

**3 dimenziós szeizmikus mérési eredmények felhasználása a
feltöltődéstörténet vizualizációjához a Paleogén- medence centrális
részén**

Készítette: Antalicz Nelli, geológus

Eötvös Lóránd Tudományegyetem

Témavezető: Dr. Pogácsás György

Eötvös Lóránd Tudományegyetem, MOL Nyrt.

2013.01.09.

Összefoglalás:

A Közép- Magyarországi Lineaments és a Tóalmás- Balaton vonal között található ún. Közép- Magyarországi Nyírási Zóna területén lemerít 3 dimenziós szeizmikus tömbön, egy rutinszerűen viszonylag ritkán alkalmazott módszerrel végeztem 3 dimenziós rekonstrukciót a pannon rétegek lerakódásának szimulálására. Az általam vizsgált területen a delta- síksági, fluviatilis, illetve teresztrikus, többnyire törmelékes pannon képződmények eróziós diszkordanciával, kvázi vízszintesen települnek a középső- miocén üledékekre. Ez lehetőséget nyújtott arra, hogy a szeizmikus reflexiókat az OpendTect és a SeisWorks programok segítségével követni, és értelmezni tudjam. A TDQ program segítségével idő- mélység konverziót végeztem, ami alapján ezek tengerszint alatti mélységét is meg lehetett határozni. Ezek alapján, a fent említett műveletekkel párhuzamosan, összevettem a szeizmikus reflexiós képet a kutatási területemen mélyült fúrásokban azonosított litológiai változásokkal. Végezetül az általam szerkesztett felületeket a GeoProbe program segítségével vizualizáltam, és rekonstruáltam a feltöltődés menetét a pannon üledékképződési ciklus során.

Bevezetés:

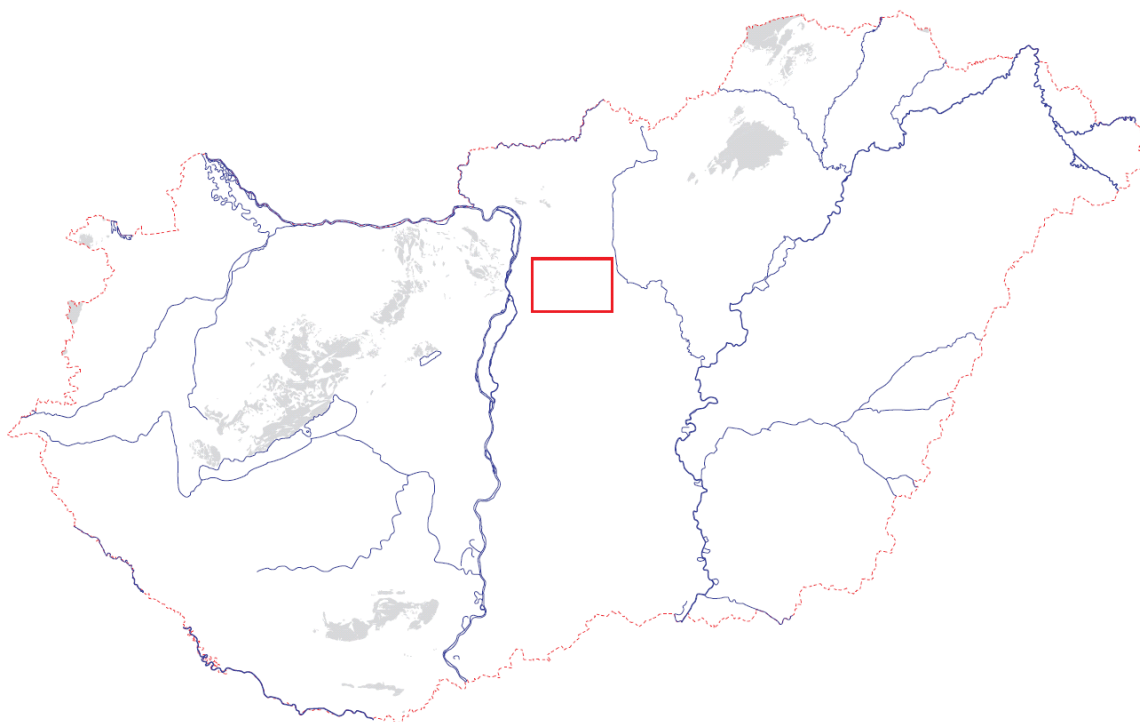
Tudományos diákköri munkám céljaként azt tűztem ki, hogy a modern nyersanyagkutatás alapjául szolgáló 3 dimenziós feldolgozási-, és megjelenítési módszerek integrálásával, a jelenleg rendelkezésre álló adatok felhasználásával pontosítani tudjam a vizsgált terület földtani felépítését. A szénhidrogén- kutatáshoz szükséges mérési eredmények, adatok, illetőleg ezek értelmezéséhez használatos szoftverek felhasználásával kikísérleteztem egy olyan módszert, melynek segítségével 3 dimenziós, reprezentatív földtani modellt tudok felállítani, és ezen fejlődéstörténeti rekonstrukciót végezni.

Kutatásomnak a Paleogén- medence centrális részén felmért Tóalmási 3D-s szeizmikus tömb képezte alapját, annak pannóniai rétegsorán végeztem el vizsgálataim. A kvázi dobostorta szerkezetű pannon rétegek lehetőséget nyújtottak arra, hogy a módszeremet oly módon próbálhassam ki, hogy az eredmények azonnal ellenőrizhetőek legyenek. Természetesen az igazi cél az, hogy ezt alkalmazni tudjuk olyan területen, ahol a tektonika bonyolultabb, vagy a szeizmikus reflexiók nehezebben követhetők, de ahhoz, hogy ezen célokra helyesen tudjuk alkalmazni, először- úgy vélem- érdemes egy viszonylag egyszerűbb, követhetőbb példán keresztül próbára tenni.

A dolgozatom témája nem más, mint maga a megjelenítés, hogy hogyan lehet- és a XXI. században egyre inkább érdemes- egy olyan geológiai modellt vizualizálni, úgy, hogy az lehetőleg térben és időben minél jobban hasonlítson a valóságra.

A kutatási terület földrajzi és földtani elhelyezkedése:

A Tóalmási 3 dimenziós szeizmikus tömb Budapesttől valamivel DK-re elhelyezkedő, térképi nézetben DNy-ÉK- i orientáltságú hosszúkás poligon, az egykoron jelenleginél jóval nagyobb kiterjedésű Paleogén- Medence központi részén, mely az ún. Közép- Magyarországi Nyírási Zónában, a Közép- Magyarországi Lineaments és Balaton –(Tóalmás)- Vonal között található.



A kutatási terület nagyjából a piros négyszög területére esik.



A piros négyzeten belül a szeizmikus tömb elhelyezkedése

Földtani helyzete a regionális földtörténeti és tektonikai események ismeretében meglehetősen bonyolult. A területet aljzatát alkotó mezozoós rétegsor a Külső- Dinári karbonátplatformon rakódott le, mely azután jelentős kiemelkedés következtében nagy mértékben erodálódott, miközben a Paleogénben az ausztriai és pireneusi orogén fázisok idején először ÉNy-i, majd ÉKK-i vergenciájú mozgása következtében került jelenlegi helyére. Ezt a mozgást az „adriai tüske” nyomása (Apulia É-i irányú mozgása, és az Eurázsiai lemezzel történt/ történő kollíziója) kontrollálta. A kiemelkedett terület először a külső erők által kifejtett hatásoknak volt kitéve, aminek következtében a Középidőben képződött, túlnyomórészt karbonátos, kisebb részben az egykori Vardar- Óceán bezáródását

dokumentáló jura vulkanitok klasztjaiból álló konglomerátummal indul a paleogén ciklus. Az üledékes sorozatra transzgresszív jellegű sekélytengeri karbonátok települnek, amiből a medence süllyedésének, és tényerésének következtében a területen tipikusnak mondható pelites sorozatok következnek. A paleogén üledékes földtani ciklus a Budai- vonaltól Ny-ra eső területeken ún. „infraoligocén denudáció” következtében az attól keletre eső medenceterületek (vagyis az általam kutatott területen) sekélyedését is jelezvén egyre inkább homokosabbá válnak. A ciklus zárótagjai bár időben már a miocén elejére datálhatóak főként slír kifejlődésűek. A miocén üledékciklus főbb építőelemi sekélytengeri sziliciklasztos törmelékes üledékek, illetve ezek között igen sűrűn megtalálható neogén mészkálai vulkáni termékek, leginkább savanyú (riolitos- dácitos összetételű) piroklasztikumok. A prepannon, legtöbb esetben szarmata, kevés kivétellel bádeni összletek elterjedését a pannon fekvő szeizmikus mélységtérképe dokumentálja (1. melléklet). Ez a pannon fekvő- mely tulajdonképpen a szeizmikus képen látható morfológiája alapján eróziós diszkordancia-felületként értelmezhető- adja az aljzatát az általam vizsgált térrésznek. A térképen jól látszik, hogy néhány kisebb folt kivételével a prepannon aljzatot a sekélytengeri kifejlődésű, elzárt lagúnafaciesű homokos márga, a Kozárdi Formáció, és a közé települő Galgavölgyi Rioltuffa Formáció alkotja. Két helyen, paleotopográfiai mélyedéshez kötődően jelenik meg a Mátrai Andezit Formáció a szarmatában. Egy völgy mentén egyetlen helyen a szarmata hiányzik, és ősmaradvány tartalma alapján a bádenibe sorolható ooidos mészkő bukkan a felszínre, mely nagy valószínűséggel a Tinnyei Formációba sorolható. (1. sz. melléklet)

A Paleogén- Medence

Földtani felépítés:

A kutatási terület a Közép- Magyarországi Nyírási Zónában helyezkedik el, a Pelsoi Nagyszerkezeti egység DK-i szélén, melynek DK felől a KÉK- NyDNy-i csapásirányú Közép- Magyarországi Vonal jelenti a határát, mely egyben el is választja azt az Eurázsiai lemez D-i perméről származó Tiszai egységtől, melynek aljzatát a Mecseki (- Észak- Alföldi)- Öv metamorfittjai alkotják. ÉNy felől a jelentős oldalelmozdulást mutató Balaton- Tóalmás

Vonal mentén határolódik el a szintén Pelsoi Nagyszerkezeti egységhez tartozó Dunántúli-Középhegységi Egység sekélytengeri kifejlődésű karbonátos kifejlődésű, Apuliai eredetű aljzatától. A Paleogén- Medence aljzatát képező, szintén sekélytengeri karbonátok a Bükkium- Darnó- Zónával rokon kifejlődést mutatnak az általam kutatott területen, melynek eróziós felületére települ a változatos kifejlődésű paleogén rétegsor. Ennek indító tagja az aljzataból származó klasztokat tartalmazó Kosdi Konglomerátum, melyre transzgresszív jelleggel települ a nagyforaminiferás, főleg *Nummulites*eket nagy számban tartalmazó Szépvölgyi Mészke Formáció, melyből üledékfolytonosan fejlődik ki a késő- eocén- kora oligocén Budai Márga Formáció. A mészkőből az agyagba folyamatos átmenetet biztosító képződmény ennek megfelelően alsóbb részében inkább mészmárga, felső rétegei agyagmárga kifejlődésűek, melyre konkordánsan, fokozatos átmenttel települ a potenciális anyakőzet tulajdonságokkal bíró Tardi Aggag Formáció, mely ugyan még mindig sekélytengeri, anoxikus aggag, felfelé egyre vastagodó homokrégeekkel, amely egyértelműen jelzi a medence térhódítását és süllyedését, az erre települő Kiscelli Aggag pedig egyértelműen igazolja a tengeri kapcsolat helyreállítását az oligocén végén. A paleogén üledékciklus zárótagja a Szécsényi Slír (a medence egyes részein Putnoki Slír), amely ugyan már a miocén alsóbb részében rakódott le. A miocén a területen főként sekélytengeri, homokos kifejlődésű az üledékképződés szempontjából, de sűrűn, és egyes helyeken nagy vastagságban szakítják meg az üledékképződést a neogén vulkanizmus tufás- tufitos savanyú vulkanitjai (Mátrai Andezit). Erre eróziós diszkordanciával települ a pannon rétegsor, tehát a pannon fekvő maga a diszkordancia- felület, amely átlagosan 60 és 270m tengerszint alatti mélységben található. Erre a felületre az alsó- Pannon alsóbb rétegei rálapolódnak, fokozatosan kiegyenlítve a térszint, majd kvázi párhuzamosan kitöltik a rendelkezésre álló teret. Összvastagságuk egyes területrészekeken akár a 2000m- t is elérheti. Az alsó- pannon változatos szemcseméretű, de leginkább homokos képződményei átlagosan 100- 150m vastagságúak, a delta- síkságon képződött üledékek. Az erre következő vastag felső- pannon sorozat egyrésztől, delta, de túlnyomórészt alluviális, majd a felső- pliocén- quarter teresztrikus üledékek következnek.

Tektonogenezis:

A Közép- Magyarországi Nyírási Zóna területén az aljzat morfológiáját ÉK- DNY- i irányú, párhuzamos szerkezeti elemek jellemzik. Ezek kialakulása az eocén végén, illetve az oligocén

elején lezajlott ausztriai és pireneusi szerkezetalakulási fázisokra tehetők, de a tektonikai elemek a miocén során még aktívak maradtak; az elmozdulás transzpressziós jellegű. A neogén tektonikai elemek az oldalelmozdulási zónához kapcsolódnak, főként korábbi tektonikai síkok felújulásaként értelmezhetők, a miocénre datálható extenzió következményeinek tekinthetők. A pannonban a már korábban kialakult vetők mentén inverzió következett be, amely a középső- miocén rétegek részleges lepusztulását eredményezte, ennek következtében a pannóniai üledékciklust felülről is diszkordanciafelület határolja. Ennek mélyedéseiben kialakult lokális medencéket az eróziós törmelékes üledékek töltik ki.

Összeségében megállapítható, hogy a pannon idején működött, véleményem szerint- melyet a szeizmikusan látható szerkezeti képre alapozok- jelenleg is működő szerkezeti elemek korábbi tektonikai síkok rejuvenizációjával alakultak ki, harapódtak tovább a felszín felé, és az általam vizsgált rétegsorban a szerepük az oldalelmozdulási zóna kivételével meglehetősen alárendelt.

A földtani kutatás háttere:

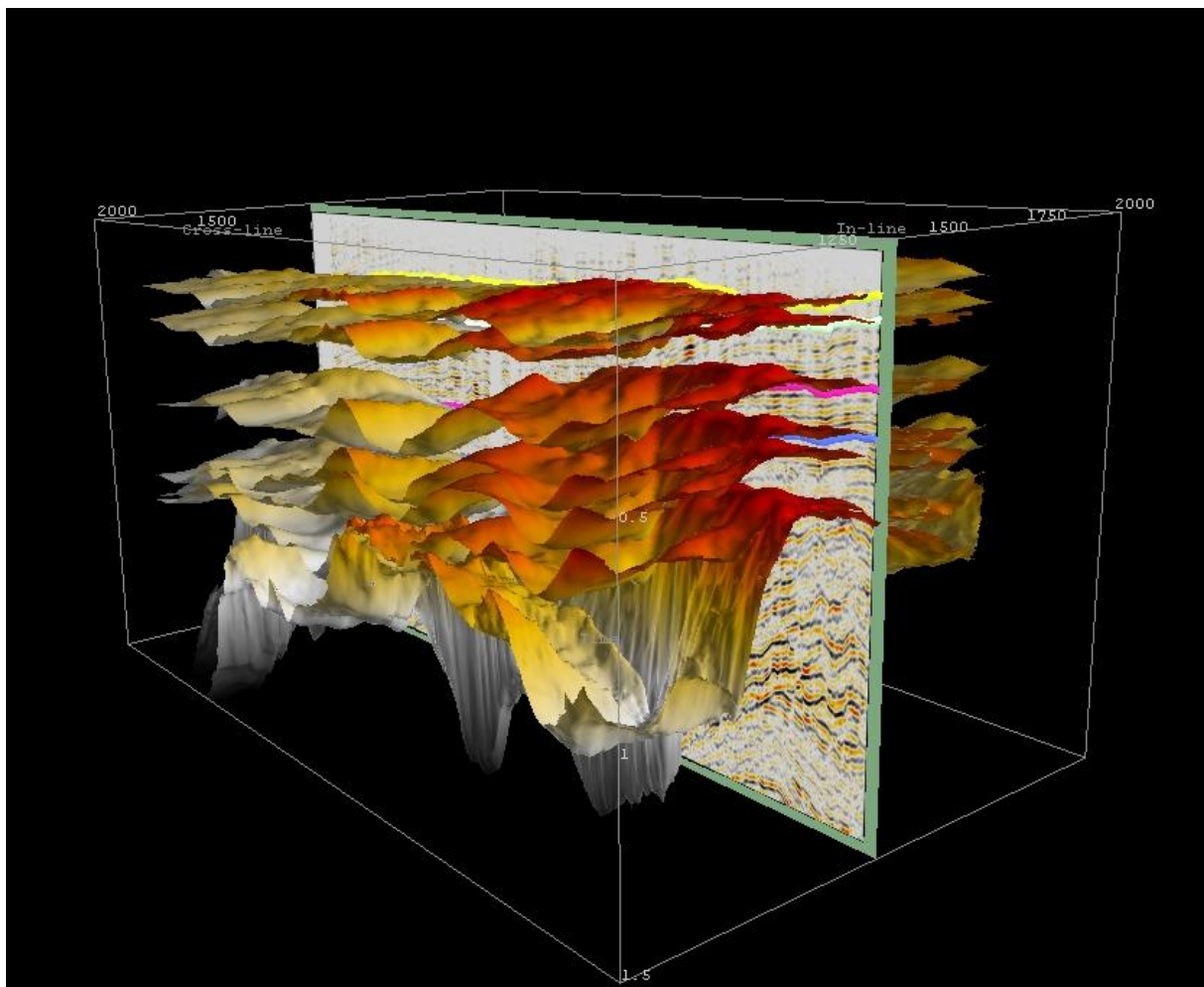
A Tóalmási (Tóalmás község és tágabb környezetét érintő) 3 dimenziós szeizmikus tömböt az ezredforduló környékén mérték le. Közvetett geofizikai módszerekkel ezt megelőzően is álltak rendelkezésre információk a területről: a múlt század utolsó negyedében mértek 2 dimenziós szeizmikát, gravitációs anomáliatérképek alapján pedig közvetlen- fúrásos- kutatási tevékenységet is folytattak. A 3D-s szeizmikus kutatás új perspektivikus területeket tárt fel, az ezen alapuló újrafeldolgozások a jelenben is kutatás tárgyát képezik.

Azt gondolom az eddigi kutatási eredmények rendelkezésre álló adatai attól függetlenül, hogy önmagukban is értéket képviselnek. A technikai, technológiai és a rendelkezésre álló input adatokat kezelni tudó szoftverek lehetőséget nyújtanak arra, hogy más szemszögből, még pontosabban, viszonylag alacsony költségvetésből, újabb rendelkezésre álló információkat gyűjtsünk. Jelen munkámmal ezen célok felismerésével és megvalósításával szeretnék hozzájárulni.

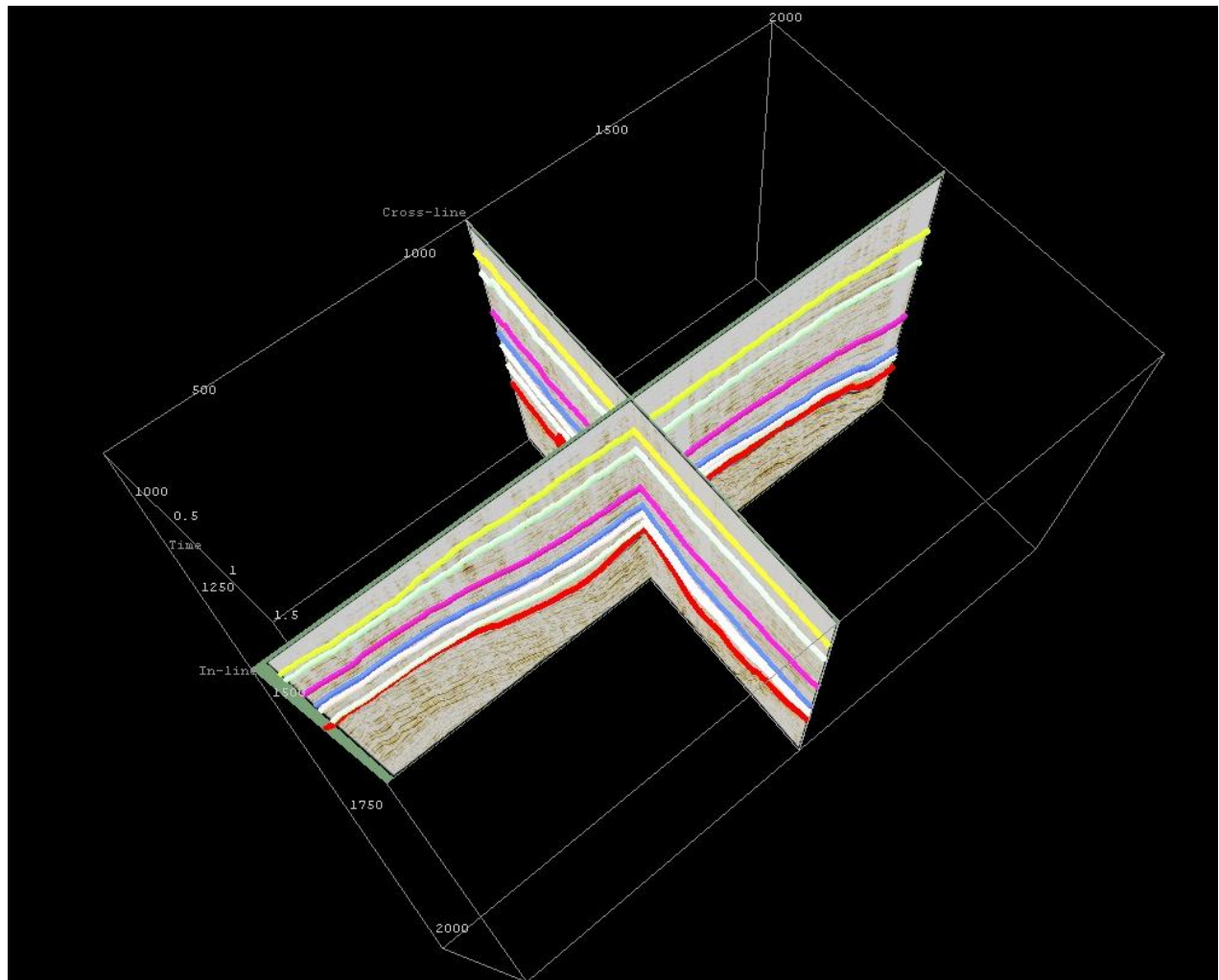
A kutatás menete:

A 3 dimenziós szeizmikus tömbön a kulcsfontosságú horizontokat SeisWorksben 10*10-es Inline- xLine (ez 180m- nek felel meg) mentén kitérképeztem (2. sz. melléklet: szeizmikus szelvények), majd az így létrejött felületeket beolvastam az OpendTect programba, ahol a horizontok pontosabb követhetősége érdekében a szeizmikus adattömbből egy attribútumtömb készült (Dip- steering). Ezen az attribútumtömbön végeztem a horizontok korrelálását. Az interpretációt nehezítette, hogy települések vagy más jellegű emberi objektumok, illetve természetvédelmi területek felett a mérés gyakorlatilag nem kivitelezhető, ezért a fedésszám csökkenése miatt a szeizmikus tömbben adathiány keletkezik. Az eljárás előnye az, hogy az adathiányos térrészekben belül interpolációval követni tudjuk a horizontokat (konkordáns rétegsorban legalábbis). Ezen kívül meg kell említenem, hogy a módosított horizontok azokon a területeken, ahol a migrációs képen nem, és még a fázison is csak nagyon nehezen követhetőek, követése a hasznos jel kiemelésével megoldható.

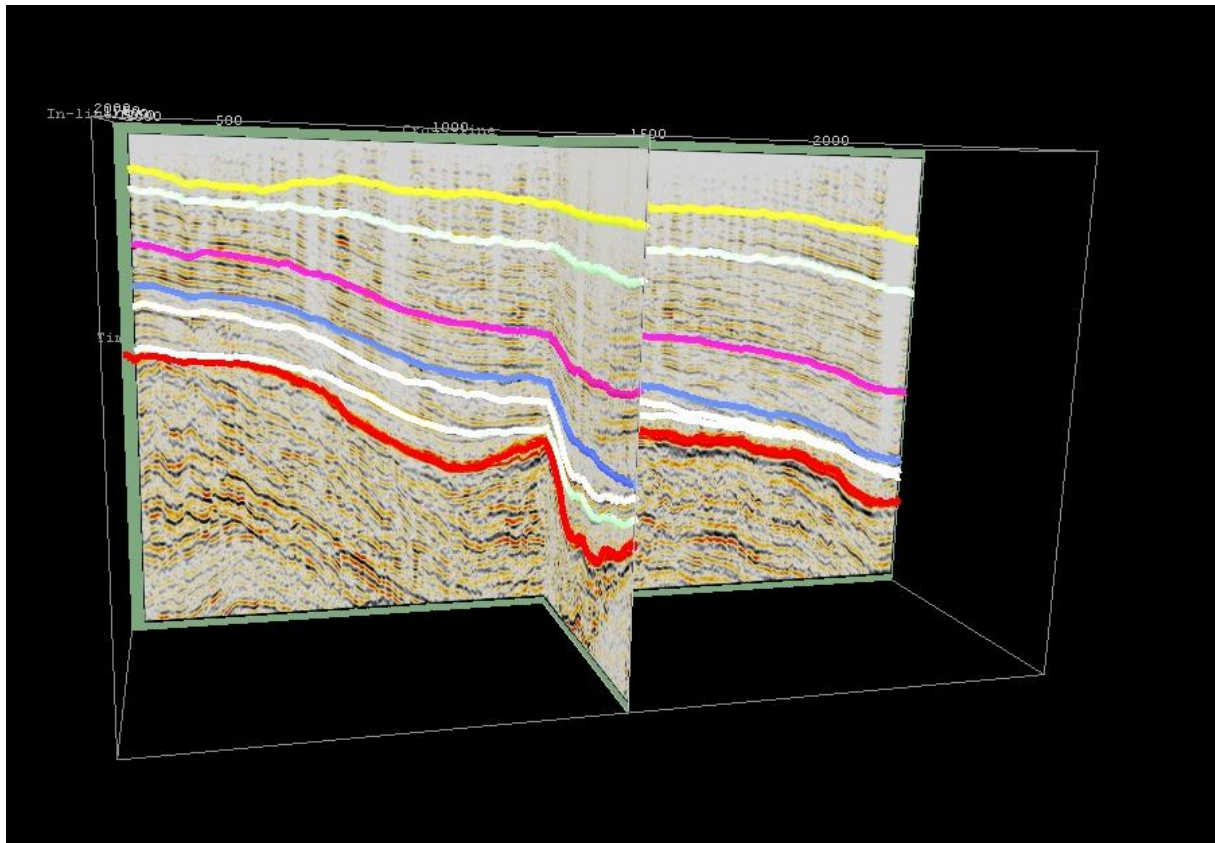
Az alább látható képek az OpendTect programban végzett munka során készültek:



Szeizmikus inline szelvény a kitérképezett horizontokkal, és a horizontok 3D-s felületei. A tömb torzított, 1.5x-es túlmagasításban látható, K-i irányban orientált. A fehér színnel jelölt hosszanti árok az oldalelmozdulási zónát ábrázolja.



Inline és crossline szelvények horizontokkal felülnézetben. Az orientáció É-i irányú. Jól látható, hogy a pannon üledékek DK felé dőlnek. A piros színű horizont a pannon fekü, a kék az alsó- pannon tető, a zöldesfehér a felső- pannon tető.



És oldalnézetben

Az így létrehozott felületeket visszaimportáltam a SeisWorksbe, ahol ezek pontos leolvasása céljából az egész tömbre egy adott sebességmodell segítségével idő- mélység konverziót végeztem a TDQ program segítségével. A létrejött mélység tömbből leolvastam a horizontjaim mélységértékeit a területemen mélyült kulcsfúrások metszéspontjainál, majd összevettem az adott fúrások részletes fúrási rétegsorával, és kijelöltem azokat a horizontokat, amelyek valamilyen (bármilyen csekély is legyen az) litológiai változás miatt reflektálnak a szeizmikus képen. Ezek a felületek láthatóak mind a szeizmikus képeken, mind pedig a feltöltődés menetét szemléltető videón. Véleményem szerint ezek a fontosabb határok a pannon feltöltődés mérföldköveit dokumentálják. Következő lépésként ezeket a horizontokat beimportáltam a GeoProbe nevű programba, és egy videó felvételt készítettem (3. sz. melléklet) a kijelölt horizontok egymásra építésével. Mindezt természetesen 3 dimenzióban, hogy minél reprezentatívabban és látványosabban tudjam vizuálni a valóságot.

Konklúzió:

A módszert egy viszonylag párhuzamos, konkordáns településű rétegsoron alkalmaztam, de azt gondolom, érdemes lenne kipróbálni egy bonyolultabb szerkezeti felépítésű, összetettebb területen. Azt feltételezem ugyanis, hogy ha sikerül kikísérletezni, szabályszerűségeket felismerni, rutinosan eljárni a gyakorlatban, a módszer a jelenleg oly hosszadalmas szeizmikus értelmezési eljárást lényegesen lerövidíthetné, ráadásul az eddigi kutatások során megszerzett információk újrafeldolgozásánál is felhasználhatóvá válhatna. Mindenképpen tervezem élesben kipróbálni, és összevetni az eredményt az eddigi rutin eljárások eredményeivel.

Köszönetnyilvánítás:

Hálámat szeretném kifejezni témavezetőmnek és konzulenseimnek Pogácsás Györgynek, Milota Katalinnak és Bérczi Istvánnak, továbbá mindenkinek aki szakmailag vagy emberileg támogatott, segítséget nyújtott: Kocsis Gábor, Zahuczki Péter, Mindszenty Andrea, Kovács József, Balajti Anikó, Szabó Bianka, Szűcs Ágnes, Herpai András, Rendes Attila, Korányi G. Tamás, Szabó Zsófia, Milánkovich András.

Felhasznált irodalom:

A MOL NyRt. tulajdonát képező kútkönyvek és zárójelentések

Báldi, T. & M. Báldi-Beke (1985) The evolution of the Hungarian Paleogene Basins. *Acta Geologica Hungarica*, 28, 5-28.

Boncz, L. (2004) Zárójelentés a 103. Gödöllő területen végzett szénhidrogén-kutatási tevékenységről. *MOL Nyrt.*, 1-2.

Császár, G. 1997. Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. 114. Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet.

Csontos, L. & A. Nagymarosy (1998) The Mid-Hungarian line: a zone of repeated tectonic inversions. *Tectonophysics*, 297, 51-71.

Dank, V. & J. Fülöp. 1990. Structural geologic map of Hungary, 1:500000. Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet.

Horváth, F. 2007. Pannon-medence geodinamikája – Eszmetörténeti tanulmány és geofizikai szintézis. 238. Budapest: Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai Tanszék.

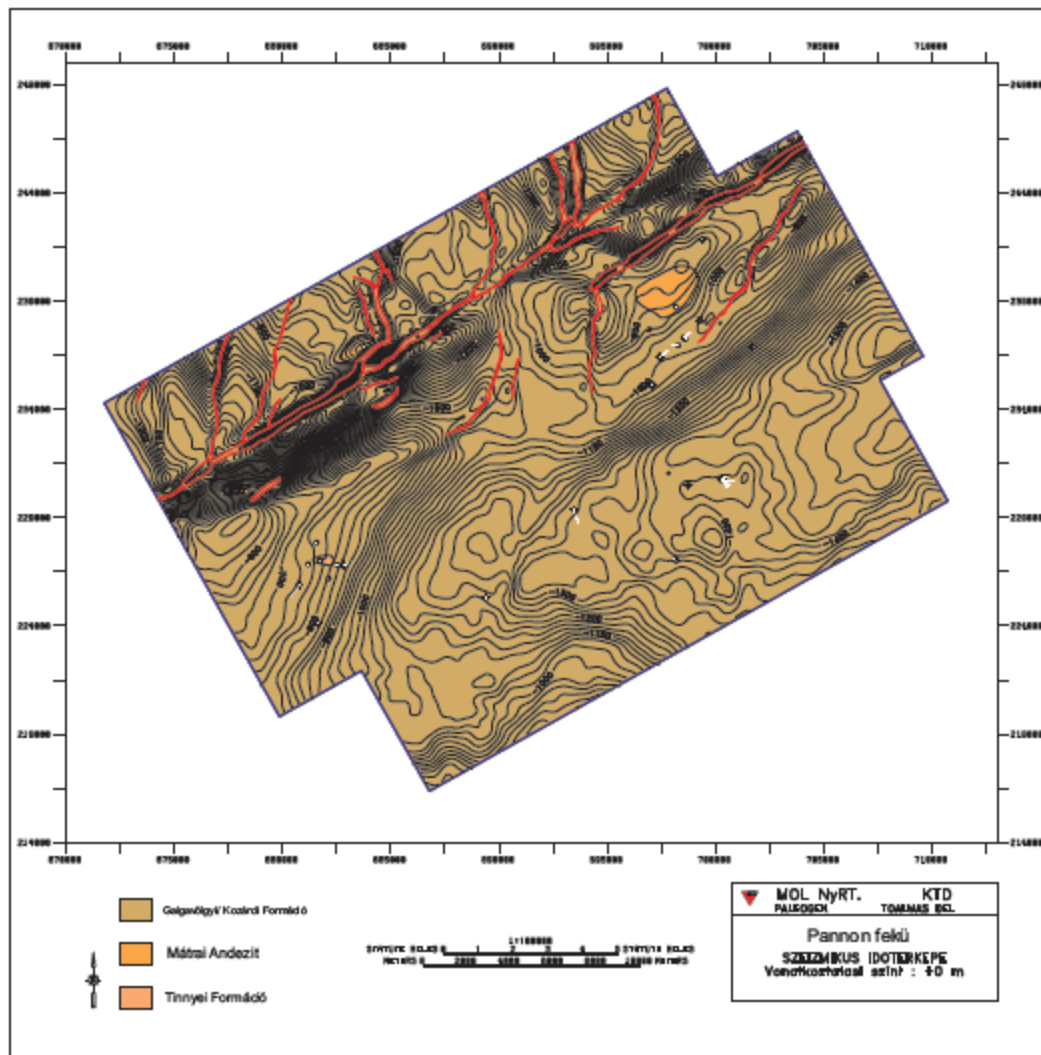
Kőrössy, L. (2004) Az észak-magyarországi paleogén medence kőolaj- és földgázkutatásának földtani eredményei. *Általános Földtani Szemle*, 28, 9-126.

Schmid, S. M., D. Bernoulli, B. Fügenschuh, L. Matenco, S. Schefer, R. Schuster, M. Tischler & K. Ustaszewski (2008) The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*, 101, 139–183.

Tari, V. & J. Pamić (1998) Geodynamic evolution of the northern Dinarides and southern part of the Pannonian Basin. *Tectonophysics*, 297, 269-281.

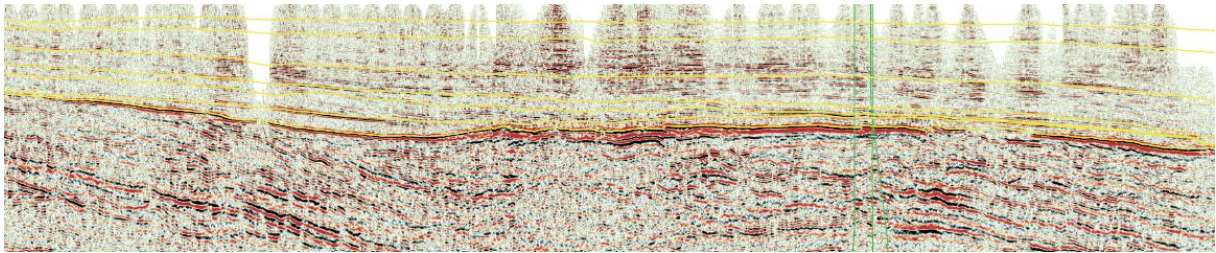
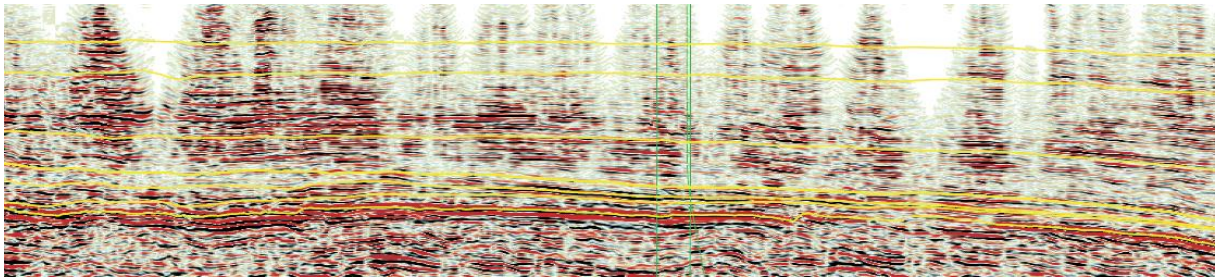
Tari, V. & J. Pamić (1998) Geodynamic evolution of the northern Dinarides and southern part of the Pannonian Basin. *Tectonophysics*, 297, 269-281.

1. sz. melléklet: Prepannon aljzattérkép

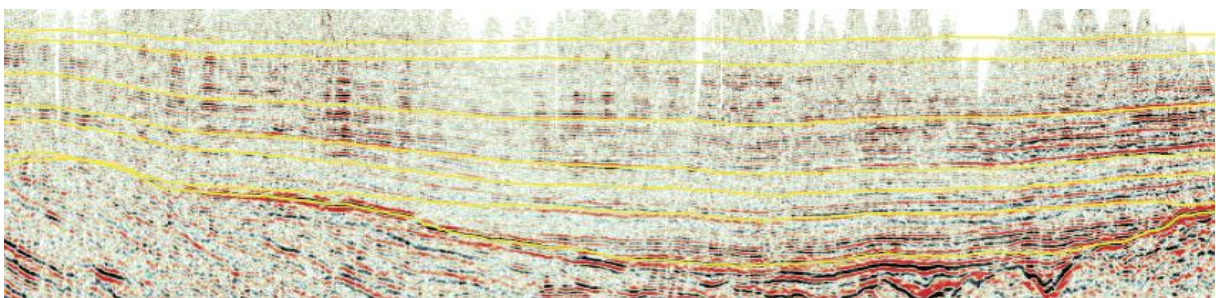
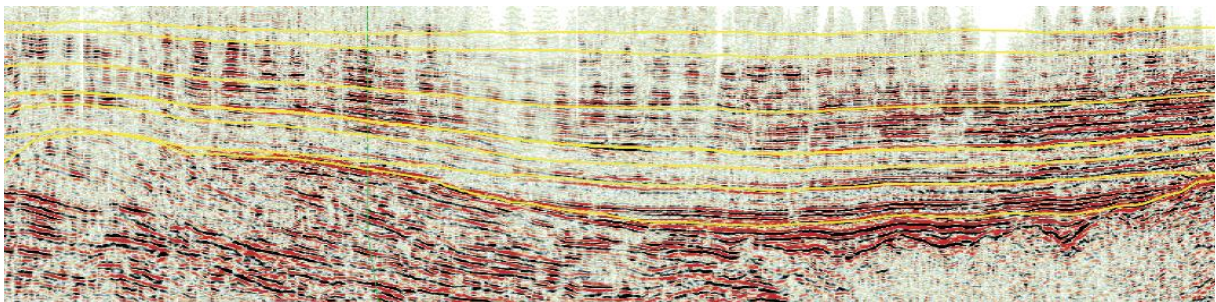


2. számú melléklet: Szeizmikus szelvények

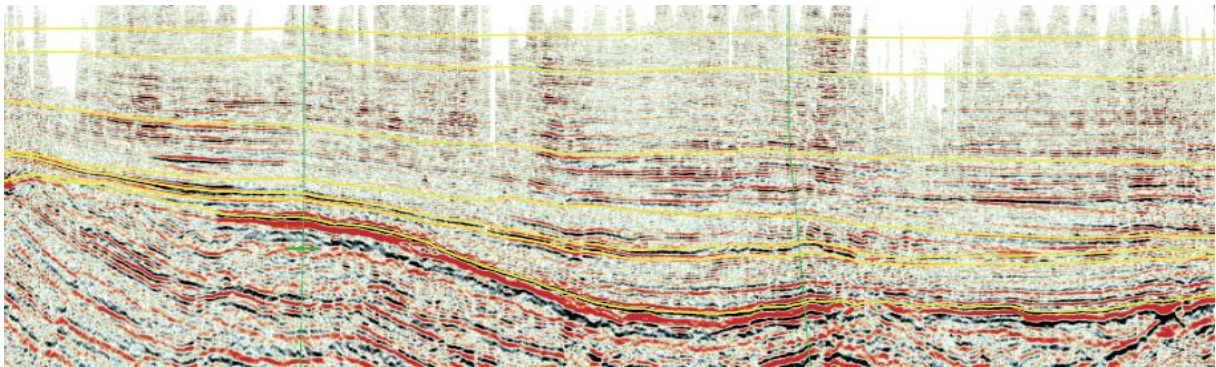
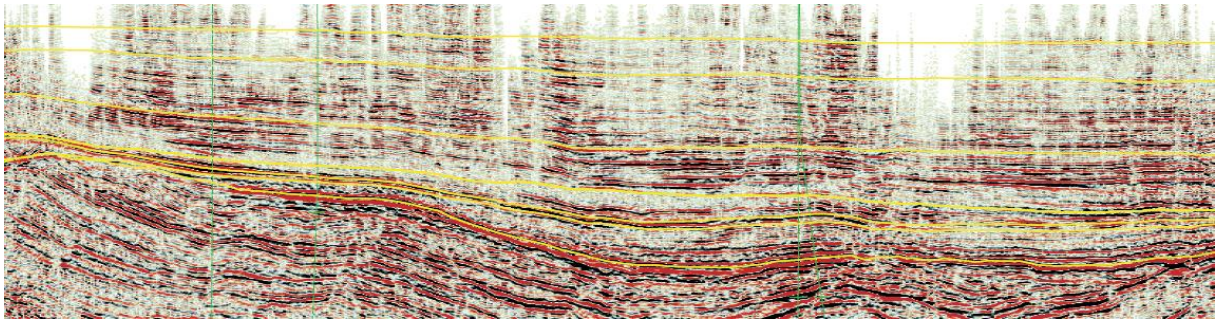
Az alábbiakban látható szeizmikus szelvények a SeisWorks programból kerültek kimentésre. Mindhárom esetben felül az idő-, alul a mélységszelvény látható, a hosszirányú szelvény DNy-ÉK-i, a keresztirányú szelvények ÉNy- DK- i orientáltságúak. A legalsó horizont a pannon fekvő, és a kitérképezett horizontok megfelelnek azoknak a színes horizontoknak, amelyek az OpenDTect programmal készült képeken láthatóak.



1. szelvény: hosszirányú, DNy- ÉK-i orientációjú. A mélységszelvényen jól kivehető a szelvény középső részén, kissé balra egy lokális süllyedék, amely az időszelvényen nem olyan markáns. Ezt a mélyedést az üledékek vízszintesen töltik ki, és felszínére a reflexiók rálapolódnak. Egy további süllyedés vehető észre a szelvény jobb oldalán, ezt viszont nem mint mélyedés töltődik fel, dőlését az erre következő rétegek követik.



2. szelvény: keresztirányú, ÉNy- DK- i orientációjú. A medence süllyedésének mértéke a szelvény jobb oldalán sokkal jobban érvényesül a mélységszelvényen, a medence kitöltése folyamatos, az alsó- pannon rétegek a szelvény bal oldalához közelítve rálapolódnak a pannon fekü felszínére.



3. szelvény: szintén keresztirányú, az előbbtől ÉK-re található. Mivel itt a süllyedés mértéke a szelvény jobb oldalán sokkal nagyobb mértékű és kiterjedtebb, mint az előző szelvényen, megállapítható, hogy a medence É-ÉK-i irányban mélyült. Az alsó- pannóniai üledékek szintén rálapolódnak a pannon fekvőre, de sokkal vastagabbak, mint a DNy-i területen.

3. melléklet: videó

A medence feltöltődését rekonstruáló videó felvételt sajnos nem tudom beilleszteni a dolgozatomba. Természetesen, mint digitális mellékletet leadom, és az előadás során fel kívánom használni, de szemléltetését csak néhány kép formájában tudom itt megoldani. A videófelvétel a pannon fekvő mélységtérképével indul, amelyre a fentiekben bemutatott horizontok felületei ráakódnak. A vizsgált terület közben forog, minden oldalról szemlélteti a morfológiát, illetve annak változását a feltöltődés folyamán.

