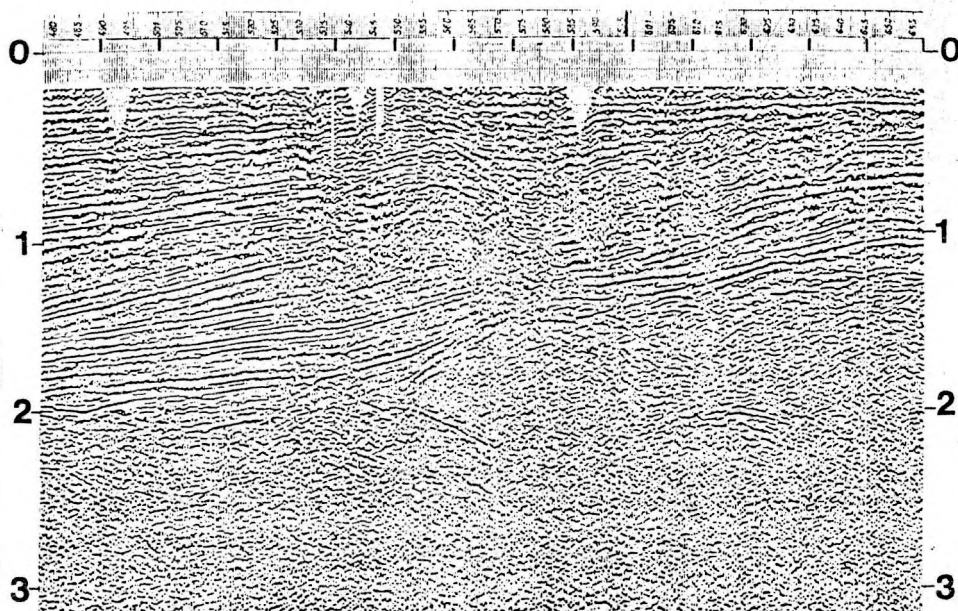
14. ábra. A kiskörösi terület pannon feké időtérkép-vázlata. Mélységértékek secundumban /szerkesztette BARVITZ Anna, 1985/.



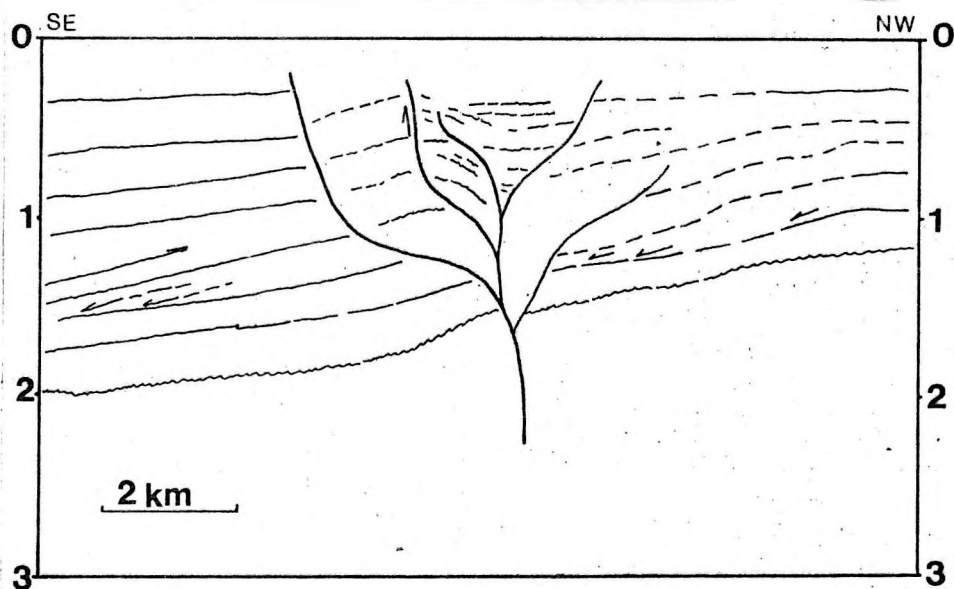
AA' \approx 8 km
BB' \approx 7,5 km

10 km

Az oldaleltooldási zóna két oldalán az eredetileg összetartozó jellegzetes morfológiai elemek távolságára a szinklinális esetében /A,A'/ 8 km, a hát-ság esetében /B,B'/ pedig 7,5 km adódott. Az oldaleltooldás mentén az elmozdulás horizontális amplitúdója ezen adatok alapján minimum 7,5-8 km-re tecsülhet.



15. ábra. VA-11/c szeizmikus szelvény. A reflexiók folyamatoságának lecsökkenése és ezek geometriája alapján a zavarzóna helyzete egyértelműen azonosítható.



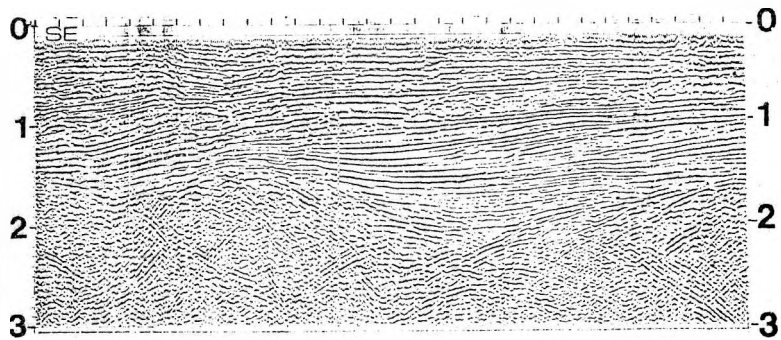
non kezdetétől a holocénig tartott, úgy sebességére 0,66 mm/év adódik. Ha a mozgás később kezdődött és hamarabb befejeződött, úgy sebessége a néhány mm/év-et is elérhette.

TOVÁBBI OLDALELTOLÓDÁSI ZÓNÁK A NAGYALFÖLDÖN

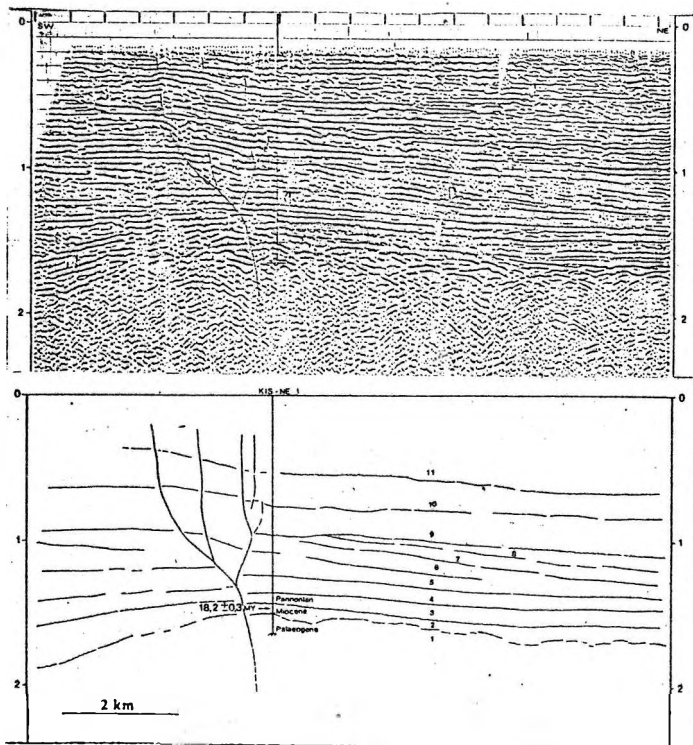
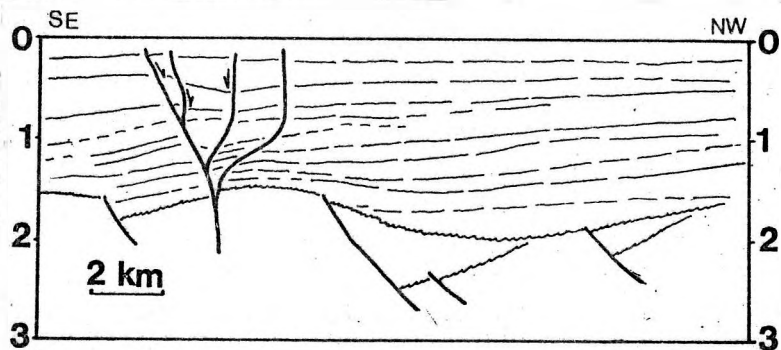
A Kiskőrös környékén részletesen térképezett oldaleltohdási zóna mind kelet, mind nyugat felé tovább nyomozható.

Az általunk szeizmikusan azonosított pannon oldaleltohdások helyét a 4. ábra mutatja be; az oldaleltohdások irányának feltüntetésével. A 15-19. ábrákon bemutatott szelvények a kiskőrösi oldaleltohdási zóna szerves folytatásába esnek. E zóna ismert szakaszának hossza meghaladja a 200 km-t.

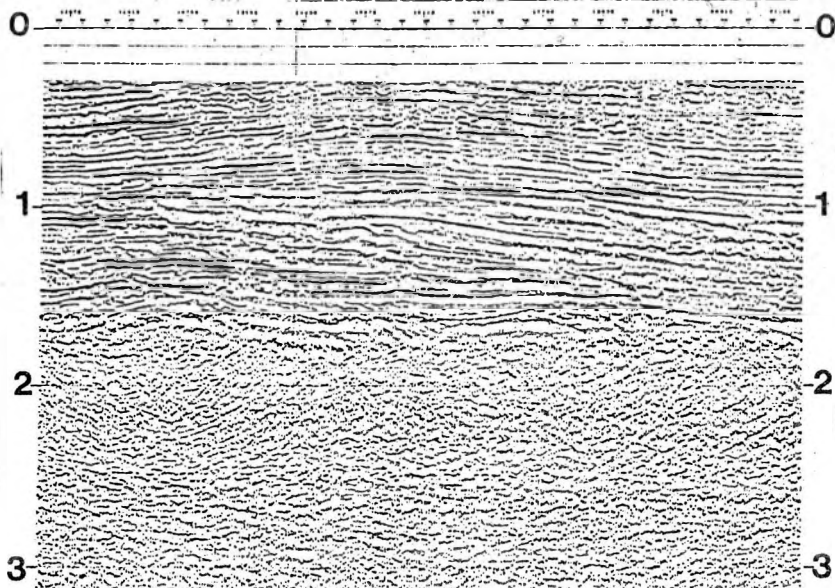
A 20. és 21. ábrán bemutatott szelvények a Derecskei-árok északi szegélyén húzódo oldaleltohdásokba esnek. Ennek ismert hossza



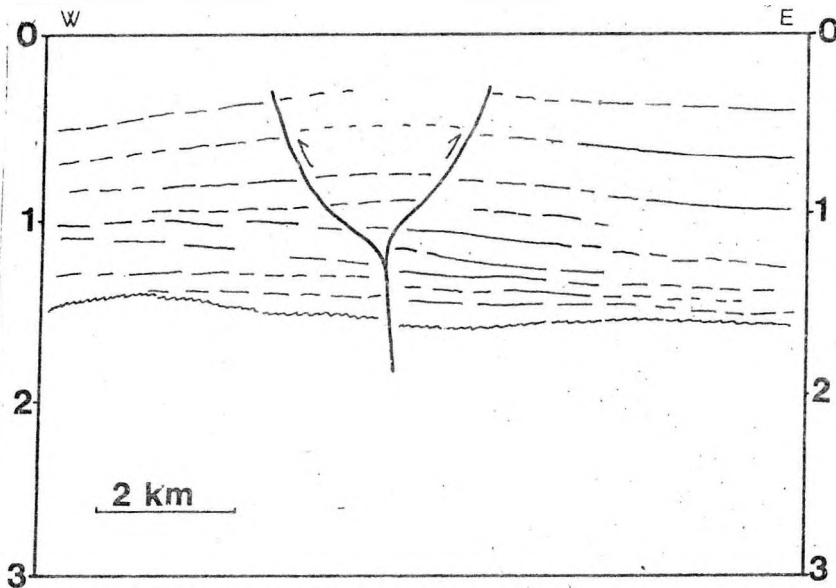
16. ábra. VA-12/e szeizmikus szelvény. Az extenziós feszültségteret létrehozó oldaleltolódás során az alaphegységi kiemelkedés felett a fiatal pannon szintekben lokális szinklinális alakult ki a szelvény bal oldalán.



19. ábra. F1-17 szeizmikus szelvény. A szelvény bal oldalán lévő zavarzónában a megszakadó reflexióvégeket összekötve jellegzetes virág szerkezet /flower structure/ rajzolódik ki. A Kis-újszállás-EK-1 fúrásban harántolt magmás képződmény kora BALOGH k. vizsgálatai szerint 18,2 millió év.

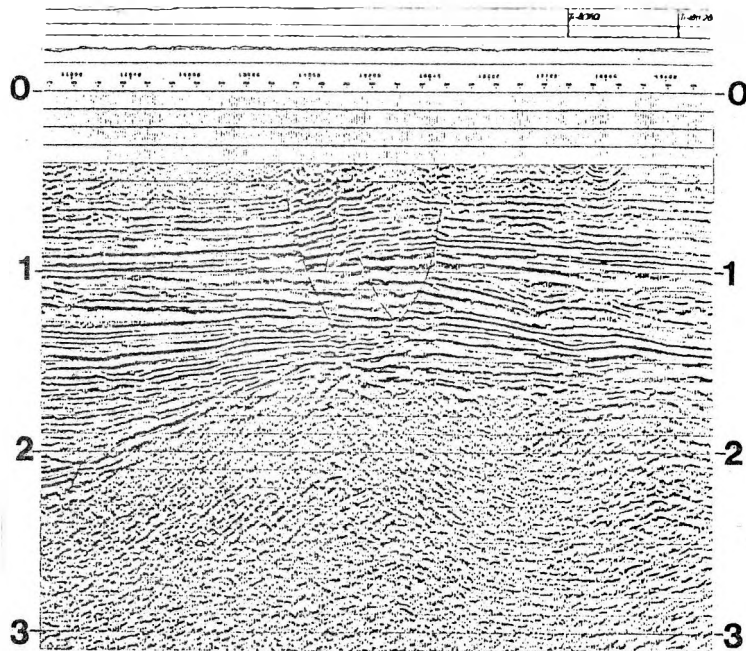


17. ábra. Rág-6 szeizmikus szelvény. A pannon és fiatalabb rétegekben kialakult kompressziós boltozat alatt a neogén aljzat felszíne enyhe szinklinálist formál. A pannon boltozathoz gáztelep kapcsolódik.

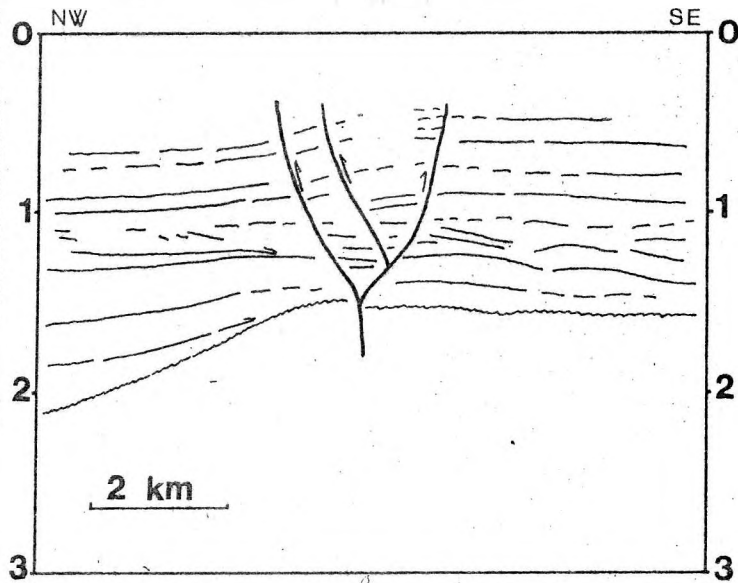


kb. 100 km. A Tura-Tóalmás /22. ábra/ és a Bácsszentgyörgy /23. ábra/ térségében térképezett oldaleltolódások ugyanolyan távolságra esnek a Kiskőrös-Kisújszállási

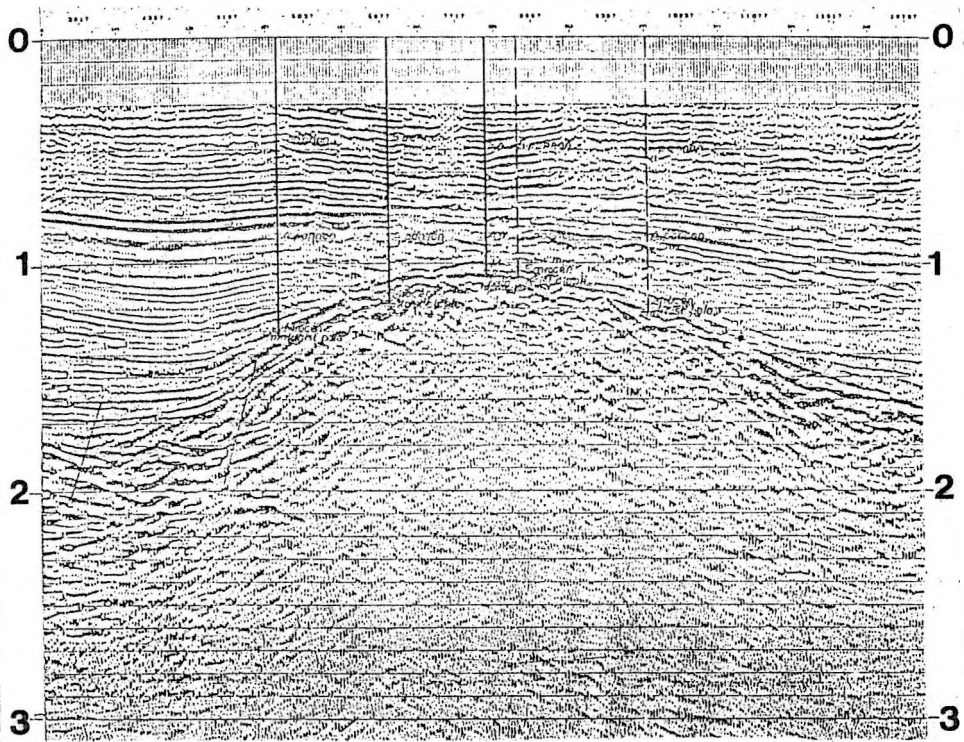
oldaleltolódástól. Kialakulásuk É-D-i kompressziós és K-Ny-i extenziós főfeszültség irányokkal jellemezhető feszültségtérrel magyarázható.



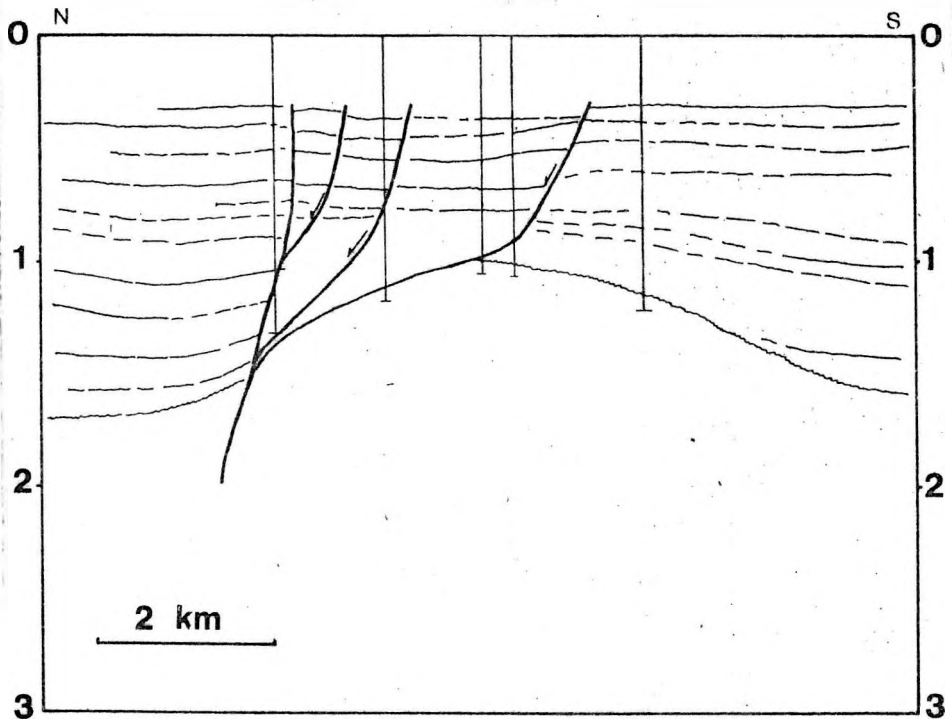
18. ábra. Rág-10 szeizmikus szelvény. Az oldaleltolódás különösen jól látszik a szelvény felső delta háttéri, fluvio-lakusztikus képződményeket reprezentáló szakaszán.

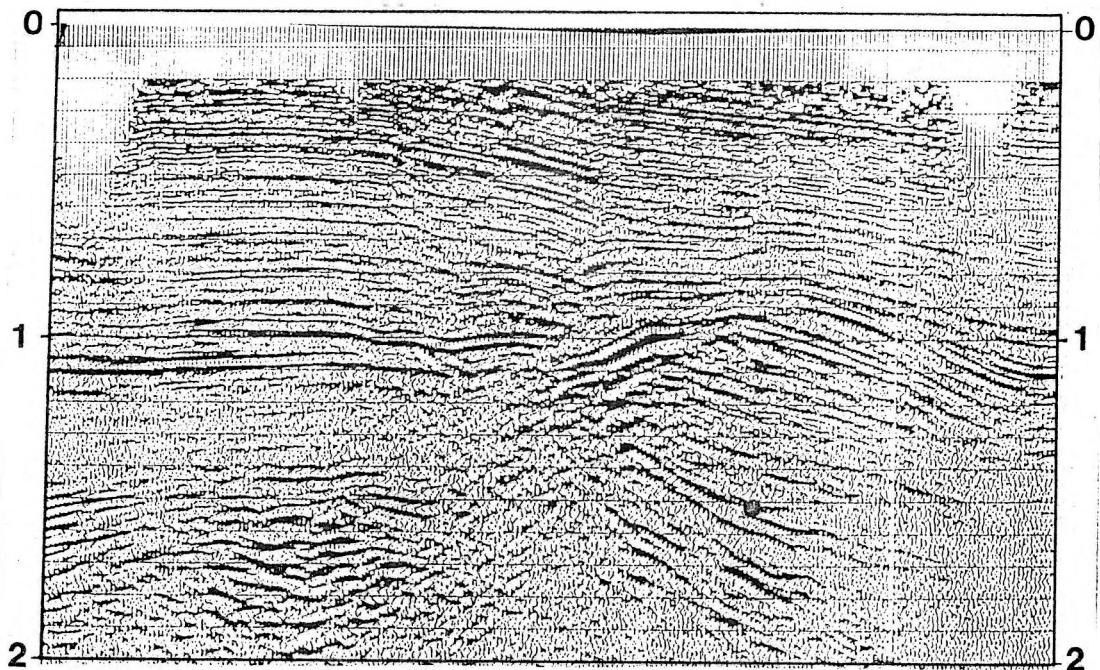


A 19. ábra a 161. oldalon található.

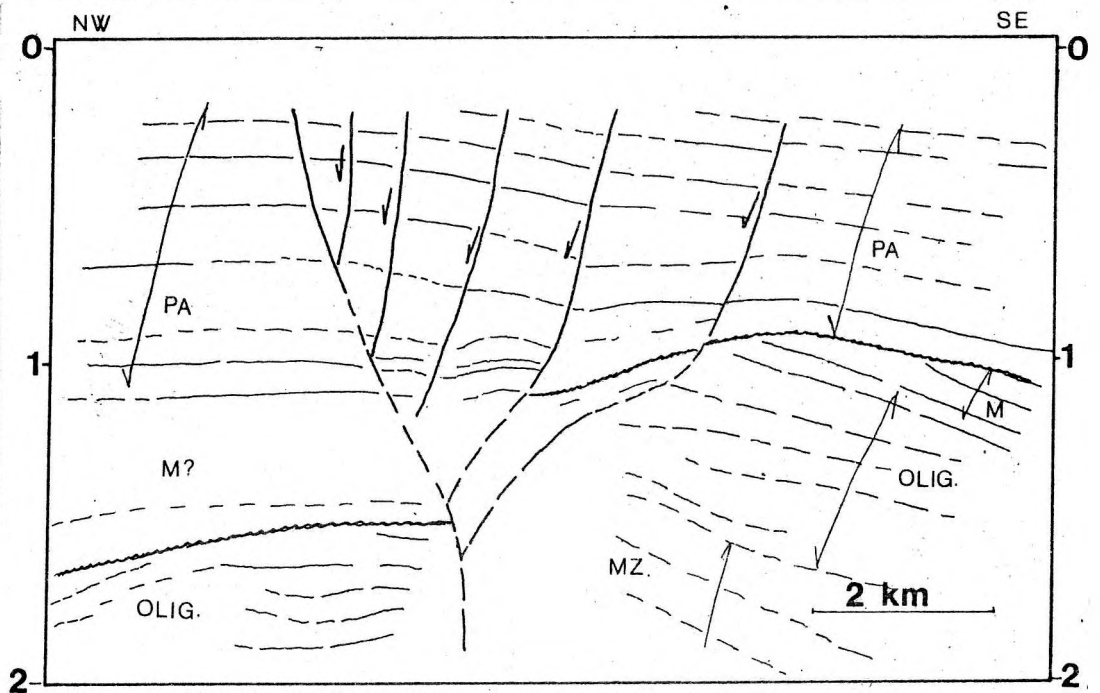


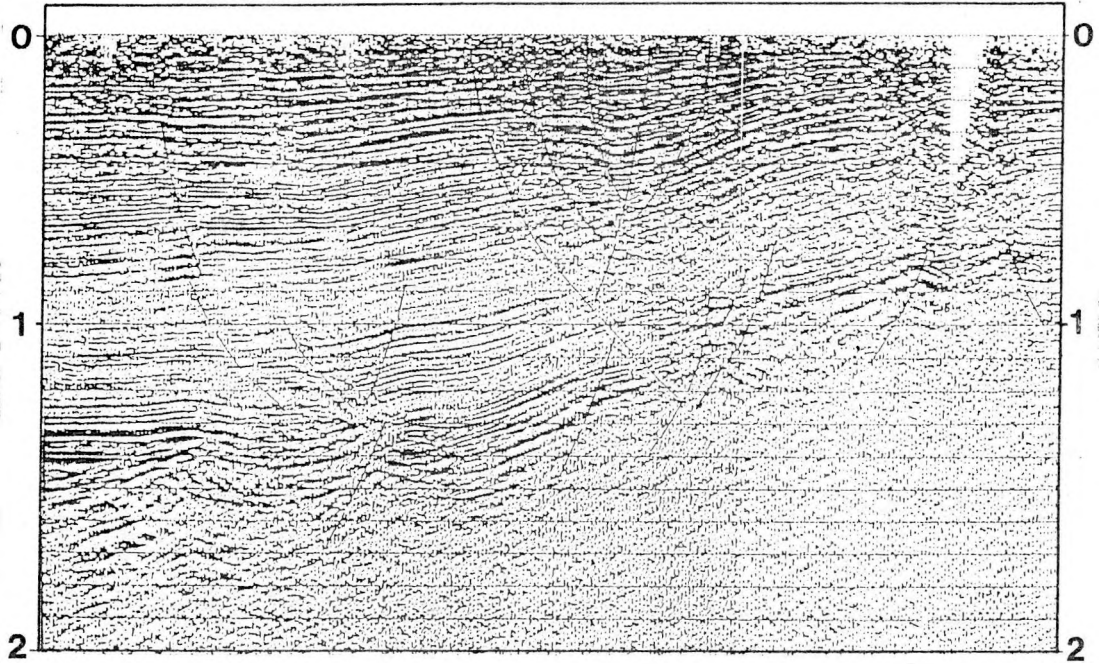
20. ábra. K6-35 szeizmikus szelvény. A biharnagybajomi hatalmas paleogeomorfológiai dóm felett jól látható az extenziós besüllyedést kiváltó negatív virágszerkezet.



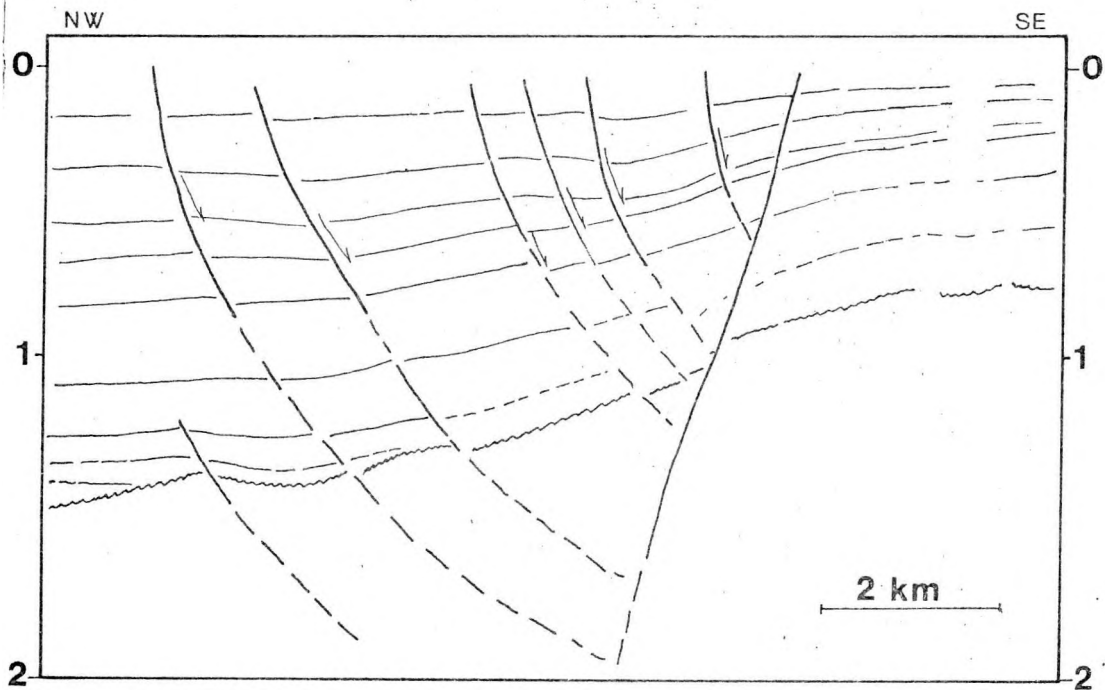


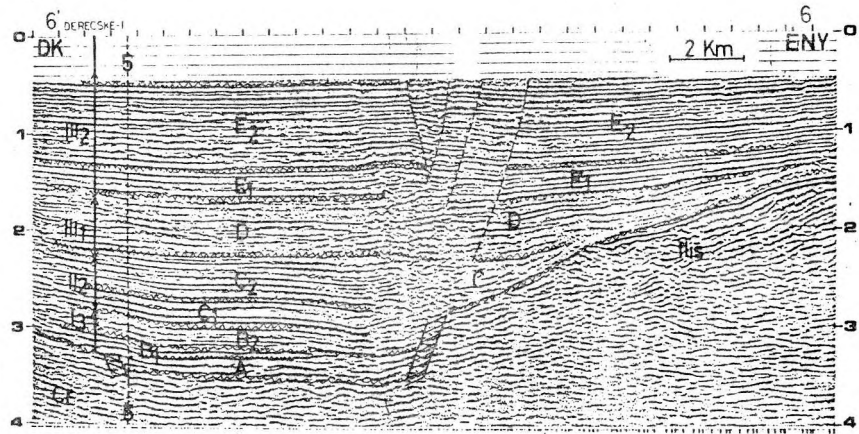
22. ábra. Je-65 jelű, a Zagyva-árok déli részén bemért szeizmikus szelvény a pannon képződményeket is érintő negatív virágszerkezettel. Az oldaleltolódási zóna két oldalán markánsan eltérő szeizmikus kép jellemzi az oligocén képződményeket.



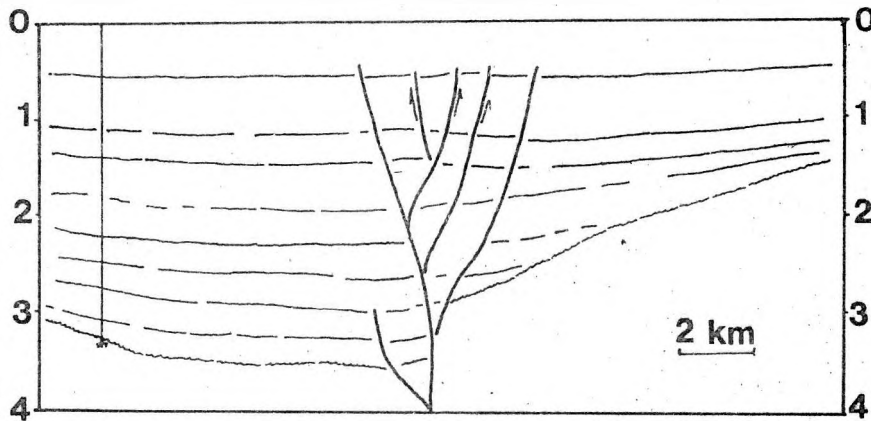


23. ábra. Ku-118/a szeizmikus profil. A pannon sorozatot jellegzetes virág-szerkezet blokkokra osztja. Markánsan különbözik az egyes konjugált nyírási felületekkel elválasztott blokkok szeizmikus fácies jellemzői /reflexiófolyamatosság, amplitúdó, geometria/.





21. ábra. A Derecske-I fúrásán keresztül bemért szeizmikus szelvény az oldaleltolódási zóna, a jellegzetes szeizmikus fáciesek /A, B, C, D, E/ és a fúrásban azonosított litosztratigráfiai egységek /POGÁCSÁS - VÖLGYI, 1982/ határainak feltüntetésével.



IRODALOM

BALLA Z. /1984/: The Carpathian Loop and the Pannonian Basin: A Kinematic Analysis. Geophysical Transactions 30, 4. pp. 313-353.

BERKES Z. - POGÁCSÁS Gy. - SZANYI /1983/: Seismic stratigraphic investigation of the Neogene sediments in the Derecske depression of Eastern Hungary Proc. 28th Int. Geophys. Symp. 158-172, Balatonszemes.

BISZTRICSÁNY E. /1977/: A Kárpát-medence földrengésveszélyeztetettségéről. Földtani Közlöny 107, pp. 94-101.

CROWELL, J.C. /1974/: Origin of late Cenozoic basins in southern California in: DICKINSON, W.R. /ed./: Tectonics and Sedimentation. Soc. Econ. Pal. and Mineral Spec. Publ. 22, pp. 190-204.

CSÁSZÁR G. - HAAS J. - JOCHÁNÉ EDELENYI E. /1978/: A Dunántúli Középhegység bauxitföldtani térképe a kainozoos képződmények elhagyásával. M= 1:100 000. MÁFI, Budapest.

ELSTON, D.P. - HÁMOR G. - JÁMBOR Á. - LANTOS M. - RÓNAI A. /1985/: Magnetostratigraphy of Neogene strata penetrated in two deep core holes in the Pannonian Basin: Preliminary results. Geophysical Transactions 31/1-3, pp. 75-88.

ELSTON, D.P. - LANTOS M. - HÁMOR T. /1985/: High-resolution magnetostratigraphic and seismic stratigraphic correlation and a model for accumulation of Pannonian /Late Miocene-Pliocene/ deposits in the Hungarian Basin. Part I. Seismic stratigraphy and magnetostratigraphy. USGS Open File Report.

GAJDOS I. - PAP S. /1977/: A törésee formálakulás lehetőségei az aldöldi pliocén üledékekben. Földtani Közlöny 107, pp. 437-456.

GAJDOS I. - PAP S. - SZENTGYÖRGYINÉ /1982/: Észak-Békés szénhidrogénkutatói eredményei és továbbkutatói lehetőségei. Földtani Kutatás 25/2, pp. 32-48.

HAJDU D. - PAP S. - VÖLGYI É. /1982/: Új felismerések az Alföld medencealjának tektonikájában. Földtani Kutatás 25/1, pp. 39-49.

- HARDING, T.P. - LOWELL, J.D. /1979/: Structural stages, their plate tectonic habitats and hydrocarbon traps in petroleum provinces. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 63, pp. 1016-1058.
- HÁMOR G. - JÁMBOR Á. - LANTOS M. - RÓMAI A. - ELSTON, D.P. /1985/: Magnetostratigraphic correlation of some Neogene strata of the Pannonian Basin, Hungary. VIIth Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy Budapest 1985. szeptember. Abstracts p. 257.
- HORVÁTH F. - ROYDEN, L. /1981/: Mechanism for the formation of the Intra-Carpathian basins. A Review. Earth Evol. Sci. 1/3-4, pp. 307-316.
- KÖRÖSSY L. /1980/: Neogén ősföldrajzi vizsgálatok a Kárpát-medencében. Földtani Közöny 110/3-4, pp. 473-484.
- LINDSETH, R.O. /1982/: Digital processing of Geophysical Data, a Review. Continuing Education Program Society of Exploration Geophysicist.
- MÉSTÁROS J. /1983/: A bakonyi vízszintes eltolódások szerkezeti és gazdaságföldtani jelentősége. MÁFI Évi Jel. 1981-ről, pp. 485-502.
- MOLNÁR K. - POGÁCSÁS Gy. - RUMPLER, J. /1985/: Seismic reflection investigations in the Hungarian part of the Pannonian Basin: Application to exploration for oil and gas. VIIIth Congress of the ICOMS 1985. Budapest. Abstracts pp. 397-399.
- POGÁCSÁS Gy. /1984/: Seismic stratigraphic features of Neogene sediments of the Pannonian basin. Geophysical Transactions 50/4, pp. 373-410, Bp.
- POGÁCSÁS Gy. /1980/: Neogén süllyedékeink fejlődéstörténeti vizsgálata a felszíni geofizikában. Földtani Közöny 110/3-4, pp. 485-495.
- POGÁCSÁS Gy. /1985/: Szénhidrogénföldtani szeizmikus mérések tektonikai és szerkezetföldtani értelmezése a Pannon-medencében. Gyakorlati szerkezetföldtani továbbképzés. MFT kiadvány, Budapest. pp. 145-172.
- POGÁCSÁS Gy. /1986/: Hydrocarbon Geology of neotectonic based on seismic, paleomagnetic and radiometric data. XXXIth International Geophysical Symposium Gdansk 1986. Proceeding I. pp. 221-231.
- POGÁCSÁS Gy. - VARGA I. /1983/: Characteristic evolution of the Cenozoic structure of the Pannonian basin as proved by reflection seismic measurements in: BISZTRICSÁNY E. - SZEIDOVITZ Gy./eds./: Proc. 17th Eur. Seismol. Comm. pp. 639-647, Akadémiai Kiadó Budapest.
- POGÁCSÁS Gy. - VÖLGYI L. /1982/: Correlation of the East Hungarian sedimentary facies on the basis of CH-prospecting seismic and well-log sections. Proc. 27th Int. Geophys. Symp. AI, pp. 322-336. Pozsony.
- POGÁCSÁS Gy. - VÖLGYI L. /1987/: A kelet-magyarországi kunsági /pannóniai s.str./ emelateeli és fiatalabb képződményegységek korrelációja szénhidrogénkutató szeizmikus és kútgeofizikai szelvények alapján. MÁFI Évkönyv 69, pp. 213-228.
- POSGAY K. - ALBU, I. - PETROVICS I. - RÁNER G. /1981/: Character of the Earth's crust and upper mantle on the basins of seismic reflection measurements in Hungary. Earth Evol. Sci. 1/3-4, pp. 272-279.
- RÉDLY P. /1987/: A Kiskun-depresszió medencefejlődésének vizsgálata szeizmikus szelvények alapján. Szakdolgozat ELTE Földtani Tanszék, mKézirat, 122.p.
- RUMPLER, J. - HORVÁTH F. /1984/: Exenzió tektonika szeizmikus szelvényeken és annak kőolajkutatósi jelentősége a Pannon-medencében. Földtani Kutatás 27/3, pp. 49-62.
- SAMU L. /1985/: A Derecskei-medence neogén tektonikája szeizmikus szelvények alapján. Magyar Geofizika 26/5-6, pp. 182-199.
- STEGENA L. - GÉCZY B. - HORVÁTH F. /1975/: Late Cenozoic evolution of the Pannonian basin. Tectonophysics 26/12, pp. 71-90.
- TARI G. /1987/: A Vatta-maklári árok neogén tektonikája szeizmikus szelvények értelmezése alapján. Szakdolgozat ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest. Kézirat, 63.p.
- VARGA I. - POGÁCSÁS Gy. /1981/: Reflection seismic investigations in the Hungarian Part of the Pannonian Basin. Earth Evol. Sci. 1/3-4, pp. 232-239.
- VÖLGYI L. - HAJDI D. - KOVÁCS A. - OLASZ J. /1985/: Normal, rotative and transcurrent faults typical of extensive basin formation. VIIIth Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy Budapest 1985 szeptember. Abstracts p.615.
- WOODCOCK, N.H. - FISCHER, M. /1986/: Strike-slip duplexes. Struct. Geol. 8, pp. 725-735.

FIGURE CAPTIONS

- Fig. 1. An arriving impulse is split into a reflected and a transmitted component (v velocity, ρ density, R reflection coefficient) (modified after Lindseth, 1982).
- Fig. 2. Crustal block geometry in a transform regime.
 a/ Strike-slip along a straight fault.
 b/ Strike-slip along a fault with a gentle double bend.
 c/ Right-slip on fault with marked double bends results in pull-aparts at releasing bends and deformation and uplift at restraining bends.
 d/ Severe deformation at sharp restraining bend results in folds and thrust faults.
 e/ A sharp pull-apart on a right-slip fault (after Crowell, 1974).
- Fig. 3. Block rotation in a transform regime:
 a/ Extensional regime with negative flower structure.
 b/ Compressional regime with positive flower structure (after Woodcock and Fischer, 1986).
- Fig. 4. Pliocene-Quaternary transcurrent faults in the Great Hungarian Plain. A/ Location of Fig. 5 seismic network. 6, 7, 8, etc. are locations of seismic profiles on Fig. 6, 7, 8, etc.
- Fig. 5. Seismic network of the Kiskőrös Exploration area.
- Fig. 6. Seismic line Ki-15/a (two-way travel time). On left a listric fault bounded half graben and a depositing arch can be seen. Negative flower structure is on right. The seismic facies are different on the two sides of the transcurrent fault.
- Fig. 7. Seismic line Ki-12. On the central part the negative flower structure indicates a strong releasing bend. In borehole Páhi-W-1 Miocene rocks were penetrated beneath the Jurassic sequence.
- Fig. 8. Seismic line Ki-3. A transcurrent compressional anticline can be seen on the central part of the profile.
- Fig. 9. Seismic line Ki-4. The Neogene basement is more than 700 m higher in the NW side of the flower structure.
- Fig. 10. The areal distribution of compressional and extensional regimes and the geometry of the bending transform fault proves its left-lateral character. 1. Compressional anticlines, 2. Extensional synclines.
- Fig. 11. Seismic line Ki-2. According to the magnetic polarity data in borehole Kask-2 (Hámor et al., 1985) the geological age of the youngest seismic event on the profile at 250 msec is 2,4 million years old. It is proved by the seismic deformations that the strike-slip motion was still active at that time.
- Fig. 12. Map showing the maximum seismic intensity in Hungary (after Bisztricsány, 1977) and the location of the Pliocene-Quaternary transform faults.
- Fig. 13. Hydrocarbon accumulation along a wrench fault system (after Harding and Lowell, 1979).
- Fig. 14. Isopach map of the Pannonian basement (two-way travel time). Because of the similar morphology on the northern and on the southern side of the transform fault we could estimate the horizontal amplitude of the strike-slip. According to the recent distance between points A - A' and B - B' this amplitude is at least 8 km.
- Fig. 15. Seismic line VA-11/c. The positive flower structures can be identified fairly well.
- Fig. 16. Negative flower structures on seismic line VA-12/e.
- Fig. 17. A transcurrent compressional anticline on seismic line R4G-6.
- Fig. 18. Positive flower structure on seismic line R4G-6.
- Fig. 19. Negative flower structure on seismic line F1-17.
- Fig. 20. On the Kö-35 seismic line a well developed very young syncline can be seen just above the huge paleogeomorphic dome of the Biharnagybajom oil field.
- Fig. 21. The northern margin of the Derecske Trough coincides with a left-lateral strike-slip fault. The seismic facies (identified by Pogácsás and Völgyi, 1982) are different on the opposite sides.
- Fig. 22. Je-65 seismic line shows a negative flower structure. This profile was measured on the northern margin of the Pannonian Basin. The Oligocene sequences are characterized by very different seismic facies on the two sides of the transcurrent fault zone.
- Fig. 23. Ku-118/a seismic line. The Pannonian sediments are cut into blocks by a young flower structure. The seismic facies parameters of the individual blocks (amplitude, continuity) are different.